



# Guide de prévention de la dispersion des moules d'eau douce envahissantes au Québec

**Pêches et Océans Canada et ministère de l'Environnement, de la  
Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des  
Parcs**

**Juillet 2026**



Ce document doit être cité de la façon suivante :

Photo de la couverture : © Thinkstockphotos ou nom auteur

Publié avec l'autorisation de la ministre de l'Environnement  
© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, 2026

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement et de  
la Lutte contre les changements climatiques, de la faune et  
des parcs du Québec  
© Gouvernement du Québec, 2026

N° de cat. : En78-9/2026F-PDF  
ISBN : 978-0-662-40017-2

Also available in English

## Équipe de réalisation

### Pêches et Océans Canada

---

- Andréanne Demers, Programme national sur les espèces aquatiques envahissantes
- Annabelle Renaud, Programme national sur les espèces aquatiques envahissantes

### Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

---

- Annick Drouin, Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique
- Étienne Richard-Dionne, Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique

Ce guide a été rédigé par Pêches et Océans Canada et le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec. Il se veut un document évolutif qui devra s'adapter à la réalité du terrain et des organisations qui l'utiliseront. Il s'adresse à tous les intervenants impliqués dans la protection des écosystèmes aquatiques et la gestion des accès à l'eau.

## Remerciements

Les rédacteurs souhaitent remercier Andrée Weise et Stéphanie Arsenault pour leur révision et leurs commentaires sur ce guide.

# Sommaire

Les moules zébrées (*Dreissena polymorpha*) et quagga (*D. bugensis*) figurent parmi les espèces aquatiques envahissantes les plus préoccupantes en Amérique du Nord. Leur introduction et leur propagation dans les plans d'eau du Québec représentent un risque écologique, économique et social important. Le présent guide, produit conjointement par Pêches et Océans Canada (MPO) et le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), vise à outiller les municipalités, municipalités régionales de comté (MRC), organismes de bassin versant, gestionnaires de territoires et associations locales pour les aider à mettre en place des stratégies de prévention, de détection et de gestion.

## Portrait des moules

Les moules zébrées et quagga, originaires des régions de la mer Caspienne et de la mer Noire, ont été introduites accidentellement en Amérique du Nord via les eaux de ballast. Aujourd'hui, elles sont présentes dans plusieurs régions du Québec, notamment dans le Saint-Laurent, la rivière des Outaouais, la rivière Richelieu et plus récemment dans certains bassins et plans d'eau, tels que les lacs Témiscouata, Memphrémagog et Massawippi. Plusieurs régions du Québec, comme le Bas-Saint-Laurent et la Gaspésie, sont particulièrement vulnérables à l'établissement des moules envahissantes en raison des niveaux de calcium favorables.

Le principal vecteur de dispersion de ces espèces est la navigation de plaisance. Les larves véligères peuvent survivre dans les eaux résiduelles des embarcations, tandis que les adultes s'attachent solidement aux coques, aux remorques, aux moteurs, aux cordages ou à la végétation aquatique. Les plaisanciers qui se déplacent d'un plan d'eau à l'autre risquent donc de les transporter et les introduire dans un nouveau milieu.

Les moules envahissantes agissent comme « ingénieures d'écosystèmes », modifiant profondément la structure et le fonctionnement des milieux aquatiques. Leur mode d'alimentation par filtration réduit la biomasse du plancton et compromet la chaîne alimentaire, au détriment des espèces de la colonne d'eau. Elles favorisent parfois aussi les proliférations d'algues nuisibles ou certaines cyanobactéries.

Les effets socio-économiques incluent :

- l'engrassement des prises d'eau potable, d'irrigation et des infrastructures hydroélectriques;
- la modification des habitats et la diminution de la qualité des pêches récréatives;
- l'amoncellement des coquilles sur les plages et la perte de valeur récréative;
- des coûts importants de contrôle, d'entretien et de surveillance.

## Risques d'introduction et d'établissement

Le risque repose sur deux composantes clés :

## Risque d'introduction

Il dépend des mouvements d'embarcations entre les plans d'eau, du temps de résidence dans un lac envahi, du volume d'eau résiduelle transportée, de la complexité des embarcations (cale, vivier, ballast) et de leur nombre. Les lacs très fréquentés ou facilement accessibles sont plus vulnérables.

## Risque d'établissement

Il dépend des conditions physico-chimiques (calcium, pH, température, salinité, nutriments), de la pression de propagule (quantité et fréquence d'introduction) et de la présence de substrats favorables. Les plans d'eau riches en calcium sont particulièrement à risque.

Le présent guide fournit des tableaux et des grilles d'évaluation qui permettent aux gestionnaires d'établir les plans d'eau prioritaires pour la prévention et la surveillance.

## Comment prévenir l'introduction?

La prévention repose principalement sur le programme « **Lavez, videz, séchez** », largement utilisé à l'échelle nord-américaine.

L'implantation du nettoyage des embarcations comprend plusieurs enjeux :

- la formation des utilisateurs;
- l'accès à des ressources pour faciliter l'implantation;
- la réduction des obstacles à l'adoption des bonnes pratiques;
- les avantages et inconvénients des modèles de gestion et d'opération des stations de lavage.

La sensibilisation du public, tout particulièrement les plaisanciers, aux bonnes pratiques de prévention ainsi qu'aux effets potentiels des espèces aquatiques envahissantes est un levier essentiel dans la limitation de leur introduction et de leur propagation. Utiliser des messages clés, bien cibler le public et mobiliser les partenaires sont tous des aspects importants d'une bonne campagne de sensibilisation.

## Détection et surveillance

L'éradication des moules envahissantes est souvent impossible, mais détecter une nouvelle introduction rapidement peut permettre d'intervenir localement et ainsi limiter leur dispersion vers de nouveaux plans d'eau. Les méthodes incluent :

- l'ADN environnemental (ADNe) pour détecter la présence potentielle;
- l'échantillonnage des larves véligères;
- l'inspection visuelle de structures permanentes ou temporaires;
- l'installation de collecteurs (PVC, bois, brique).

Les signalements doivent être transmis au MELCCFP avec des photos, des coordonnées et d'autres renseignements pertinents à l'adresse [enseignements.faune@environnement.gouv.qc.ca](mailto:enseignements.faune@environnement.gouv.qc.ca).

## **Gestion d'une population établie**

L'éradication est rare et limitée à des cas très particuliers : petites superficies, détection très précoce, ou conditions écologiques non optimales. Des méthodes comme le retrait manuel, le bâchage, l'abaissement du niveau d'eau ou l'application de potasse sont documentées, mais exigent des autorisations strictes et engendrent des coûts élevés.

Les organisations qui disposent de prises d'eau ou d'infrastructures à risque devraient préparer un plan pour s'adapter. Les éléments à considérer peuvent inclure :

- un inventaire des installations;
- une évaluation des enjeux techniques (pompage, filtration, matériaux);
- un plan d'entretien adapté à la présence éventuelle de moules;
- une estimation des coûts potentiels.

---

## **Conclusion**

Les moules zébrées et quagga représentent une menace majeure pour les écosystèmes et les usages des plans d'eau québécois. La prévention demeure la stratégie la plus efficace, la plus durable et la moins coûteuse. En adoptant une approche concertée – prévention, sensibilisation, surveillance et coordination régionale – les municipalités et organismes locaux peuvent réduire considérablement le risque d'introduction et de propagation, tout en protégeant l'intégrité des milieux aquatiques et les services qu'ils offrent aux communautés.

## Table des matières

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Équipe de réalisation .....                                                     | ii |
| Portrait des moules envahissantes .....                                         | 8  |
| Origine .....                                                                   | 8  |
| Distribution actuelle au Québec .....                                           | 2  |
| Biologie .....                                                                  | 3  |
| Dispersion .....                                                                | 4  |
| Répercussions .....                                                             | 4  |
| Comment évaluer les risques pour les plans d'eau? .....                         | 7  |
| Comment prévenir l'introduction? .....                                          | 11 |
| Sensibilisation et mobilisation .....                                           | 12 |
| Nettoyage des embarcations .....                                                | 14 |
| Réglementation .....                                                            | 20 |
| Comment faire la détection et la surveillance? .....                            | 21 |
| Comment identifier les moules envahissantes? .....                              | 21 |
| Méthodes d'échantillonnage .....                                                | 23 |
| Signalements .....                                                              | 24 |
| Que se passe-t-il après une détection confirmée? .....                          | 25 |
| Communication publique .....                                                    | 25 |
| État de la situation .....                                                      | 26 |
| Confinement .....                                                               | 26 |
| Comment se préparer pour gérer les répercussions sur les infrastructures? ..... | 27 |
| Contrôle d'une population établie .....                                         | 27 |
| Conclusion .....                                                                | 28 |
| Références bibliographiques .....                                               | 29 |

## Liste des figures et des tableaux

|                                                                                                                                                          |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Figure 1. Répartition de la moule zébrée et de la moule quagga en Amérique du Nord .....                                                                 | 8 |
| Figure 2. Répartition de la moule zébrée et quagga au Québec .....                                                                                       | 2 |
| Figure 3. Cycle de vie typique des moules envahissantes .....                                                                                            | 3 |
| Figure 4. Schématisation des répercussions des moules envahissantes sur l'habitat. ....                                                                  | 5 |
| Figure 5. Plage de Long Point en Ontario, recouverte de coquilles de moules zébrées. Source :<br>Ryan Hodnett, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons ..... | 6 |

|                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 6. Potentiel d'établissement de la moule zébrée dans l'est du Canada en fonction du calcium.....                                                                                                                                      | 9  |
| Figure 7. Photo de moule quagga (gauche) et zébrée (droite). Source : MPO .....                                                                                                                                                              | 22 |
| Figure 8. Moules envahissantes collées sur plusieurs espèces de moules indigènes. Ces dernières sont beaucoup plus grosses que les moules zébrées et quaggas. Source : Todd J. Morris.....                                                   | 22 |
| Figure 9. Moules zébrées collées avec le byssus apparent. Source : ELISO. ....                                                                                                                                                               | 23 |
| Figure 10. Résumé des méthodes et de leur moment de déploiement au Québec en fonction du cycle de vie des moules envahissantes. ....                                                                                                         | 24 |
|                                                                                                                                                                                                                                              |    |
| Tableau 1. Résumé des paramètres physico-chimiques optimaux et l'éventail de valeurs où les moules zébrées ont été observées (Mackie et Claudi 2010, Therriault et coll. 2013, Karatayev et coll. 2014, Benson et coll. 2021). ....          | 8  |
| Tableau 2. Facteurs biologiques, géographiques et humains influençant le risque d'introduction des moules envahissantes ou la nécessité de prévenir leur arrivée. ....                                                                       | 10 |
| Tableau 3. Avantages et inconvénients des modèles de mise en œuvre du nettoyage d'embarcations et de gestion des mises à l'eau. ....                                                                                                         | 16 |
| Tableau 4. Critères d'identification des moules indigènes et moules envahissantes.....                                                                                                                                                       | 21 |
| Tableau 5 Options de signalement auprès du MELCCFP.....                                                                                                                                                                                      | 25 |
| Tableau 6. Description sommaire des différentes méthodes de contrôle des moules zébrées et quaggas existant dans la littérature. À noter que toutes ces méthodes requièrent des autorisations selon les lois provinciales ou fédérales. .... | 27 |

Le présent document porte principalement sur la prévention de l'introduction des moules zébrées et quaggas dans les plans d'eau du Québec. Toutefois, certaines mesures mentionnées sont aussi efficaces contre plusieurs autres espèces aquatiques envahissantes. Le document vise à outiller les municipalités, les organisations à vocation environnementales ou encore les associations de riverains pour lutter contre ces moules envahissantes.

## Portrait des moules envahissantes

### Origine

La moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et la moule quagga (*D. bugensis*) sont des bivalves d'eau douce originaires des régions de la mer Caspienne et de la mer Noire. La moule zébrée est largement répartie dans l'est de l'Amérique du Nord, tandis que la moule quagga se retrouve dans les Grands Lacs, dans le fleuve Saint-Laurent et dans plusieurs plans d'eau de l'ouest des États-Unis (figure 1).

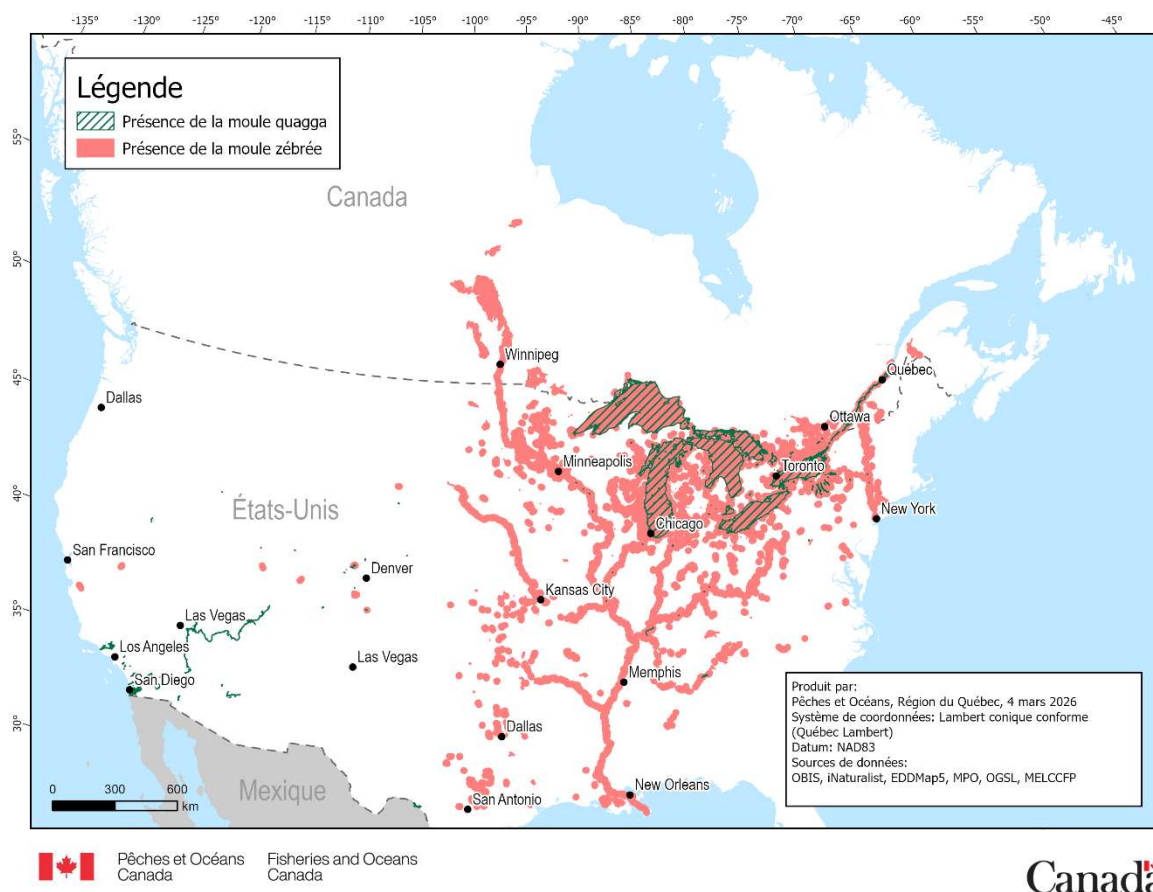


Figure 1. Répartition de la moule zébrée et de la moule quagga en Amérique du Nord.

## Distribution actuelle au Québec

Au Québec, la moule zébrée se retrouve dans le fleuve Saint-Laurent, dans la rivière Richelieu et la rivière des Outaouais et, depuis peu, dans les bassins de la rivière Saint-François et du fleuve Saint-Jean (Figure 2. **Répartition de la moule zébrée et quagga au Québec**<sup>2</sup>). Le lac Témiscouata, à la tête du bassin du fleuve Saint-Jean représente un grand danger pour le territoire bas-laurentien et gaspésien, qui est considéré comme étant à haut risque pour l'établissement de la moule zébrée en raison des niveaux de calcium propices aux moules envahissantes de ses plans d'eau (figure 4; Wilcox et coll. 2024). La distribution de la moule quagga se limite actuellement au tronçon et à l'estuaire fluviaux du Saint-Laurent, soit les sections d'eau douce (figure 2).

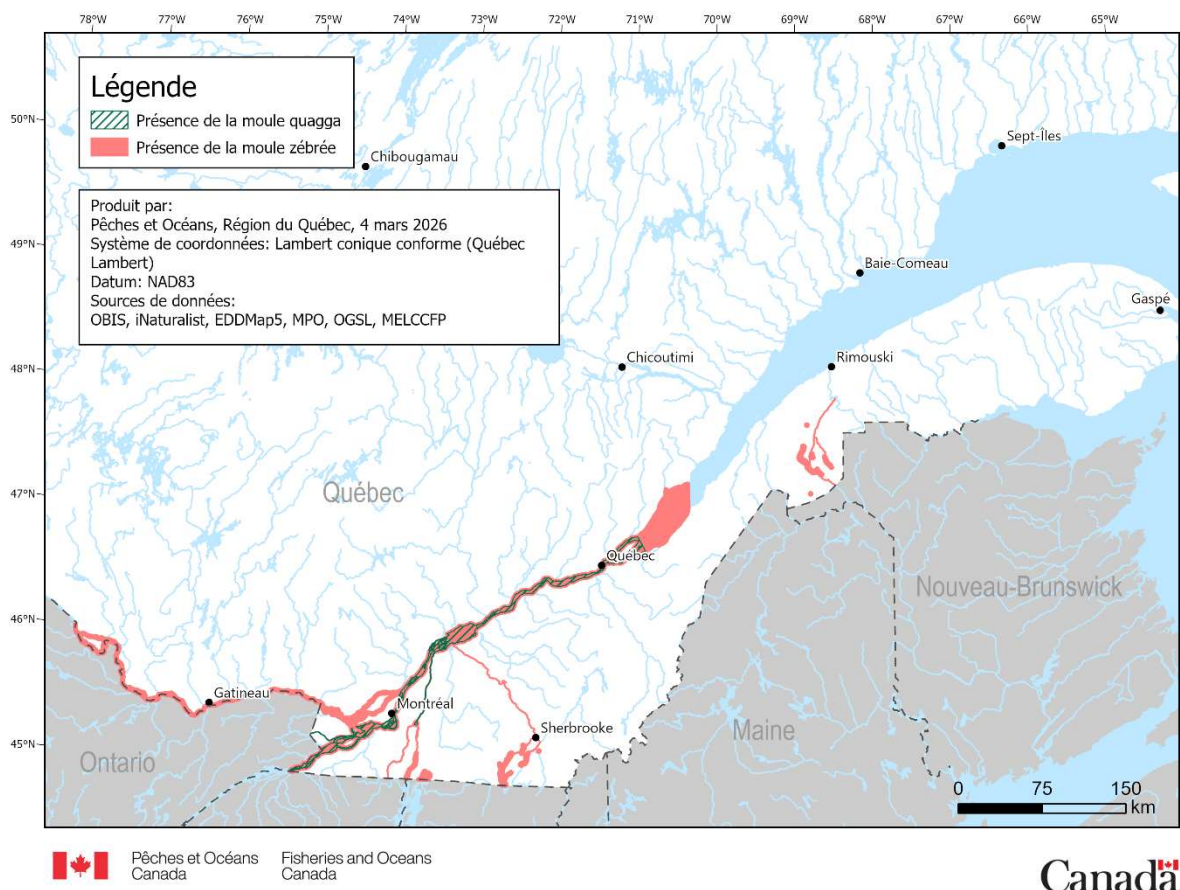
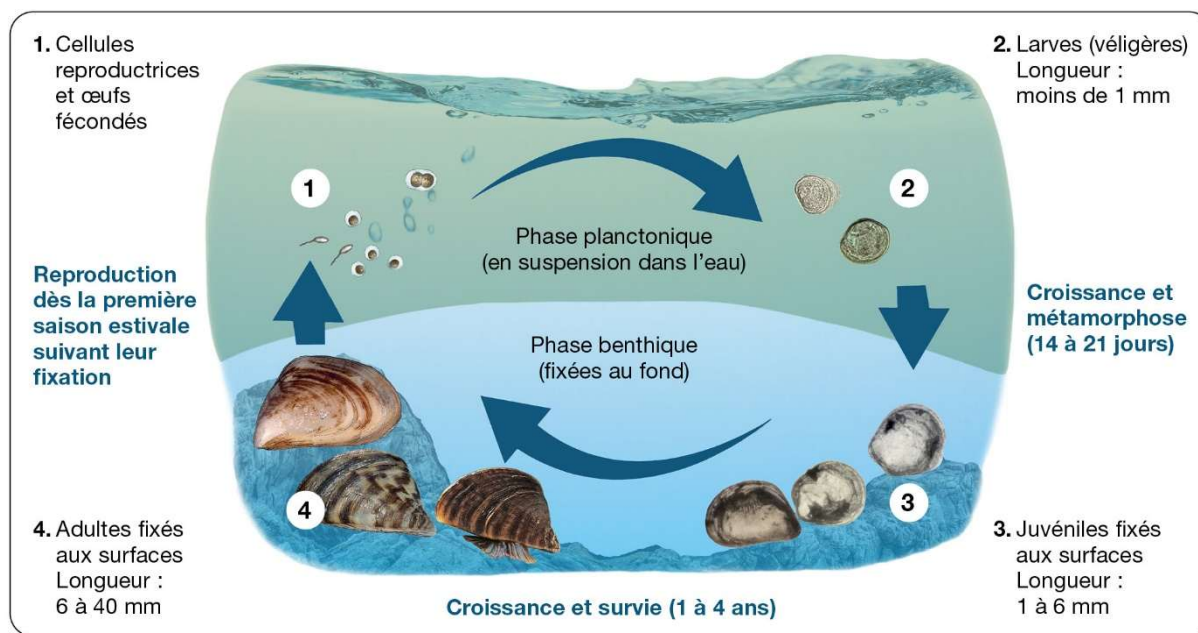


Figure 2. Répartition de la moule zébrée et quagga au Québec.

## Biologie

La biologie des moules zébrées et quaggas ainsi que leurs répercussions ont fait l'objet de nombreuses études (Mackie et Claudi 2010, Therriault et coll. 2013, Benson et coll. 2021, Karatayev et Burlakova 2022). Les moules *Dreissena* (*D. polymorpha* et *D. bugensis*) deviennent matures dès leur première année de vie, et les femelles peuvent relâcher plus d'un million d'œufs à la fois (figure 3). Les œufs et spermatozoïdes sont relâchés dans la colonne d'eau où a lieu la fécondation. Les larves, qu'on appelle larves véligères, éclosent après 3 à 5 jours et demeurent dans la colonne d'eau pendant environ 1 mois. Au cours de cette période, elles sont transportées par les courants jusqu'à ce qu'elles soient prêtes à s'accrocher à un substrat, afin de poursuivre leur croissance et de commencer la phase adulte.

Ces deux espèces de moules envahissantes peuvent coloniser plusieurs types de plans d'eau : lacs, rivières, canaux et estuaires. La moule zébrée colonise généralement des profondeurs moyennes (moins de 30 mètres) tandis que la moule quagga a démontré sa capacité à s'installer à de grandes profondeurs (40 mètres et plus [revue dans Karatayev et Burlakova 2022]). La moule quagga a une plus grande efficacité énergétique et est capable de coloniser des milieux plus froids et plus faibles en nutriments, dits oligotrophes. Dans les Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent, la moule quagga a graduellement remplacé la moule zébrée (Ricciardi et Whoriskey 2004), mais la moule zébrée demeure dominante dans certains secteurs du fleuve Saint-Laurent (Haag 2020).



© Illustration par Louis L'Hérault

Figure 3. Cycle de vie typique des moules envahissantes.

Les moules zébrées et quaggas se nourrissent en filtrant l'eau. Elles filtrent le phytoplancton, le zooplancton, la matière organique dissoute et les bactéries présentes dans la colonne d'eau de façon très efficace.

## Dispersion

---

### *Première introduction*

Les moules envahissantes (zébrées et quaggas) ont été introduites sur le continent nord-américain par l'intermédiaire des eaux de ballast des navires océaniques en provenance d'Europe. La Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires a été adoptée en 2004 et mise en œuvre au Canada en 2006. Elle oblige l'échange des eaux de ballast en haute mer, ce qui a pour effet de bloquer les organismes dans un milieu défavorable. En 2021, le *Règlement sur les eaux de ballast* a établi des normes supplémentaires ou complémentaires à celles de 2004 pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et des sédiments des navires. Les navires qui arrivent d'un autre pays (par des eaux autres que les eaux américaines des Grands Lacs) échangeront leurs eaux de ballast en pleine mer en plus d'avoir recours à un système de gestion des eaux de ballast (qui élimine les organismes des eaux de ballast avant leur rejet). De plus, tous les navires qui naviguent en eaux canadiennes devront utiliser un système moderne de gestion des eaux de ballast.

### *Dispersion secondaire*

#### *Naturelle*

Les larves véligères voyagent dans la colonne d'eau avant de s'installer sur une surface. Elles peuvent survivre jusqu'à un mois dans la colonne d'eau avant leur métamorphose et leur fixation. Durant cette période, les véligères vont donc naturellement dévaler avec les courants et coloniser les régions en aval de leur population d'origine.

#### *Anthropique*

On reconnaît aujourd'hui que la navigation de plaisance est le principal vecteur de dispersion des moules envahissantes entre les plans d'eau. Elles s'attachent à toute pièce d'équipement qui touche à l'eau, notamment les remorques, les coques, les hélices ou les cordages des embarcations de plaisance. Les moules envahissantes peuvent également se fixer à la végétation, qui est par la suite transportée comme débris sur des embarcations nautiques. Les larves peuvent aussi être transportées dans les eaux résiduelles, dans les cales, dans les viviers ou dans l'eau de refroidissement des moteurs.

Des moules zébrées ont également été observées dans des boules d'algues importées qui étaient destinées à l'aquariophilie (MPO, 2022). Le rejet d'eau ou de plantes d'aquarium pourrait donc être un vecteur potentiel.

## Répercussions

---

### *Répercussions écologiques*

Il semble difficile de discerner les répercussions écologiques attribuables à la moule zébrée de celles attribuables à la moule quagga, puisque les deux espèces sont souvent étudiées de pair dans la littérature scientifique. Les répercussions résumées dans ce guide sont donc pour les deux espèces. Ces répercussions peuvent varier d'un milieu à l'autre, mais certaines tendances claires ont émergé après plusieurs décennies d'invasion en Amérique du Nord (Therriault et coll. 2013, Wilcox et coll. 2024).

Les moules zébrées et quaggas sont dites ingénieures, car elles entraînent d'importants changements de la qualité de l'eau et ont des répercussions à tous les niveaux de l'écosystème :

de la bactérie au plus gros prédateur. Les moules zébrées et quaggas sont des filtreurs très efficaces qui concentrent les nutriments dans la zone littorale. Les conséquences sur les autres organismes peuvent donc être négatives ou positives, selon la place qu'occupe un organisme dans l'écosystème.

- Les organismes vivant dans la colonne d'eau (zone pélagique), comme le phytoplancton, le zooplancton et les planctonivores, ainsi que ceux des zones profondes, voient généralement leur abondance diminuer.
- Les organismes de la zone littorale (près des berges), comme les plantes aquatiques et les invertébrés des eaux peu profondes, voient souvent leur abondance augmenter.
- Les moules d'eau douce indigènes de la famille des Unionidés, bien qu'elles vivent elles aussi dans la zone littorale, sont grandement touchées puisqu'elles entrent en concurrence directe avec les moules zébrées et quaggas pour la nourriture et l'espace. De plus, les moules zébrées et quaggas s'attachent directement à la coquille des moules indigènes, ce qui limite leur capacité à se nourrir et à se déplacer.

L'ampleur des répercussions dépend de la densité des populations de moules envahissantes, de la taille du lac ou du cours d'eau ainsi que de la concentration en calcium (voir tableau 1) nécessaire à la formation de leur coquille. Les petits écosystèmes, comme les rivières ou les lacs peu profonds, montrent des déclin de phytoplancton plus marqués que les plus grands écosystèmes plus profonds. Toutefois, certains grands écosystèmes, notamment les Grands Lacs, ont tout de même connu d'importants changements après l'établissement des moules zébrées et quaggas. Les facteurs qui influencent leur capacité de fixation, leur croissance ou leur capacité de filtration, comme la température ou la vitesse du courant, peuvent aussi moduler l'ampleur des répercussions.

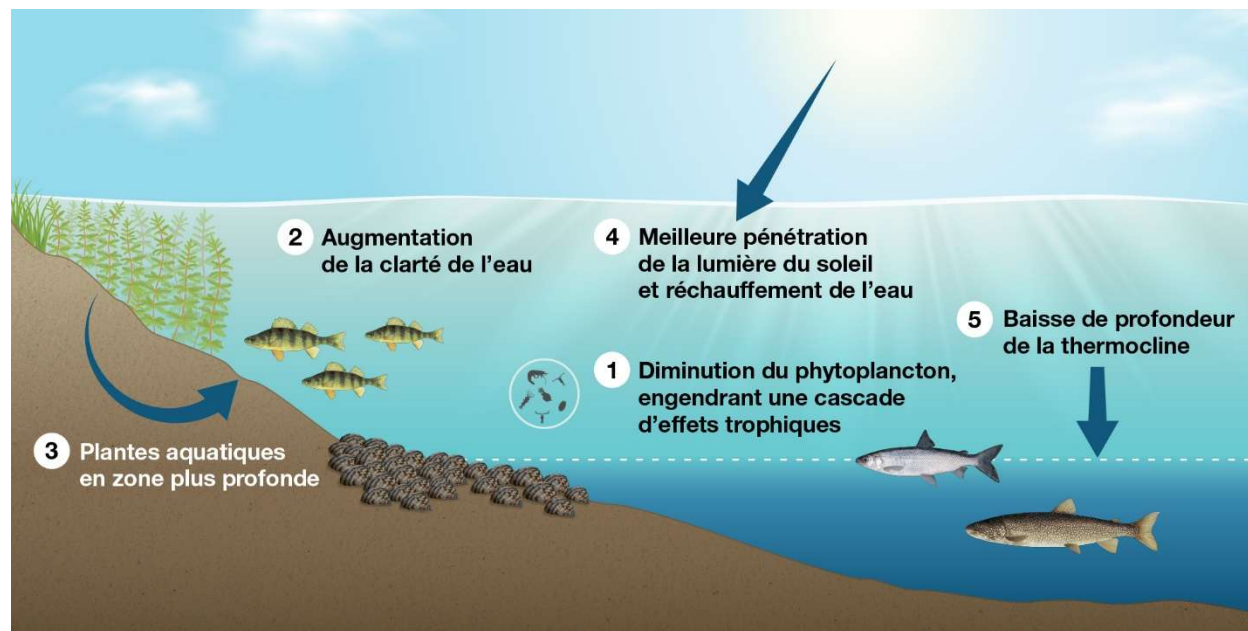


Figure 4. Schématisation des répercussions des moules envahissantes sur l'habitat.

#### *Répercussions socio-économiques*

Les moules envahissantes sont susceptibles de modifier le fonctionnement d'un écosystème et d'entraîner des conséquences sur les fonctions de cet écosystème.

- Par exemple, dans les Grands Lacs, l'invasion des moules zébrées et quaggas a entraîné une croissance importante de l'algue *Cladophora glomerata* qui a souillé les plages et les prises d'eau (Higgins et Zanden 2010).
- Les moules zébrées et quaggas semblent capables de choisir leur nourriture, et elles rejettent certaines cyanobactéries (De stasio et coll. 2014). L'établissement des moules zébrées et quaggas semble avoir causé la prolifération de cyanobactéries dans certains lacs (Raikow et coll. 2004, De stasio et coll. 2014).
- Les moules zébrées et quaggas vont coloniser toutes les surfaces disponibles, notamment les infrastructures humaines comme les prises d'eau et les conduites de barrages hydroélectriques ou d'irrigation.

Plusieurs études ont estimé les coûts liés à l'établissement de ces moules envahissantes en Amérique du Nord (Bossenbroek et coll. 2009, Chakraborti et coll. 2016, Nelson 2019). Ces coûts sont attribuables aux mesures d'atténuation et de contrôle des moules nécessaires à la protection des infrastructures ainsi qu'à la perte de revenus associée au déclin de la pêche et à la baisse du tourisme. Une étude réalisée par Pêches et Océans Canada uniquement pour le lac Memphrémagog a permis d'estimer que les répercussions économiques de l'invasion de la moule zébrée se situeraient entre 513 et 681 millions de dollars sur 20 ans (MPO, non publié). Cette étude a évalué l'incidence potentielle de l'espèce sur la valeur d'usage du lac (p. ex. pêche récréative, utilisation des plages) et sur la valeur de legs et d'existence.

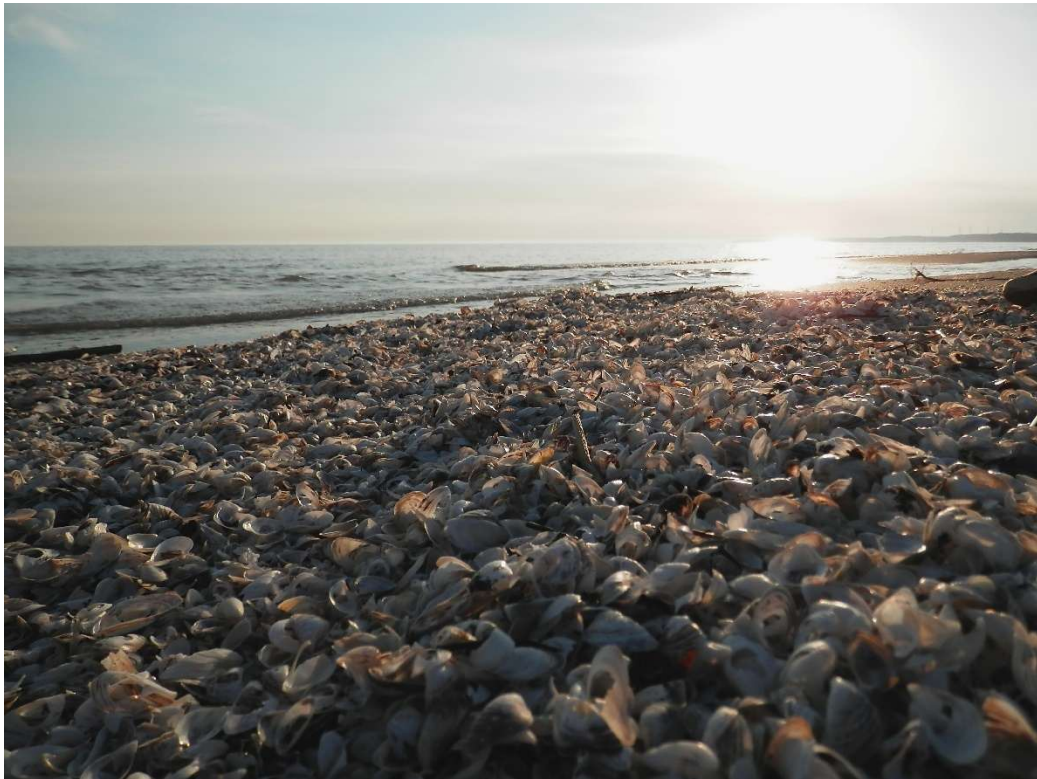


**Figure 5. Plage de Long Point en Ontario, recouverte de coquilles de moules zébrées. Source : Ryan Hodnett, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons.**

## Comment évaluer les risques pour les plans d'eau?

Les actions pour la prévention de l'introduction et dispersion des moules envahissantes permet de réduire le risque d'introduction de plusieurs autres espèces aquatiques envahissantes (Bleitz et coll. 2024). Ainsi, même lorsqu'un écosystème présente un faible risque pour l'établissement des moules envahissantes, les efforts de prévention ne doivent pas nécessairement être réduits. Si le risque d'établissement des moules envahissantes est faible, il peut malgré tout être élevé pour d'autres espèces aquatiques envahissantes.

Afin de bien évaluer les risques pour un plan d'eau, il est essentiel de bien distinguer le risque d'introduction du risque d'établissement des moules envahissantes.

Le **risque d'introduction** est la probabilité qu'une espèce arrive dans un nouveau plan d'eau. Il dépend des vecteurs de dispersion naturelle, mais surtout anthropique. Les animaux peuvent parfois transporter des organismes d'un lac à l'autre, mais lentement et en petites quantités. Les embarcations, quant à elles, déplacent beaucoup plus vite les espèces envahissantes ou les pathogènes et en plus grande quantité. Le nombre d'embarcations, la fréquence à laquelle elles se déplacent entre les plans d'eau, le temps et la distance parcourue entre les visites de différents plans d'eau ainsi que le volume d'eau résiduel qui contient des larves ou des moules adultes influenceront ce risque.

- Plus une embarcation est complexe, plus le risque qu'elle transporte des moules ou d'autres espèces envahissantes est élevé. En effet, une embarcation complexe offre plus d'endroits où les moules peuvent s'accrocher et échapper à une inspection, et elle transporte souvent plus d'eau résiduelle dans le moteur, les cales, les viviers ou les ballasts. Toutefois, toutes les embarcations qui se déplacent d'un plan d'eau à l'autre, même les plus simples, posent un risque de transporter des espèces envahissantes.
- Le temps passé par une embarcation dans un plan d'eau envahi par les moules influence également le risque d'introduction. Plus une embarcation demeure longtemps sur un plan d'eau avant d'en visiter un autre, plus elle risque de transporter des larves ou des moules envahissantes adultes.
- En fonction des différentes activités humaines qui s'y déroulent, certains lacs présentent un risque d'introduction d'espèces envahissantes plus élevé que d'autres. Les lacs les plus fréquentés sont notamment plus vulnérables à une introduction.

Le **risque d'établissement** est la probabilité qu'une espèce introduite parvienne à s'établir de façon durable, c'est-à-dire à survivre et à se reproduire jusqu'à former une population viable à long terme. Une introduction ne signifie pas automatiquement qu'il y aura un établissement, car l'espèce doit d'abord survivre dans son nouveau milieu. Dans le cas des moules envahissantes :

- Les conditions physico-chimiques, comme la salinité, le calcium dissous et le pH, peuvent limiter la capacité de survie et d'établissement des moules. Le tableau 1 ci-dessous résume les conditions d'habitat dans lesquelles les moules envahissantes ont été retrouvées.
- La pression de propagule, qui correspond au nombre d'individus introduits dans un nouvel environnement et la fréquence des introductions, agit directement sur le risque d'établissement. Dans un milieu favorable à leur survie, plus le nombre d'individus

introduits et la fréquence des introductions augmentent, plus les moules introduites ont de chances d'être suffisamment nombreuses et rapprochées pour assurer un succès reproducteur et réussir à former une population viable (voir cycle de vie, figure 3).

**Tableau 1. Résumé des paramètres physico-chimiques optimaux et l'éventail de valeurs où les moules zébrées ont été observées (Mackie et Claudi 2010, Therriault et coll. 2013, Karatayev et coll. 2014, Benson et coll. 2021).**

| Paramètres                                     | Moule zébrée                            |                                                                                                                                                                                                                                          | Moule quagga                                 |                                          |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                                | Valeur optimale                         | Fourchette                                                                                                                                                                                                                               | Valeur optimale                              | Fourchette                               |
| <b>Température pour la croissance</b>          | Larves : 20-22 °C<br>Adultes : 20-25 °C | 6-30 °C                                                                                                                                                                                                                                  | Larves : 10-28 °C<br>Adultes : 16-24 °C      | 0-30 °C                                  |
| <b>Température pour la libération des œufs</b> | 17-19 °C                                | Dès 12 °C                                                                                                                                                                                                                                | 7-11 °C                                      | Dès 5 °C                                 |
| <b>Concentration en O<sub>2</sub></b>          | > 8 mg/L                                | 0,1-14,4 mg/L                                                                                                                                                                                                                            | >4 mg/L                                      | 3-13,13 mg/L                             |
| <b>Concentration en calcium</b>                | > 20 mg Ca <sup>2+</sup> /L             | > 8 mg Ca <sup>2+</sup> /L                                                                                                                                                                                                               | > 20 mg Ca <sup>2+</sup> /L                  | > 12 mg Ca <sup>2+</sup> /L              |
| <b>Salinité tolérée</b>                        | 0 %                                     | 0 %-10,2 %                                                                                                                                                                                                                               | 0 %                                          | 0 %-4 %                                  |
| <b>pH</b>                                      | Larves : 8,4<br>Adultes : 7,8-8,8       | Larves : 7,4-9,4<br>Adultes : 6,6-8,5                                                                                                                                                                                                    | Larves : 8,4<br>Adultes : 7,8-8,8            | Larves : 7,4-9,4<br>Adultes : 6,6-8,5    |
| <b>Substrat</b>                                | Dur et rocheux                          | N'importe quel substrat stable benthique ou dans la colonne d'eau (roches, macrophytes, autres espèces de moules, autres espèces aquatiques, entre elles-mêmes et sur des substrats artificiels comme le ciment, l'acier et le cordage). | N'importe quel substrat stable dur benthique | Tolère un substrat plus mou et vaseux    |
| <b>Profondeur</b>                              | 4-7 m                                   | Peuvent aussi s'établir plus ou moins profondément que cette zone préférentielle.                                                                                                                                                        | 10-30 m                                      | Peuvent aller jusqu'à 50 m de profondeur |

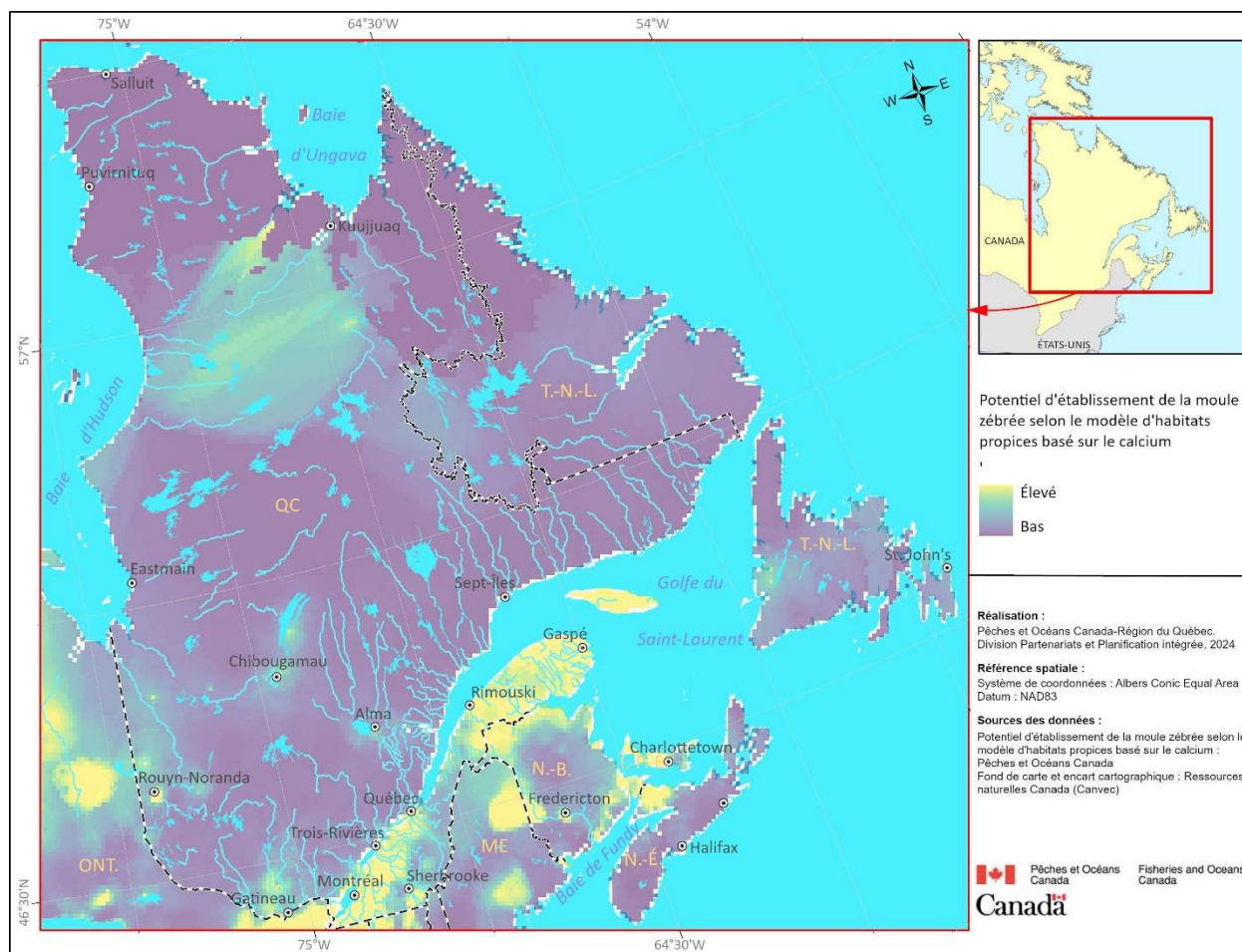


**Figure 6. Potentiel d'établissement de la moule zébrée dans l'est du Canada en fonction du calcium.**

En plus des paramètres écologiques et des vecteurs de dispersion, les effets potentiels sur les infrastructures et les usages par les humains peuvent aussi être considérés dans l'évaluation de la vulnérabilité des plans d'eau à l'arrivée des moules envahissantes. Ces espèces sont reconnues pour provoquer l'encrassement des prises d'eau potable ainsi que des installations hydroélectriques et industrielles, ce qui engendre des coûts élevés d'entretien, de nettoyage et de réparation (voir la section Répercussions). Elles peuvent également toucher les activités récréatives et commerciales, notamment la pêche et la navigation, par la dégradation de l'équipement, des habitats aquatiques et de la qualité de la pêche. L'intégration de ces dimensions socio-économiques à l'analyse permet de mieux cibler les plans d'eau où les conséquences d'une invasion seraient les plus graves et d'orienter les priorités de gestion.

Le tableau ci-dessous présente un ensemble de variables à considérer dans l'évaluation des risques que représentent les moules envahissantes pour un plan d'eau. Ces variables peuvent être utilisées pour orienter les mesures de prévention ou de surveillance abordées dans les sections suivantes, ou pour en établir l'ordre de priorité.

**Tableau 22. Facteurs biologiques, géographiques et humains influençant le risque d'introduction des moules envahissantes ou la nécessité de prévenir leur arrivée.**

| Catégorie                                                 | Variable                                                                                                   | Contribution au risque d'introduction ou de répercussions | Description                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Physico-chimique<br>(voir tableau 1 pour plus de détails) | • Concentration de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )                                                            | ++                                                        | Plus la concentration de calcium est élevée, plus la capacité de survie est élevée. À plus de 12 mg/L la surveillance devient pertinente.                                                                 |
|                                                           | • pH                                                                                                       | +                                                         | Un pH neutre à alcalin (7 à 8,5) est propice à la survie des moules.                                                                                                                                      |
|                                                           | • Salinité                                                                                                 | -                                                         | Les moules zébrées et quaggas tolèrent peu la salinité.                                                                                                                                                   |
| Géographique                                              | • Proximité d'un plan d'eau où les moules zébrées ou quaggas sont établies                                 | +                                                         | La proximité avec un plan d'eau déjà envahi augmente le risque d'introduction par les embarcations.                                                                                                       |
|                                                           | • Connexion hydrique, amont-aval, avec un plan d'eau où les moules zébrées ou quaggas sont établies        | ++                                                        | Les moules dévalent naturellement. Tout plan d'eau en aval d'un site envahi le sera éventuellement à son tour.                                                                                            |
|                                                           | • Superficie du plan d'eau                                                                                 | +                                                         | Les plans d'eau plus grands attirent plus les plaisanciers, ce qui augmente le risque d'introduction.                                                                                                     |
| Accès                                                     | • Nombre de rampes de mise à l'eau publiques<br>• Nombre d'accès à l'eau (formel, informel, public, privé) | ++                                                        | Des accès aménagés augmentent le risque d'introduction par les embarcations.                                                                                                                              |
|                                                           | • Restrictions sur le type d'embarcation                                                                   | -                                                         | Des restrictions sur le type d'embarcation (motorisée ou non) selon le <a href="#">Règlement sur les restrictions visant l'utilisation des bâtiments</a> (DORS/2008-120) permettent de réduire le risque. |
|                                                           | • Prêt d'embarcations sur place                                                                            | --                                                        | La location ou le prêt d'embarcations qui restent en tout temps dans le plan d'eau réduit le nombre d'embarcations en provenance d'autres plans d'eau.                                                    |
|                                                           | • Réglementation et accès aux stations de lavage                                                           | --                                                        | Un accès facile à une station de lavage d'embarcation diminue les risques d'introduction.                                                                                                                 |
|                                                           | • Proximité de villes ou agglomérations importantes                                                        | +                                                         | Les lacs proches des centres urbains sont plus visités par les plaisanciers.                                                                                                                              |
|                                                           | • Accès routier                                                                                            | +                                                         | Les accès routiers facilitent l'accès aux plans d'eau.                                                                                                                                                    |

| Catégorie                  | Variable                                                                                                                                                                                                            | Contribution au risque d'introduction ou de répercussions | Description                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anthropique                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pêche récréative</li> <li>• Plaisance (motorisée ou non motorisée)</li> </ul>                                                                                              | +                                                         | Les pêcheurs récréatifs et les plaisanciers peuvent se déplacer entre les plans d'eau et transporter les moules. Les moules envahissantes peuvent réduire la qualité de l'offre de pêches en affectant l'écosystème. |
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tournois de pêche</li> <li>• Activités récréotouristiques avec embarcations (festival, évènement, régates)</li> </ul>                                                      | ++                                                        | Les évènements attirent des propriétaires d'embarcations qui fréquentent d'autres plans d'eau.                                                                                                                       |
| Présence d'infrastructures | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prises d'eau municipale</li> <li>• Prises d'eau privées</li> <li>• Barrage</li> <li>• Prises d'eau pour l'irrigation</li> <li>• Prises d'eau pour l'aquaculture</li> </ul> | ++                                                        | Les moules envahissantes encrassent les conduites et les prises d'eau et entraînent des coûts d'entretien.                                                                                                           |
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plages publiques</li> </ul>                                                                                                                                                | +                                                         | Les coquilles de moules s'accumulent sur les berges et peuvent rendre les plages moins accueillantes.                                                                                                                |

## Comment prévenir l'introduction?

La prévention est le moyen le plus efficace et le moins coûteux de lutter contre les espèces envahissantes, en particulier les moules envahissantes. En effet, il existe des moyens accessibles pour prévenir l'introduction des moules envahissantes dans un plan d'eau. Une fois qu'elles sont établies, il est très difficile, voire impossible, de les éradiquer. Les coûts des répercussions des espèces aquatiques envahissantes et de leur gestion sont plus élevés que les dépenses liées à la prévention (Bleitz et coll. 2024).

La prévention repose principalement sur la réduction du risque d'introduction par les embarcations et l'équipement, qui sont les principaux vecteurs de dispersion des moules envahissantes. Le nettoyage adéquat des embarcations et de l'équipement en provenance des autres plans d'eau est l'un des moyens les plus efficaces de réduire le risque d'introduction, tout en préservant l'accès à l'eau pour tous les citoyens et citoyennes. L'utilisation d'embarcations consacrées à un plan d'eau, comme la mise en location d'embarcations résidentes, est aussi un moyen de réduire les déplacements et, par le fait même, les risques. Les sections ci-dessous présentent des exemples de mesures possibles pour réduire le risque d'introduction d'espèces aquatiques envahissantes dans un plan d'eau.

## Sensibilisation et mobilisation

---

La sensibilisation du public, particulièrement des plaisanciers, aux bonnes pratiques de prévention ainsi qu'aux effets potentiels des envahisseurs aquatiques est un levier essentiel qui permet de limiter leur introduction et leur propagation.

La campagne de sensibilisation « **Lavez/Nettoyez, videz, séchez** » est en cours depuis plusieurs années et est diffusée par de multiples organisations aux États-Unis et au Canada, notamment Pêches et Océans Canada et le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec. Plusieurs activités de sensibilisation, campagnes médiatiques et outils de communication ont été élaborés afin de promouvoir un message commun : l'importance de nettoyer adéquatement son embarcation avant d'accéder à un nouveau plan d'eau.

### Messages clés

Les campagnes de sensibilisation sur le lavage des embarcations comprennent les principes clés suivants :

**Lavez/Nettoyez** – Ces mots clés réfèrent au besoin de déloger tous les organismes, visibles ou non, ainsi que la boue ou les débris présents sur les différentes parties des embarcations, des remorques ou de l'équipement nautique, ou dans ceux-ci. Lorsque le lavage est fait à l'eau chaude (entre 50 °C et 60 °C), il devient encore plus efficace, car il assure la mortalité de plusieurs espèces envahissantes et de pathogènes. L'expression « décontamination des embarcations », parfois utilisée au Canada ou aux États-Unis, réfère à un nettoyage conforme à un protocole rigoureux (parfois standardisé ou même normalisé) et réalisé par un personnel qualifié. Au besoin, il peut s'accompagner d'une période de quarantaine qui permet d'assurer le retrait complet de tout organisme envahissant ou de toute propagule envahissante de l'embarcation ou du matériel infesté.

**Videz** – Ce terme renvoie à l'importance de vider, autant que possible, toute l'eau présente dans les zones de stockage ou d'accumulation, qu'elles soient visibles ou non, des embarcations et de l'équipement. Ces zones incluent notamment la cale, le système de refroidissement du moteur, les réservoirs de ballast et les viviers. Il est donc important de retirer le bouchon de vidange des bateaux lorsqu'ils sont sortis de l'eau. Des espèces aquatiques envahissantes peuvent survivre hors de l'eau à certaines étapes de leur cycle de vie, mais réduire la quantité d'eau résiduelle diminue grandement leurs chances de survie et leur propagation.

**Séchez** – Ce terme reprend le même principe que « videz », mais il s'applique à des composantes différentes des embarcations et de l'équipement, comme les surfaces externes ou les vêtements nautiques. Les espèces aquatiques envahissantes et les pathogènes survivent difficilement, voire pas du tout, à l'assèchement. Il est donc recommandé de sécher complètement les surfaces, soit en les exposant à l'air libre ou au soleil, soit à l'aide de chiffons. Lorsqu'un lavage adéquat à l'eau chaude a été effectué, l'étape de séchage n'est pas nécessaire, car cette méthode élimine efficacement les EAE.

Il existe un [répertoire des outils de communications](#) élaborés par de multiples intervenants et accessibles à tous pour une utilisation dans une campagne de sensibilisation.

## Public cible et adaptation des messages

Afin qu'une stratégie de sensibilisation soit efficace, il est primordial d'utiliser les bons moyens de communication pour rejoindre la clientèle recherchée. Pour ce faire, il faut connaître le public cible. En effet, les amateurs de kayak ne fréquentent pas nécessairement les mêmes endroits ou les mêmes sites Web que les amateurs de motomarines.

De même, les citoyens riverains n'auront possiblement pas les mêmes préoccupations et rôles à jouer dans la prévention que des vacanciers. Pour les riverains, l'accent peut être mis sur les effets de la présence de la moule zébrée sur leur propriété, par exemple l'entretien régulier de leur quai et la gestion des plantes aquatiques autour de leur propriété. De plus, les riverains devraient être sensibilisés à l'importance de ne pas déplacer d'espèces d'un plan d'eau à l'autre avec leur embarcation personnelle. Ils devraient également informer leurs visiteurs des espèces présentes dans la région et, s'il y a lieu, de la réglementation locale en vigueur. Pour les vacanciers, le message peut plutôt insister sur l'importance de nettoyer leur embarcation avant et après leur séjour. On peut également les encourager à louer une embarcation sur place plutôt que de transporter la leur, à repérer l'emplacement des stations de nettoyage disponibles et à éviter de déplacer ou de transporter des plantes aquatiques ou des coquillages. Le cas échéant, il convient aussi de les informer de la réglementation locale concernant le nettoyage des embarcations.

Il est possible d'effectuer des sondages et de poser plusieurs questions dans le but de bien cibler les besoins de la clientèle et de déterminer les moyens les plus efficaces pour la rejoindre.

## Mobilisation des partenaires

Plusieurs intervenants peuvent être mobilisés pour diffuser les messages clés relatifs à la lutte contre les espèces aquatiques envahissantes, notamment :

- les communautés autochtones;
- les MRC et les municipalités;
- les gestionnaires de marinas, de terrains de camping ou de pourvoiries;
- les associations de préservation des plans d'eau ou de riverains;
- les gestionnaires de territoires fauniques structurés (TFS), comme les zones d'exploitation contrôlée (ZEC), les réserves fauniques ou les aires fauniques communautaires (AFC);
- les gestionnaires de parcs nationaux ou régionaux;
- les organismes de bassin versant;
- les conseils régionaux en environnement.

Il est important de réfléchir aux acteurs qui pourraient multiplier les efforts de sensibilisation grâce à leur réseau de diffusion ou à leurs membres. Le partenariat permet de combiner les forces régionales et d'atteindre plus de gens.

## Nettoyage des embarcations

---

Le lavage des embarcations (bateaux à moteur, planches à pagaie, motomarines, kayaks) à l'eau chaude est reconnu dans la littérature et dans la pratique comme le meilleur moyen pour réduire les risques d'introduction et de propagation des moules et d'autres espèces envahissantes. L'accès facile à des stations de lavage munies de l'équipement nécessaire pour ce type de nettoyage, d'instructions adéquates pour les usagers ou, encore mieux, d'un personnel qualifié est essentiel pour une prévention efficace de l'introduction des moules envahissantes dans un plan d'eau.

### Formation

Le nettoyage des embarcations peut comporter plusieurs aspects techniques, et l'éducation des employés responsables des stations de nettoyage ou des usagers contribue à assurer l'adoption des bonnes pratiques. Il existe plusieurs ressources sur les protocoles de nettoyage, dont plusieurs sont accessibles dans le [Répertoire d'outils de communication et de sensibilisation sur les EAE](#).

### Ressources

Au Québec, depuis 2017, différents programmes de financement ont été mis en œuvre afin de favoriser l'implantation ou l'amélioration de stations de nettoyage des embarcations, notamment le [programme Stations de nettoyage d'embarcations 2023-2028](#).

Il existe également plusieurs ressources qui aident les organismes et municipalités à planifier et à promouvoir l'implantation de station de nettoyage dans leur territoire :

- Le [Répertoire d'outils de communication et de sensibilisation sur les EAE](#). Ces ressources offrent aussi des conseils qui aident à mettre en valeur la station et à favoriser son utilisation.
- Le [Guide des bonnes pratiques en milieu aquatique pour prévenir l'introduction et la propagation d'espèces aquatiques envahissantes](#) du MELCCFP présente des critères à considérer pour établir l'emplacement des stations de nettoyage, comme la proximité avec les routes les plus utilisées par les plaisanciers, les mises à l'eau les plus achalandées ainsi que la densité de population.
- Le répertoire des stations de nettoyage d'embarcations nautiques fonctionnelles au Québec est accessible dans l'[Atlas de l'eau](#). Cet outil permet non seulement d'orienter les usagers vers le poste de nettoyage le plus près, mais aussi de soutenir l'élaboration de stratégies de répartition et de gestion des stations à l'échelle régionale.

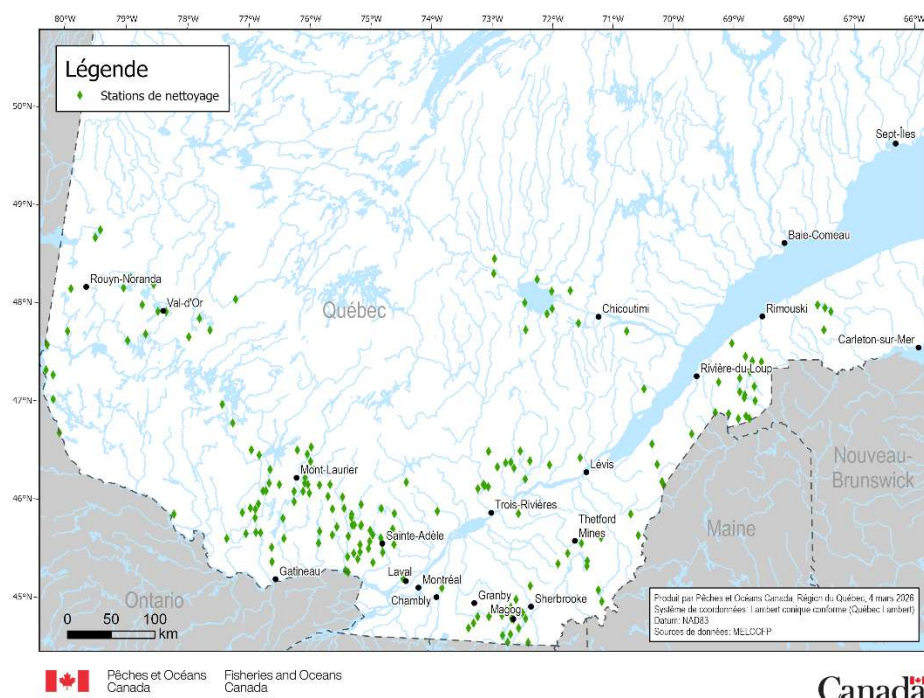


**Figure 7. Répartition des stations de nettoyage des embarcations au Québec.**

### Réduction des obstacles

Définir et réduire les obstacles à l'adoption des bonnes pratiques est essentiel pour une prévention efficace. Il est possible de mettre en place des solutions afin d'augmenter le taux de mobilisation des citoyens, et ainsi réduire le risque d'introduction. Les coûts, l'accès au plan d'eau, la formation sur le lavage des embarcations, les temps d'attente ou simplement le manque de connaissances sur les espèces envahissantes et leurs répercussions sont des obstacles à considérer dans la mise en œuvre d'une stratégie de prévention.

### Implantation du nettoyage des embarcations

Des stratégies régionales peuvent également être mises en œuvre afin de réduire les coûts d'implantation et d'exploitation. Elles peuvent notamment permettre à une même station de nettoyage de desservir plusieurs plans d'eau, ou encore assurer un meilleur contrôle réglementaire. Ce type de stratégie exige une réflexion approfondie fondée sur la connaissance du territoire ainsi qu'une concertation entre les différents intervenants qui permet d'assurer une coordination régionale efficace. L'adoption d'une réglementation harmonisée, accompagnée de modalités similaires entre les municipalités ou les MRC, peut également s'avérer nécessaire. Plusieurs modèles régionaux de gestion, présentés au tableau 3, ont été appliqués en Amérique du Nord. Ils peuvent inspirer les organisations, selon la réalité de leur territoire.

**Tableau 33. Avantages et inconvénients des modèles de mise en œuvre du nettoyage des embarcations et de gestion des mises à l'eau.**

|                            | Description                                                                                                                                                                                                                                               | Avantages                                                                                                                                                                                                                             | Inconvénients                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Localisation</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                          |
| Centralisée                | Stations stratégiquement positionnées afin de desservir les besoins des utilisateurs de plusieurs mises à l'eau ou de différents plans d'eau. Située à des endroits plus densément peuplés, proche de grands axes routiers ou de routes plus achalandées. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduit le nombre de stations à construire et à opérer (le cas échéant)</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut impliquer le recours à certaines mesures incitatives ou de contrôle aux rampes de mise à l'eau.</li> <li>• Peut impliquer certaines ententes intermunicipales.</li> </ul>                  |
| Décentralisée              | Station positionnée à proximité d'une rampe de mise à l'eau afin de desservir principalement les besoins de ses usagers.                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilite l'accès aux usagers</li> </ul>                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut augmenter le nombre de stations à construire ou à opérer (le cas échéant).</li> </ul>                                                                                                      |
| <b>Type d'installation</b> |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                          |
| Permanente                 | Station adjointe ou attachée à un bâtiment fixe et ne pouvant pas être déplacée.                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut être branchée sur les réseaux électriques et d'aqueduc du bâtiment</li> </ul>                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite de détenir les droits de propriété du terrain sur lequel elle est implantée</li> </ul>                                                                                                |
| Mobile                     | Station sur roue, souvent dans une remorque, et pouvant être déplacée.                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut être déployée sur le terrain en début de saison et entreposée l'hiver</li> <li>• Ne nécessite pas de détenir les droits de propriété du terrain sur lequel elle est utilisée</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implique certaines contraintes logistiques d'alimentation en eau et en électricité</li> <li>• Fonctionne généralement au diesel/essence</li> <li>• Doit être remorquée par un camion</li> </ul> |
| <b>Type d'opération</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                          |
| Libre-service              | Les utilisateurs y effectuent eux-mêmes le lavage de leur embarcation.                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besoin de main-d'œuvre moindre</li> </ul>                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efficacité variable des lavages selon la rigueur de l'utilisateur</li> </ul>                                                                                                                    |

|                                       | Description                                                                                                              | Avantages                                                                                                               | Inconvénients                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opérée par un préposé formé           | Présence d'un opérateur ou d'un préposé formé pour effectuer le lavage des embarcations.                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Standards de nettoyage plus élevés</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite une main-d'œuvre formée</li> </ul>                                                                                                                                                     |
| <b>Type de nettoyage</b>              |                                                                                                                          |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                         |
| À l'eau chaude                        | Utilisation d'eau à une température entre 50 °C et 60 °C.                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tue les organismes envahissants lors du lavage.</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Le chauffage de l'eau implique des équipements et des frais supplémentaires.</li> </ul>                                                                                                          |
| À l'eau froide                        | Utilisation d'eau non chauffée.                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ne nécessite pas d'équipement pour le chauffage.</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les organismes qui se trouvent sur les surfaces sont délogés, mais pas tués. Les organismes dans l'eau résiduelle interne ne sont pas tués, ce qui maintient le risque de dispersion.</li> </ul> |
| Haute et basse pression               | Utilisation d'un jet à basse pression pour surfaces plus délicates et d'un jet à haute pression pour déloger les débris. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Permet un nettoyage complet de tous les compartiments et des surfaces</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite l'équipement pour avoir les deux types de pression</li> </ul>                                                                                                                          |
| Haute pression seulement              | Utilisation d'un jet à haute pression (plus de 2 000 psi)                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Permet de déloger efficacement la saleté</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Peut endommager les surfaces plus fragiles comme les planches à pagaie et autres embarcations gonflables.</li> <li>Ne permet pas le lavage des eaux internes des embarcations.</li> </ul>        |
| Basse pression seulement – eau chaude | Utilisation d'eau à une température entre 50 °C et 60 °C, à basse pression.                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Permet de tuer les EAE</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ne permet pas de déloger la saleté bien encrassée</li> </ul>                                                                                                                                     |
| Basse pression seulement – eau froide | Utilisation d'un boyau d'arrosage simple.                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Équipement minimal</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ne permet pas un nettoyage adéquat pour éliminer toutes les espèces envahissantes.</li> </ul>                                                                                                    |

|                                                   | Description                                                                                                                                                                      | Avantages                                                                                                                                                                        | Inconvénients                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sans eau                                          | Mise en prêt libre des brosses ou autres outils pour enlever les débris et la saleté.                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas besoin d'eau ou d'électricité</li> </ul>                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne permet pas un nettoyage adéquat pour éliminer toutes les espèces envahissantes.</li> </ul>                                            |
| Vérification du nettoyage                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                   |
| Autovérification                                  | Les usagers sont volontaires pour s'assurer que leurs embarcations sont nettoyées avant la mise à l'eau.                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduit les coûts en personnel et en infrastructures</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite une campagne de sensibilisation et de formation des usagers</li> </ul>                                                         |
| Préposé à l'inspection                            | Les embarcations sont inspectées par une personne formée avant leur mise à l'eau.                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet d'assurer un lavage efficace</li> </ul>                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite une main-d'œuvre formée</li> </ul>                                                                                             |
| Scellés                                           | Après un lavage ou une inspection, un scellé (étiquette qui joint la remorque au bateau) est mis sur la remorque pour attester du lavage. Le scellé est rompu à la mise à l'eau. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet à l'utilisateur de faire le lavage n'importe où sur le territoire</li> <li>• Permet une vérification du lavage</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite un système de vérification et de la main-d'œuvre</li> </ul>                                                                    |
| Guérites automatiques aux rampes de mises à l'eau | Une barrière automatique est installée à la rampe de mise à l'eau. Celle-ci s'ouvre seulement après une vérification du lavage (code QR ou code-barre).                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet une vérification de l'utilisation d'une station de lavage par l'utilisateur</li> <li>• Besoin minimal en main-d'œuvre</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite un investissement pour le système de guérite</li> <li>• Ne permet pas une vérification de l'efficacité du nettoyage</li> </ul> |
| Tarification                                      |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                   |
| Gratuit                                           | Le lavage est gratuit pour tous.                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantit une plus grande accessibilité</li> </ul>                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les frais d'exploitation seront assumés par la municipalité</li> </ul>                                                                   |
| Tarif pour résidents et non-résidents             | Un tarif préférentiel (ou la gratuité) est offert aux résidents, alors qu'un tarif plus élevé est exigé aux non-résidents.                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantit une plus grande accessibilité pour les habitants de la municipalité</li> </ul>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminue l'accessibilité pour les non-résidents</li> </ul>                                                                                |
| Carte saisonnière                                 | Les usagers qui fréquentent souvent un plan d'eau peuvent payer une carte d'accès                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet une plus grande accessibilité pour tous les usagers</li> </ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts plus élevés pour les plaisanciers occasionnels</li> </ul>                                                                          |

|                                       | Description                                                                                                                 | Avantages                                                                                                                                                 | Inconvénients                                                                                 |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | saisonnière pour les lavages de la saison.                                                                                  |                                                                                                                                                           |                                                                                               |
| <b>Mises à l'eau</b>                  |                                                                                                                             |                                                                                                                                                           |                                                                                               |
| Prêt d'embarcations                   | Mise à disposition des visiteurs des embarcations en libre-service ou à faible coût.                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet une accessibilité pour tous les usagers</li> </ul>                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Engendre des frais d'achat et d'entretien</li> </ul> |
| Programme « Une embarcation, un lac » | Incitation, grâce à une campagne de sensibilisation ou à des vignettes, à laisser les embarcations dans le même plan d'eau. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet de réduire les coûts du lavage pour ceux qui laissent leur embarcation dans le même plan d'eau</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite une adhésion des usagers</li> </ul>        |

## Réglementation

---

Plusieurs lois et règlements s'appliquent à la lutte contre les espèces aquatiques envahissantes.

### Fédéral

#### *Règlement fédéral sur les espèces aquatiques envahissantes*

En vertu du *Règlement fédéral sur les espèces aquatiques envahissantes*, un agent des pêches du MPO peut mettre des balises pour interdire l'accès à une structure où se trouvent les moules zébrées et les moules quaggas [alinéa 25(1)c)]. Ils peuvent également donner une instruction à un plaisancier de nettoyer son embarcation avant de la mettre à l'eau afin de prévenir la propagation de la moule zébrée ou de la moule quagga [paragraphe 26(1)]. Il est possible de signaler la mise à l'eau d'une embarcation sur laquelle des moules zébrées seraient collées en appelant au numéro sans frais : 1-800-463-2191, ou en envoyant un courriel à l'adresse : [DFO.QUEAIS-EAEQUE.MPO@dfo-mpo.gc.ca](mailto:DFO.QUEAIS-EAEQUE.MPO@dfo-mpo.gc.ca).

### Provincial

#### *Loi sur la qualité de l'environnement (LQE)*

Selon l'article 95.1, le gouvernement peut adopter des règlements pour régir ou prohiber la culture, la vente, l'usage et le transport d'espèces floristiques envahissantes déterminées et dont l'établissement ou la propagation dans l'environnement est susceptible de porter préjudice à l'environnement ou à la biodiversité. Le [Règlement sur les espèces floristiques exotiques envahissantes](#), en vigueur à compter du 4 juin 2026, interdit la culture et la vente de 31 espèces floristiques.

#### *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (LCMVF)*

En vertu de l'article 164.3, lorsqu'il existe une menace réelle ou appréhendée que soit causé un préjudice sérieux ou irréversible à la faune ou à son habitat ou à la santé ou à la sécurité des personnes, le ministre est autorisé à prendre toutes les mesures nécessaires pour limiter la propagation d'une espèce exotique envahissante.

#### *Règlement sur l'aquaculture et la vente des poissons (RAVP)*

L'annexe IV de ce règlement présente une liste d'espèces dont l'aquariophilie, la production, la garde en captivité, l'élevage, l'ensemencement, le transport, la vente et l'achat sont interdits. Présentement, 21 espèces y sont inscrites (mars 2026).

#### *Règlement sur les animaux en captivité*

Selon l'article 127 de ce règlement, aucun animal gardé en captivité ne peut être libéré dans la nature à l'exception des animaux suivants :

- un animal apte à y survivre seul et dont l'espèce ou la sous-espèce est visée à l'annexe 2;
- un animal réhabilité;
- un animal libéré dans le cadre d'un programme de rétablissement (espèces menacées ou vulnérables).

#### *Règlement de pêche du Québec*

Depuis le 1<sup>er</sup> avril 2017, l'utilisation ou la possession de poissons appâts vivants, quelle que soit l'espèce, est interdite partout au Québec, y compris durant la pêche hivernale.

## Municipal

En vertu de la *Loi sur les compétences municipales* (RLRQ, chapitre C-47.1), les municipalités peuvent adopter des règlements en matière d'environnement et encadrer l'accès ainsi que l'utilisation de leurs infrastructures, comme les rampes de mise à l'eau. Il existe plusieurs exemples de municipalités régionales de comté qui ont adopté des approches régionales en matière de réglementation, de financement et d'infrastructure pour que les plaisanciers lavent leurs embarcations qui arrivent d'autres plans d'eau.

## Comment faire la détection et la surveillance?

La prévention de nouvelles introductions est la ligne de défense la plus efficace et la moins coûteuse. Toutefois, bien que l'éradication des moules envahissantes soit souvent impossible, détecter une nouvelle introduction rapidement peut permettre d'intervenir localement pour limiter leur dispersion vers de nouveaux plans d'eau.

Comme les moules envahissantes peuvent obstruer les prises d'eau, encrasser les bateaux ou encore nuire à la pêche, surveiller leur présence permet de se préparer à d'importantes répercussions économiques, notamment pour la maintenance des infrastructures. Les mesures de détection et de surveillance peuvent également servir à sensibiliser les plaisanciers et les riverains aux risques et aux pratiques à adopter (identifier l'espèce, nettoyer les embarcations, éviter de transférer des substrats contaminés, etc.) et à les informer sur ce sujet.

## Comment identifier les moules envahissantes?

Il est important de savoir bien distinguer les moules envahissantes (zébrées et quaggas) des moules indigènes d'eau douce. En effet, ces dernières sont extrêmement sensibles à l'invasion des dreissénidés et plusieurs d'entre elles sont en péril. Le tableau 4 et les figures suivantes expliquent les critères d'identification des moules envahissantes et indigènes.

**Tableau 4. Critères d'identification des moules indigènes et des moules envahissantes**

| Caractéristique                   | Moules indigènes | Moules zébrées                    | Moules quaggas                       |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Taille                            | Jusqu'à 20 cm    | Jusqu'à 4 cm                      | Jusqu'à 4 cm                         |
| Forme                             | Ovale            | Triangulaire, face ventrale plane | Triangulaire, face ventrale arrondie |
| Fixée sur une surface avec byssus | Non              | Oui                               | Oui                                  |
| Enfouie dans les sédiments        | Oui              | Non                               | Non                                  |



**Figure 8. Photo d'une moule quagga (à gauche) et d'une moule zébrée (à droite). Source : MPO**



**Figure 9. Moules envahissantes collées sur plusieurs espèces de moules indigènes. Ces dernières sont beaucoup plus grosses que les moules zébrées et quaggas. Source : Todd J. Morris**



Figure 10. Moules zébrées collées au byssus apparent. Source : ELiSO.

## Méthodes d'échantillonnage

---

Plusieurs méthodes de détection des moules envahissantes peuvent être utilisées, qui vont des analyses spécialisées en laboratoire, plus coûteuses et techniques, à de simples observations visuelles lors d'activités en nature. Le choix de la méthode dépend du contexte, des ressources disponibles et des objectifs de surveillance.

Il est recommandé de se renseigner auprès du [bureau régional du MELCCFP](#) pour connaître les plans d'eau déjà surveillés ou ceux à prioriser. De plus, comme les protocoles sont en constante adaptation, les biologistes du Ministère seront en mesure d'orienter les intervenants vers les approches les plus appropriées selon la situation et les objectifs poursuivis.

### *ADN environnemental*

L'ADN environnemental (ADNe) fait référence à l'ADN que laisse un organisme dans son environnement. Par exemple, cet ADN peut provenir de mucus, de larves ou d'organismes morts. La détection d'ADN dans un plan d'eau peut être expliquée par la présence : 1) d'un individu mort ou vivant, y compris le mucus, les fèces, le sang, les œufs, la semence; 2) d'une source externe au lac ou au cours d'eau, par exemple une embarcation mal nettoyée; ou 3) d'une contamination lors des manipulations sur le terrain ou en laboratoire. Une seule détection positive ne permet donc pas de conclure hors de tout doute que les moules zébrées ou quaggas sont établies dans un plan d'eau. L'analyse de l'ADN présent dans l'environnement peut donc indiquer qu'une espèce est potentiellement présente dans un milieu donné.

L'échantillonnage d'ADNe nécessite la prise d'échantillons d'eau, qui seront filtrés pour concentrer toutes les particules qui pourraient contenir de l'ADN de moules zébrées ou quaggas. Cette méthode doit suivre un protocole d'échantillonnage strict pour éviter la contamination et nécessite des analyses en laboratoire spécialisé.

### *Larves véligères*

Les larves des moules zébrées et quaggas, dites véligères, flottent et dérivent dans la colonne d'eau pendant environ 3 à 4 semaines (voir cycle de vie à la figure 3). Lors de la période de reproduction des moules, soit lorsque l'eau a atteint une température d'au moins 12 °C, elles peuvent être échantillonnées à l'aide de filets à zooplancton, dont les mailles mesurent moins de 63 µm. Elles peuvent ensuite être identifiées et dénombrées avec un microscope binoculaire muni d'un filtre polarisant.

## Adultes

### Inspection des structures permanentes

Tout au long de l'année, il est possible d'observer des moules adultes fixées à divers substrats naturels ou artificiels. L'inspection visuelle des enrochements, des piliers, des rampes de mise à l'eau, des morceaux de bois, des roches, des coquillages ou de la végétation aquatique peut se faire en marchant sur les berges, à l'aide d'un drone aquatique, en plongée, en apnée ou avec un aquascope.

### Inspection des structures temporaires

Les structures immergées, comme les quais, les bouées et les embarcations, offrent des surfaces propices à la fixation des moules envahissantes. À la fin de la saison de navigation, inviter les citoyens à inspecter ces structures lors de leur retrait constitue un moyen simple et efficace de renforcer la surveillance d'un plan d'eau.

### Collecteurs

Dans les endroits peu fréquentés qui offrent peu de structures temporaires, ou pour des besoins d'inventaires biologiques, des collecteurs faits de PVC, de bois ou de brique peuvent aussi être mis à l'eau en début d'été et relevés à la fin de l'été pour voir si des moules se sont fixées à leur surface.

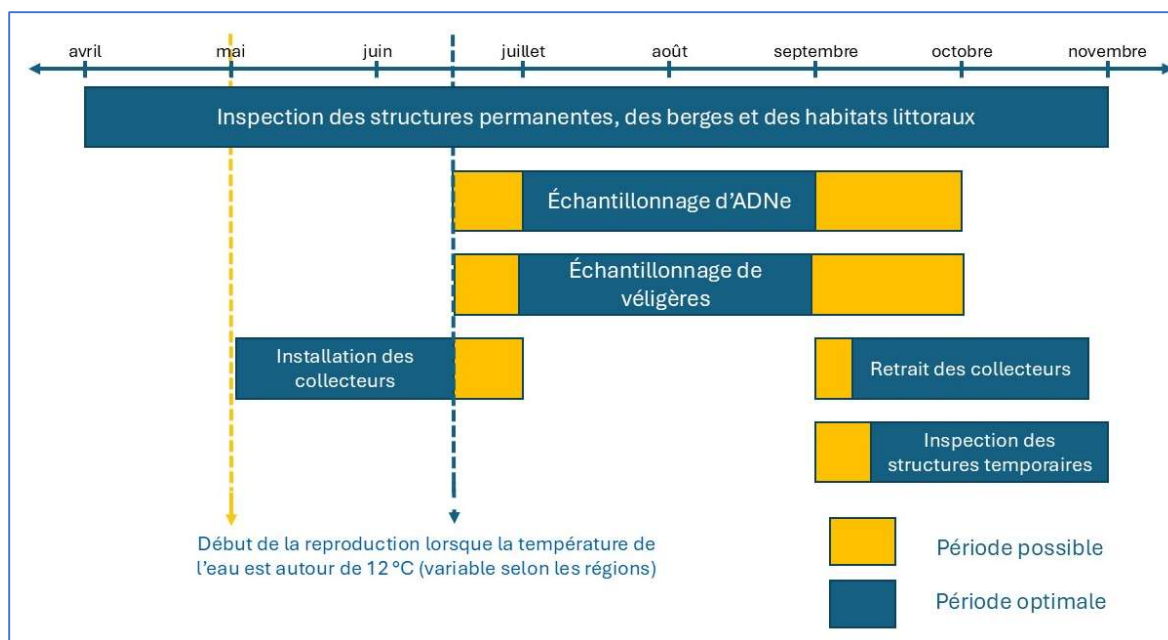


Figure 11. Résumé des méthodes et de leur moment de déploiement au Québec en fonction du cycle de vie des moules envahissantes.

## Signalements

Un signalement d'une nouvelle détection peut être fait de plusieurs façons : boîte de réception générique des ministères, boîte de réception générique des organismes non gouvernementaux en environnement, services en environnement des municipalités, médias sociaux. Tous les courriels ou appels de signalement devraient être retransmis au MELCCFP (voir tableau 5).

Une fois soumis, les signalements sont validés par des professionnels et un retour est fait, que l'observation soit confirmée ou non.

Toutes les observations confirmées sont intégrées aux [bases de données publiques du MELCCFP](#). Elles peuvent ensuite être utilisées par le Ministère et les gestionnaires du territoire pour :

- obtenir un meilleur portrait de la répartition des moules envahissantes au Québec;
- orienter les mesures à prendre pour lutter contre ces espèces;
- dans certaines situations particulières (p. ex. pour un cas d'invasion très récent, dans un nouvel habitat ou hors de la répartition prédite), des experts du Ministère pourraient se déplacer sur le terrain pour valider l'observation ou effectuer un inventaire qui permettra d'établir l'état de la situation.

**Tableau 5. Options de signalement auprès du MELCCFP**

| Courriel                                  | <a href="mailto:renseignements.faune@environnement.gouv.qc.ca">renseignements.faune@environnement.gouv.qc.ca</a>                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Téléphone                                 | <a href="tel:1-877-346-6763">1-877-346-6763</a>                                                                                                                                                                                               |
| Application                               | <a href="#">Sentinelle</a>                                                                                                                                                                                                                    |
| Renseignements requis lors du signalement | Nom et coordonnées de la personne qui fait le signalement<br>Date de l'observation<br>Coordonnées géographiques ou adresse<br>Nom du lac/rivière<br>Nom de la municipalité la plus proche<br>Photos de bonne résolution sous plusieurs angles |

## Que se passe-t-il après une détection confirmée?

### Communication publique

Il est jugé important de diffuser les renseignements sur la présence des espèces exotiques envahissantes, entre autres pour renforcer les mesures de prévention qui peuvent prévenir leur dispersion. En ce sens, toute nouvelle introduction de moules envahissantes devrait être communiquée publiquement. Chaque organisation demeure libre de prendre les moyens à sa disposition pour diffuser l'information. Toutefois, chacune est également responsable de s'assurer que l'information diffusée est complète et juste. Ainsi, il est recommandé d'attendre la confirmation officielle du MELCCFP quant à l'identification de l'espèce observée. Il peut également être avantageux pour les différents intervenants régionaux, ainsi que pour les ministères concernés, de s'informer mutuellement sur le format et le contenu des communications à venir. Cette coordination permet aux organisations de préparer, au besoin, leurs propres communications, qu'elles soient destinées à un usage interne ou au public.

## État de la situation

---

Selon le contexte et le type d'observations qui ont mené à la détection de moules envahissantes, un inventaire permettant d'évaluer le niveau de propagation dans un plan d'eau pourrait être effectué. Des efforts de détection dans les plans d'eau environnants ou dans le bassin versant peuvent également être déployés dans les mois ou années suivant une détection dans le but de connaître le portrait de la dispersion à une échelle régionale. À titre d'exemple, le MELCCFP, le MPO et les intervenants locaux ont participé à diverses actions pour évaluer l'état d'infestation dans les lacs Memphrémagog (détection en 2018), Massawippi (détection en 2021) et Témiscouata (détection en 2022).

L'état de la situation pourra ensuite être communiqué aux principaux intervenants locaux concernés, sous forme de bilan écrit ou lors de réunion de travail. Selon la mobilisation locale, une cellule de travail peut également être organisée afin de permettre d'échanger sur les meilleures mesures à mettre en œuvre localement qui permettront de réduire la dispersion vers d'autres plans d'eau. Par exemple, une campagne de sensibilisation au nettoyage des embarcations, un portrait des mesures de prévention à mettre en œuvre ou à bonifier, ou encore une analyse du risque de dispersion par la navigation de plaisance (nombre de rampes de mise à l'eau, lacs visités par les plaisanciers, présence de stations de lavage) peuvent être réalisés. Une telle cellule de travail pourrait être composée des représentants des organisations suivantes :

- le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec (MELCCFP);
- Pêches et Océans Canada (MPO);
- la ou les municipalités où se trouve le lac ou le cours d'eau;
- toute communauté autochtone concernée par le plan ou le cours d'eau;
- l'organisme du bassin versant concerné;
- le conseil régional en environnement concerné;
- la Municipalité régionale de comté (MRC);
- l'association de lac ou de riverains, le cas échéant, ou de toute autre organisation locale de protection du lac ou du cours d'eau.

Dans de très rares cas, l'analyse de la situation pourrait mener à la recommandation de la mise en œuvre de mesures de confinement ou à des tentatives de contrôle dans le but d'atténuer localement certains effets.

## Confinement

---

Pour éviter la propagation de la moule zébrée et de la moule quagga, et pour empêcher de nouvelles introductions dans un milieu, la fermeture temporaire ou permanente des rampes de mise à l'eau dépourvues de station de nettoyage des embarcations peut être envisagée. Une telle mesure peut être justifiée lorsqu'il est impossible d'assurer un nettoyage adéquat des embarcations à l'entrée ou à la sortie du lac ou du cours d'eau. La fermeture contribue ainsi à réduire les risques d'introduction par les embarcations de plaisance pendant la mise en place des

installations de nettoyage ou pendant le déroulement des activités d'acquisition de connaissance ou de contrôle. Toutefois, cette mesure doit être appliquée de manière à ne pas compromettre un accès équitable et raisonnable aux plans d'eau pour les usagers. Il est également important de noter qu'elle ne permet pas d'agir sur la propagation naturelle de la moule zébrée ou de la moule quagga dans le plan d'eau et ses tributaires.

### Comment se préparer pour gérer les répercussions sur les infrastructures?

---

Les moules zébrées et quaggas peuvent avoir des répercussions sur les infrastructures privées et publiques, tout particulièrement lors du captage d'eau brute. Il est donc recommandé que les organisations ou industries qui utilisent l'eau de plans d'eau ayant un risque modéré à élevé d'établissement planifient, avec l'aide de consultants spécialisés, des mesures d'adaptation à mettre en œuvre en cas d'invasion. Voici des éléments à considérer :

- 1) un inventaire des infrastructures à risque;
  - a. prises d'eau privées et municipales,
  - b. systèmes d'irrigation utilisant l'eau de surface,
  - c. système de captage d'eau pour l'aquaculture,
  - d. barrages;
- 2) une liste des ressources et des experts de l'entretien des canalisations en présence de moules zébrées ou quagga;
- 3) la planification de la maintenance et de l'entretien;
  - a. système de pompage et de filtration,
  - b. nettoyage et entretien,
  - c. remplacement avec des matériaux moins propices à la fixation des moules,
  - d. coûts potentiels.

### Contrôle d'une population établie

---

Lorsque la moule zébrée ou la moule quagga est détectée en milieu naturel, son éradication est très improbable et très dispendieuse (revue dans Dahlberg et coll. 2023). Les quelques cas d'éradication ayant été documentés en milieu naturel sont des cas qui ont en commun un plus plusieurs des aspects suivants : lacs avec de petites superficies (moins de 1 km<sup>2</sup>), traitement au tout début de l'invasion (aucune évidence de reproduction), lac avec une concentration de calcium non optimale pour l'espèce, lac avec une valeur en termes d'usage anthropique plus importante qu'en termes de qualité écologique (p. ex. lac réservoir d'eau potable).

Des méthodes de contrôle à petite échelle (dans une baie, une marina ou une frayère) peuvent être envisagées. Toutefois, ces interventions coûteuses devront vraisemblablement être répétées chaque année.

Aucun programme de financement consacré au contrôle des moules envahissantes n'est présentement disponible au Québec ou ailleurs au Canada. De plus, le contrôle d'espèces envahissantes peut nécessiter une autorisation en vertu de lois fédérales et provinciales. Il est donc nécessaire de valider tout projet de contrôle auprès des ministères concernés.

**Tableau 6. Description sommaire des différentes méthodes de contrôle des moules zébrées et quaggas qui ont été essayées et qui sont répertoriées dans la littérature. À noter que toutes ces méthodes requièrent des autorisations selon les lois provinciales ou fédérales.**

| Méthode                     | Description                                                                                                                                                                                                                                         | Conditions                                                                                                                                                                                                                                                          | Références                                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Retrait manuel              | Le retrait manuel se fait en plongée, idéalement avec une bouteille d'oxygène, mais les secteurs moins profonds peuvent être faits en apnée.                                                                                                        | Population très circonscrite dans l'espace (p. ex. 3900 m <sup>2</sup> ), conditions environnementales non optimales pour l'espèce (Ca 12 mg/L)                                                                                                                     | Wimbush et coll. (2009)                                      |
| Bâchage                     | Utilisation de bâches lourdes et imperméables ancrées au fond de l'eau dans le but de recouvrir des populations de moules zébrées. Elles réduisent fortement l'accès à l'eau aux moules, et donc à l'oxygène et la nourriture.                      | Population circonscrite dans l'espace, habituellement sur des structures humaines comme des piliers ou des quais; conditions environnementales non optimales pour l'espèce; arrivée récente d'adultes dans le lac (moins d'une semaine) et absence de reproduction. | Wittmann et coll. (2012)                                     |
| Abaissement du niveau d'eau | Consiste à retirer toute l'eau d'un lac ou d'un cours d'eau, ou une partie de celle-ci, pendant une période suffisante pour tuer les moules. Cette méthode expose les moules zébrées à des températures trop chaudes l'été ou trop froides l'hiver. | Très petit plan d'eau, idéalement régulé par un barrage. Mesure complémentaire ou nécessaire à faire avant l'usage de pesticides.                                                                                                                                   | Leuven et coll. (2014)                                       |
| Potasse (pesticide)         | Composé de sel encapsulé (ce qui facilite son ingestion) qui interfère avec le fonctionnement des cellules épithéliales des moules.                                                                                                                 | Petit plan d'eau ou population circonscrite dans l'espace, conditions environnementales non optimales pour l'espèce.                                                                                                                                                | Waller et coll. (1993), Aldridge et coll. (2006), MPO (2014) |

## Conclusion

En somme, la prévention demeure la stratégie la plus rentable et durable pour gérer les risques associés aux moules envahissantes. La mise en œuvre concertée de mesures de prévention constitue le moyen le plus efficace pour limiter l'introduction et la propagation des moules envahissantes. En misant sur la vigilance, la sensibilisation et la coordination des acteurs concernés, il est possible de réduire grandement les risques pour les écosystèmes aquatiques et les usages qui en dépendent. De plus, toutes les mesures mises en œuvre pour prévenir la propagation des moules envahissantes permettront également de prévenir l'introduction d'autres espèces envahissantes.

## Références bibliographiques

- Aldridge, C. C., P. Elliott, et G. Moggridge. 2006. Microencapsulated Biobullets for the Control of Biofouling Zebra Mussels. *Environmental Science and Technology* **40**:975-979.
- Benson, A. J., D. Raikow, J. Larson, A. Fusaro, A. K. Bogdanoff, et A. Elgin. *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). <https://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?speciesID=5>. Accédé Revision Date: 5/17/2021, Access Date: 5/26/2021 2021.
- Bleitz, M., K. Walters, et L. J. A. 2024. A comparison of boat cleaning systems: invasive species removal, boater outreach and engagement, and cost. *Lake and Reservoir Management* **40**:43-56.
- Bossenbroek, J. M., D. C. Finnoff, J. F. Shogren, et T. W. Warziniack. 2009. Advances in ecological and economic analysis of invasive species: dreissenid mussels as a case study. Pages 244-265 in R. P. Keller, D. M. Lodge, M. A. Lewis, et J. F. Shogren, editors. *Bioeconomics of Invasive Species: Integrating Ecology, Economics, Policy, and Management*. Oxford University, Oxford.
- Chakraborti, R. K., S. Madon, et J. Kaur. 2016. Costs for Controlling Dreissenid Mussels Affecting Drinking Water Infrastructure: Case Studies. *Journal AWWA* **108**:E442-E453.
- Dahlberg, A. D., D. L. Waller, D. Hammond, K. Lund, et N. B. D. Phelps. 2023. Open water dreissenid mussel control projects: lessons learned from a retrospective analysis. *Scientific Reports* **13**:10410.
- De stasio, B. T., M. B. Schimpf, et B. H. Cornwell. 2014. Phytoplankton Communities in Green Bay, Lake Michigan after Invasion by Dreissenid Mussels: Increased Dominance by Cyanobacteria. *diversity* **6**:681-704.
- Haag, N. 2020. Displacement of the invasive zebra mussel by the similarly invasive quagga mussel: patterns and biological factors. Université Laval, Quebec.
- Higgins, S. N., et M. J. V. Zanden. 2010. What a difference a species makes: a meta—analysis of dreissenid mussel impacts on freshwater ecosystems. *Ecological Monographs* **80**:179-196.
- Karatayev, A. Y., et L. E. Burlakova. 2022. What we know and don't know about the invasive zebra (*Dreissena polymorpha*) and quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*) mussels. *Hydrobiologia*.
- Leuven, R. S. E. W., F. P. L. Collas, K. R. Koopman, J. Matthews, et G. V. D. Velde. 2014. Mass mortality of invasive zebra and quagga mussels by desiccation during severe winter conditions. *Aquat. Invasions* **9**:243–252.
- Mackie, G. L., et R. Claudi. 2010. Monitoring and control of macrofouling mollusks in fresh water systems. Second edition. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- MPO. 2014. Traitement contre la moule zébrée dans le lac Winnipeg. Rép. des Sci. 2014/031, Secr. can. de consult. sci. du MPO.
- Nelson, N. M. 2019. Enumeration of potential economic costs of dreissenid mussels infestation in Montana. University of Montana.
- Raikow, D. F., O. Sarnelle, A. E. Wilson, et S. K. Hamilton. 2004. Dominance of the noxious cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in low-nutrient lakes is associated with exotic zebra mussels. *Limnology and Oceanography* **49**:482-487.
- Ricciardi, A., et J. M. Hill. 2023. Passive transport of a zebra mussel attached to a freshwater fish: A novel *Dreissena* dispersal mechanism? *Biology Invasions* **25**:2057-2060.
- Ricciardi, A., et F. Whoriskey. 2004. Exotic species replacement: Shifting dominance of dreissenid mussels in the Soulages Canal, upper St. Lawrence River, Canada. *Journal of the North American Benthological Society* **23**:507-514.
- Therriault, T. W., A. M. Weise, H. S.N., S. Guo, et J. Duhaime. 2013. Risk Assessment for Three Dreissenid Mussels (*Dreissena polymorpha*, *Dreissena rostriformis bugensis*, and

- Mytilopsis leucophaeata*) in Canadian Freshwater Ecosystems. Research Document 2012/174, Canadian Science Advisory Secretariat.
- Waller, D. L., J. J. Rach, W. G. Cope, et L. L. Marking. 1993. Toxicity of Candidate Molluscicides to Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*) and selected nontarget organisms. *Journal of Great Lakes Research* **19**:695-702.
- Wilcox, M. A., A. M. Weise, A. J. Guerin, J. W. F. Chu, et T. W. Therriault. 2024. National Aquatic Invasive Species (AIS) Risk Assessment for Zebra (*Dreissena polymorpha*) and Quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*) Mussels, avril 2022. Avis Scientifique 2024/008, Secrétariat canadien de consultation scientifique de Pêches et Océans Canada.
- Wimbush, J., M. E. Frischer, J. W. Zarzynski, et S. A. Nierzwicki-Bauer. 2009. Eradication of colonizing populations of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) by early detection and SCUBA removal: Lake George, NY. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **19**:703-713.
- Wittmann, M., S. Chandra, J. Reuter, S. Schladow, B. Allen, et K. Webb. 2012. The Control of an Invasive Bivalve, *Corbicula fluminea*, Using Gas Impermeable Benthic Barriers in a Large Natural Lake. *Environmental management* **49**:1163-1173.