



MESURES D'ATTÉNUATION VISANT À RÉDUIRE LE RISQUE D'INTRODUCTION ET DE PROPAGATION D'ESPÈCES AQUATIQUES ENVAHISSANTES PAR LES DÉPLACEMENTS DES MOLLUSQUES ET MACROALGUES



Espèces aquatiques envahissantes croissant sur des boudins de moules (Crédit photo : Pêches et Océans Canada, région du Golfe).

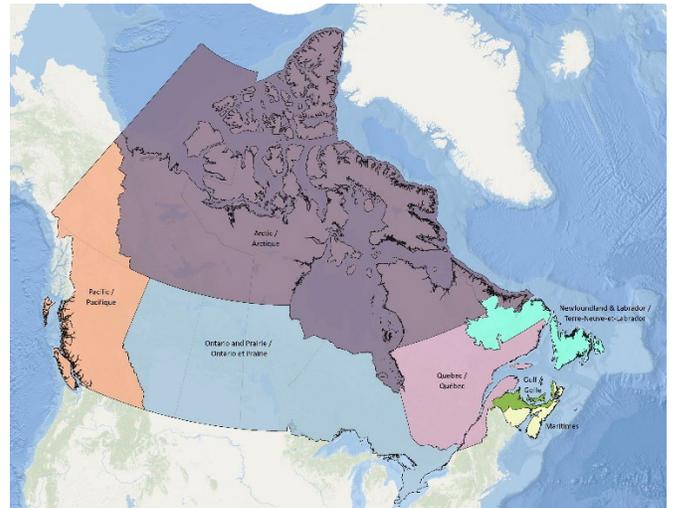


Figure 1. Carte des régions de Pêches et Océans Canada (MPO).

CONTEXTE

Les déplacements de mollusques et de macroalgues (p. ex. les transferts à des fins aquacoles) sont un important vecteur d'introduction et de propagation d'espèces aquatiques envahissantes (EAE) dans les écosystèmes marins. À ce jour, aucune étude exhaustive n'a été réalisée sur l'efficacité des traitements qui pourraient être utilisés au Canada pour tuer ou éliminer les EAE marines se trouvant sur des mollusques et macroalgues déplacés ni sur leurs effets sur ces espèces. Par conséquent, de nombreux traitements sont actuellement utilisés sans orientation ni uniformité à l'échelle nationale. La Direction de l'aquaculture (anciennement le Programme national de gestion de l'aquaculture) et le Programme national sur les espèces aquatiques envahissantes de Pêches et Océans Canada (MPO) ont l'intention d'utiliser le présent avis pour élaborer des normes (ou des lignes directrices) visant à réduire le risque de propagation des EAE. Ces normes fourniront des orientations sur les déplacements de mollusques et de macroalgues à un certain nombre d'organes directeurs, notamment les comités des introductions et des transferts du MPO. Les recommandations formulées dans le document pourraient guider la prise de décisions, y compris celles liées à la gestion et aux politiques

concernant l'atténuation des risques associés aux EAE au Canada, pour les espèces de mollusques et de macroalgues qui peuvent être des vecteurs d'EAE en milieu marin.

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs national sur l'Avis scientifique sur les mesures d'atténuation visant à réduire le risque de propagation des espèces aquatiques envahissantes (EAE) par le biais de transferts liés à l'aquaculture qui a été tenue du 12 au 14 décembre 2022. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

SOMMAIRE

- Les déplacements de mollusques et de macroalgues constituent un vecteur connu de l'introduction et de la propagation des espèces aquatiques envahissantes (EAE). Les traitements physiques ou chimiques sont l'un des moyens de réduire ce risque, bien qu'aucun examen complet de l'efficacité des options disponibles n'ait été réalisé au Canada.
- Pour comprendre l'efficacité et les limites des divers traitements, une analyse documentaire des options existantes a été réalisée. Elle a porté à la fois sur la mortalité et l'élimination des EAE et sur la survie des espèces de mollusques et de macroalgues déplacées.
- Aucun traitement unique ne s'est avéré applicable à toutes les EAE tout en maintenant la survie des mollusques dans le contexte des déplacements d'espèces.
- De nombreuses options de traitement physique et chimique ont été recensées comme étant efficaces (mortalité ou élimination à 100 %) pour tuer ou éliminer certaines EAE précises.
- De nombreuses options de traitement physique et chimique ont été recensées comme ayant des effets nuls ou faibles (taux de survie de 90 % ou plus) sur les espèces de mollusques et de crustacés déplacées, tandis que les effets sur les macroalgues déplacées demeurent une lacune importante.
- Seules quelques options de traitement physique et chimique applicables à plusieurs EAE, tout en maintenant en vie des espèces de mollusques déplacées, ont été recensées (voir les tableaux 3 et 4).
- Un certain nombre de considérations peuvent limiter l'utilité de ces traitements dans des contextes réels ou pour d'autres espèces d'EAE ou de mollusques et macroalgues.
- Les principales incertitudes comprennent la comparaison des résultats entre les taxons, les études sur le terrain et en laboratoire, les différentes conceptions expérimentales, les échelles et les méthodes de mesure de la mortalité des EAE, ainsi que l'utilisation de données quantitatives et qualitatives.
- Cette analyse documentaire a permis de cerner un nombre important de lacunes (p. ex. effets à long terme sur les espèces déplacées, manque de données sur les macroalgues, manque d'information à l'échelle commerciale) en ce qui concerne l'efficacité des traitements physiques et chimiques sur des EAE particulières et leurs effets sur les espèces déplacées (mollusques et macroalgues), en particulier les options de traitement combinées (p. ex., applications thermiques et chimiques).

D'autres considérations telles que les taxons, la saison et les caractéristiques propres au site (p. ex., température, salinité, pH, humidité) devront être prises en compte lors de l'application de cet avis.

INTRODUCTION

Les espèces aquatiques envahissantes (EAE) qui sont introduites ou qui se propagent au-delà de leur aire de répartition naturelle peuvent constituer une menace pour la biodiversité, l'économie et la société du Canada. Les déplacements de mollusques, de crustacés et de macroalgues sont considérés comme un vecteur important d'EAE. Il est donc crucial de prévenir les introductions et la propagation d'EAE. Le Code de conduite du Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) pour les introductions et transferts d'organismes marins fournit un cadre pour évaluer les nouvelles introductions volontaires, et recommande des procédures pour les espèces qui font partie des pratiques commerciales actuelles afin de réduire le risque d'introductions et de transferts indésirables (CIEM 2005). Les gouvernements fédéraux, provinciaux et territoriaux du Canada ont conjointement mis en œuvre le « Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques » (MPO 2017) afin de protéger les écosystèmes canadiens. Ainsi, des mesures d'atténuation des EAE peuvent être recommandées ou exigées comme condition de délivrance des permis afin de réduire le risque d'introduction et de transfert d'organismes aquatiques, en particulier d'EAE.

Bien que les mesures d'atténuation soient utilisées comme condition de délivrance des permis d'introduction et de transfert approuvés par le MPO, il n'existe pas de normes nationales du MPO pour les mesures d'atténuation proposées utilisées pour traiter les mollusques ou macroalgues déplacés afin de réduire le risque d'introduction et de propagation des EAE. À ce jour, aucune étude exhaustive n'a été menée sur l'efficacité des traitements qui pourraient être utilisés au Canada pour tuer ou éliminer les EAE marines sur les mollusques et les macroalgues ainsi que leurs effets sur ces organismes. En outre, de nombreuses méthodes sont actuellement utilisées sans orientation ou uniformité à l'échelle nationale. Une analyse documentaire de ces méthodes a donc été entreprise, limitée aux espèces d'invertébrés et de macroalgues en milieu marin, en mettant l'accent sur les EAE épibiontes, qui peuvent être transportées sur les espèces de mollusques et de macroalgues lors de leurs déplacements (p. ex., les transferts liés à l'aquaculture). Les espèces transportées à l'intérieur d'organismes (p. ex., celles qui vivent dans l'eau du manteau), ainsi que les virus, les bactéries, le phytoplancton et les protozoaires, n'entrent pas dans le cadre de ce travail. De nombreuses considérations peuvent limiter l'utilité des traitements dans le monde réel dans le contexte des espèces en déplacement, notamment : la facilité d'application et la faisabilité et praticité dans les conditions sur le terrain, les risques associés pour la santé et la sécurité, le coût et l'élimination. Ces considérations n'entrent pas dans le cadre de la présente étude et devront faire l'objet d'une évaluation plus approfondie.

Voici les objectifs précis du processus d'avis scientifique :

1. Examiner et caractériser les méthodes existantes pour atténuer le risque de propagation des EAE d'invertébrés et de macroalgues épibiontes marines lors des déplacements de mollusques et de macroalgues.
2. Évaluer l'efficacité des méthodes existantes pour tuer ou éliminer les invertébrés et les macroalgues épibiontes qui sont des EAE marines et leurs effets sur les espèces de mollusques et de macroalgues, y compris, mais non exclusivement, leur survie.
3. Fournir des options de traitement qui pourraient tuer ou éliminer les EAE tout en assurant la survie des espèces de mollusques et de macroalgues déplacés.
4. Déterminer les lacunes dans les données et les sources d'incertitude.

La Direction de l'aquaculture et le Programme national sur les espèces aquatiques envahissantes du MPO ont l'intention d'utiliser le présent avis pour élaborer des normes (ou des lignes directrices) visant à réduire le risque de propagation des EAE. Ces normes fourniraient une orientation relative aux déplacements de mollusques et de macroalgues, et seraient pertinentes pour les deux programmes ainsi que pour les comités régionaux des introductions et des transferts du MPO. Les recommandations pourraient être utilisées pour éclairer la prise de décisions liées à la gestion et aux politiques.

MÉTHODES

Une analyse documentaire des traitements physiques et chimiques utilisés comme mesures d'atténuation pour lutter contre les EAE et les épibiontes en milieu marin a été réalisée afin de documenter l'efficacité des traitements sur les EAE (c.-à-d. la mortalité et l'élimination) et leurs effets sur les espèces de mollusques et de macroalgues déplacées (c.-à-d. la survie). On a cherché des publications dans plusieurs sources, notamment Web of Science (Web of Knowledge), la Bibliothèque scientifique fédérale (WAVES) du MPO, Google Scholar (Google^{MC}) et ResearchGate, en tenant compte de toutes les publications jusqu'en novembre 2022. Il s'agissait d'articles de revues à comité de lecture, de rapports de gouvernements et de consultants (littérature secondaire ou grise), de sites Web pertinents et de communications personnelles ou d'avis d'experts, le cas échéant.

Des espèces d'EAE ou d'épibiontes représentatives de divers groupes fonctionnels et taxonomiques (tuniciers, bivalves, gastéropodes, crustacés, étoiles de mer, macroalgues, polychètes, bryozoaires, éponges et hydrozoaires) ont été sélectionnées en fonction de leur présence (ou de leur arrivée prévue) dans les milieux marins canadiens (tableau 1). Les espèces de mollusques (classées dans les catégories de petite et de grande taille) et de macroalgues connues pour avoir été ou être actuellement cultivées au Canada et susceptibles d'être déplacées d'un plan d'eau à un autre ont été incluses dans cette étude (tableau 2). Dans certains cas, lorsque les données étaient limitées pour une EAE ou une espèce déplacée en particulier, des données ont été incluses pour des EAE ou des espèces de mollusques et de macroalgues déplacées qui pouvaient servir de substituts adéquats pour une espèce ou un groupe taxonomique particulier. Les espèces de substitution ont été sélectionnées pour représenter les espèces cibles en fonction de leurs similarités morphologiques ou de leur parenté taxonomique avec l'espèce, de leur appartenance au même groupe fonctionnel ou de leur similitude en termes de préférences d'habitat ou de répartition.

Nous avons retenu les publications si elles satisfaisaient aux critères suivants :

1. Elles comprenaient une description détaillée d'un ou de plusieurs traitements physiques ou chimiques utilisés pour tuer ou éliminer les EAE ou les épibiontes de surface;
2. Elles comprenaient une évaluation quantitative ou qualitative de l'efficacité du traitement (mortalité, élimination) contre les EAE ou des répercussions (survie, viabilité ou croissance) sur l'espèce déplacée;
3. Elles pourraient s'appliquer au traitement des espèces de mollusques ou de macroalgues marines du Canada avant leur déplacement (p. ex. transferts aquacoles, permis expérimentaux scientifiques).

Les traitements les plus couramment recensés ont été évalués pour leur efficacité sur un sous-ensemble d'EAE et d'épibiontes en milieu marin ainsi que pour leurs effets sur une sélection d'espèces de mollusques et de macroalgues déplacées. Il s'agissait de pulvérisations (jets) et

d'immersions physiques (lavage sous pression, séchage à l'air, immersion dans de l'eau douce, exposition à la chaleur) et chimiques (composés à base de chlore, acide acétique, acide citrique, saumure, chaux hydratée, Virkon®) ou de combinaisons de traitements. Les traitements recensés comme des méthodes de gestion proactives et préventives (p. ex. contrôle biologique et mécanique) ont été considérés comme des méthodes à plus long terme qui ne seraient pas applicables dans le contexte à court terme des déplacements d'espèces (p. ex., transferts à des fins aquacoles) et ont donc été brièvement mentionnés dans le document de recherche, mais exclus de l'évaluation des méthodes de traitement. De même, on a exclu l'utilisation de certaines techniques d'atténuation de l'encrassement biologique, en particulier les agents antisalissures chimiques, les filets bioactifs (p. ex., le cuivre, le zinc, les peintures antisalissures) et la chaleur très élevée, toutes destinées au traitement des matériaux et des structures inorganiques, nuisibles à la survie et à la croissance des organismes cultivés et posant un risque pour l'environnement ou la santé humaine. Les traitements tels que la congélation et l'exposition à la chaleur extrême, qui sont efficaces pour causer la mortalité des EAE, mais qui provoquent également une mortalité importante des espèces déplacées, n'ont pas été inclus, car ils ne seraient pas utiles pour l'aquaculture ou les transferts scientifiques où le produit commercial ou scientifique doit être maintenu en vie. Les études et essais retenus ont été classés dans la catégorie « laboratoire » lorsque l'expérience a été menée dans un laboratoire où toutes les conditions ont été étroitement contrôlées, surveillées et mesurées, ou lorsque les expériences ont été menées à l'extérieur dans des réservoirs ou des seaux où certains paramètres ont été contrôlés. Les études ont été classées dans la catégorie « sur le terrain » lorsqu'elles ont été menées dans des fermes aquacoles, où les conditions étaient probablement plus vaguement contrôlées, surveillées ou mesurées.

Les données ont été classées selon le traitement et les espèces d'EAE visées et les espèces déplacées. Les paramètres de traitement (concentrations, temps d'exposition, température, etc.) et les taux d'élimination ou de mortalité (en pourcentage) ou de survie (en pourcentage) ont été signalés. Les résultats quantitatifs sur l'efficacité des traitements physiques et chimiques sur les EAE ont été classés comme efficaces lorsqu'ils ont entraîné une mortalité ou une élimination de 100 % des EAE. Les résultats quantitatifs sur les effets des traitements sur les espèces déplacées ont été indiqués dans les pourcentages de survie, et un traitement avec un taux de survie de 90 % ou plus des espèces déplacées a été considéré comme n'ayant aucun effet ou des conséquences minimales. Les résultats qualitatifs ont été qualifiés d'« efficaces » ou « non efficaces » et de « avec effet » ou « sans effet » selon leur efficacité sur les EAE et leurs répercussions sur les espèces déplacées, respectivement.

Les options de traitement les plus efficaces, létales (100 % ou qualitativement efficaces) pour le plus grand nombre d'EAE, ayant des effets nuls ou minimaux sur les espèces déplacées (taux de survie de 90 % ou plus, ou qualitativement sans effet) ont été recensées, ainsi que des mesures du niveau d'incertitude associé. Des niveaux d'incertitude (très élevée, élevée, modérée et faible) ont été attribués à chaque option de traitement pour chaque espèce (ou groupe taxonomique) d'EAE et espèce de mollusques déplacée. Les niveaux d'incertitude ont été attribués en fonction du nombre d'études accessibles, de leur qualité et de l'accord entre les études avec les options de traitement recensées. Lorsqu'un groupe taxonomique comprend plusieurs espèces (p. ex. les polychètes), le niveau d'incertitude augmente (car les résultats ne sont pas propres à une espèce). Les cotes d'incertitude n'ont pas été calculées pour les traitements inefficaces (voir Massé-Beaulne *et al.* 2025 pour obtenir de plus amples détails).

**Mesures d'atténuation visant à réduire le risque
d'introduction et de propagation d'EAE par les
déplacements des mollusques et macroalgues**

Région de la capitale nationale

Tableau 1. Espèces aquatiques envahissantes (EAE) et épibiontes en milieu marin qui ont été évaluées dans le présent travail.

Groupe représentatif	Espèces d'EAE et d'épibiontes
Tuniciers coloniaux	Botrylle étoilé (<i>Botryllus schlosseri</i>), botrylloïde violet (<i>Botrylloides violaceus</i>), didemne étendard (<i>Didemnum vexillum</i>) et diplosoma (<i>Diplosoma listerianum</i>)
Tuniciers solitaires	Ascidie plissée (<i>Styela clava</i>), ascidie jaune (<i>Ciona intestinalis</i>), ascidie sale (<i>Ascidia aspersa</i>) et raisin de mer (<i>Molgula manhattensis</i>)
Bivalves	Moule bleue (<i>Mytilus edulis</i>), moule méditerranéenne (<i>Mytilus galloprovincialis</i>), huître de l'Est (<i>Crassostrea virginica</i>) et huître creuse du Pacifique (<i>Crassostrea gigas</i>)
Gastropodes	Crépidules (<i>Crepidula fornicata</i> , <i>Crepidula adunca</i>) et bigorneaux-perceurs (<i>Urosalpinx cinerea</i> , <i>Eupleura caudata</i>)
Crustacés	Crabe vert européen (<i>Carcinus maenas</i>), crabe sanguin (<i>Hemigrapsus sanguineus</i>), caprelle japonaise (<i>Caprella mutica</i>) et balane commune (<i>Semibalanus balanoides</i>)
Étoiles de mer	Étoile de mer commune (<i>Asterias rubens</i>) et étoile de mer tachetée (<i>Evasterias troschellii</i>)
Macroalgues	Algue marine voleuse d'huîtres (<i>Codium fragile</i>), <i>Undaria</i> sp., <i>Cladophora</i> sp., <i>Ulva</i> sp., Rhodophyta, <i>Fucus</i> spp., <i>Gracilaria</i> sp., et <i>Caulerpa</i> sp.
Polychètes	Vers à tube [<i>Hydroides elegans</i> , <i>Spirobranchus paumotanus</i> (= <i>Pomatoceros taeniata</i>), <i>Sabella spallanzanii</i>], vers à boue (<i>Polydora ciliata</i> , <i>Polydora hoplura</i> , <i>Polydora websteri</i> , <i>Boccardia polybranchia</i>) et térébellides
Bryozoaires	Bryzoaire encroûtant de varech (<i>Membranipora</i> sp.), bryzoaire brun (bugule commune) (<i>Bugula neritina</i>), bryzoaire à croûte rouge (<i>Cryptosula pallasiana</i>) et <i>Schizoporella</i> spp.
Éponges	Éponge perforante (<i>Cliona celata</i>) et éponge calcaire (<i>Leucosolenia</i> sp.)
Hydrozoaires	Hydroïde à bouche rose (<i>Ectopleura crocea</i>)

**Mesures d'atténuation visant à réduire le risque
d'introduction et de propagation d'EAE par les
déplacements des mollusques et macroalgues**

Région de la capitale nationale

Tableau 2. Espèces de mollusques et de macroalgues cultivées au Canada (côtes de l'Atlantique et du Pacifique) qui ont été évaluées dans le cadre du présent travail. Moules (petites : <50 mm; grandes : ≥50 mm), huîtres et pétoncles (petits : <70 mm; grands : ≥70 mm).

Région	Groupe	Espèces déplacées et cultivées
Atlantique, Pacifique	Moules	Moule bleue (<i>Mytilus edulis</i>)
	Macroalgues	Laminaire sucrée (<i>Saccharina latissima</i>)
Atlantique	Huîtres	Huître de l'Est (<i>Crassostrea virginica</i>) et huître plate européenne (<i>Ostrea edulis</i>)
	Pétoncles	Pétoncle de baie (<i>Argopecten irradians</i>), pétoncle géant (<i>Placopecten magellanicus</i>) et pétoncle d'Islande (<i>Chlamys islandica</i>)
	Macroalgues	Laminaire à long stipe (<i>Saccharina longicruris</i>)
Pacifique	Moules	Moule méditerranéenne (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)
	Huîtres	Huître creuse du Pacifique (<i>Crassostrea gigas</i>)
	Pétoncles	Pétoncle du Japon (<i>Mizuhopecten yessoensis</i>)
	Myes	Palourde japonaise (<i>Ruditapes philippinarum</i> anciennement dénommé <i>Venerupis philippinarum</i>), palourde lustrée (<i>Nuttallia obscurata</i>) et panope du Pacifique (<i>Panopea generosa</i>)
	Macroalgues	Nereocystis de Lutke (<i>Nereocystis luetkeana</i>), algue géante (<i>Macrocystis pyrifera</i>), dulse du Pacifique (<i>Develarea mollis</i>), algue roseau (<i>Neogagarum fimbriatum</i>) et alarie succulente (<i>Alaria marginata</i>)

ÉVALUATION

Efficacité et effets des traitements

L'introduction et la propagation d'EAE par l'intermédiaire des déplacements de mollusques et de macroalgues peuvent être réduites en utilisant des traitements de contrôle. Plus de 200 références ont été prises en compte dans le cadre de cette analyse documentaire, notamment 115 publications scientifiques et rapports de littérature grise ont été examinés de manière plus approfondie afin d'évaluer l'efficacité de divers traitements physiques et chimiques pour l'élimination ou la mortalité des EAE et épibiontes en milieu marin, et pour déterminer leurs effets sur une sélection d'espèces de mollusques et de macroalgues déplacées. Les quatre types de traitements physiques (lavage sous pression, séchage à l'air, immersion dans de l'eau douce et exposition à la chaleur) décrits dans la littérature concernant les mesures d'atténuation pour la gestion des EAE marines ont donné lieu à un total de 64 sources documentaires (47 publications primaires et 17 rapports techniques). Au total, 32 sources documentaires (25 publications primaires et 7 rapports techniques) concernant la survie des espèces de mollusques déplacées exposées à ces traitements ont été incluses. L'examen a également permis de recenser une variété de traitements chimiques (composés à base de chlore, acide acétique, acide citrique, saumure, chaux, Virkon®) provenant de 51 sources documentaires (32 publications primaires et 19 rapports techniques), pour le contrôle des EAE marines. Au total, 31 sources documentaires (22 publications primaires et 9 rapports techniques) concernant la survie des espèces de mollusques déplacées exposées à des traitements chimiques, ont été

incluses. Enfin, quelques résultats de recherches sur les traitements physiques et chimiques non publiés ont été pris en compte.

Les traitements propres aux espèces tirés de l'analyse documentaire sont présentés dans Massé-Beaulne *et al.* (2025; voir les tableaux 5 à 10 pour obtenir des renseignements détaillés). Les options de traitement qui répondent aux critères d'efficacité pour tuer une gamme d'EAE (avec un taux de mortalité de 100 %) tout en n'ayant pas d'effet sur les espèces déplacées (taux de survie de 90 % à 100 %) ont été recensées afin d'éclairer les futures décisions de gestion (tableaux 3 et 4 pour les traitements physiques et chimiques, respectivement). Les niveaux d'incertitude associés sont présentés pour chaque EAE ou groupe fonctionnel, tant pour la mortalité des EAE que pour la survie des espèces déplacées.

Bien que de multiples traitements (p. ex., lavage sous pression, séchage de l'air, eau douce, eau de mer chauffée, acide acétique, saumure) aient été recensés comme efficaces pour tuer les espèces d'EAE ou d'épibiontes, tout en n'ayant aucun effet sur les espèces déplacées, aucun traitement n'a été jugé applicable à toutes les EAE tout en maintenant la survie des mollusques (taux de survie de 90 % ou plus) dans le contexte des déplacements d'espèces (tableaux 3 et 4). Les traitements étaient fondamentalement propres à l'espèce et à l'environnement, avec une variabilité considérable en ce qui a trait à la mortalité des EAE et à la survie des espèces déplacées. La dépendance contextuelle de ces traitements était fonction du type de traitement, de la durée, de l'intensité et de la méthode d'application, de l'emplacement, de la période de l'année ainsi que de l'espèce. En outre, très peu de données ont été trouvées sur les effets des traitements sur la survie des macroalgues déplacées et aucun traitement efficace pour tuer les EAE associées aux macroalgues cultivées au Canada n'a été recensé.

Mesures d'atténuation visant à réduire le risque d'introduction et de propagation d'EAE par les déplacements des mollusques et macroalgues

Région de la capitale nationale

Tableau 3. Résumé des traitements physiques pour les espèces aquatiques envahissantes (EAE) marines et les espèces déplacées. Les traitements efficaces sur certaines EAE ou certains épibiontes (100 % de mortalité, d'élimination, ou d'efficacité) et la survie des mollusques déplacés (taux de survie de 90 % ou plus, ou non touchée) sont basés sur un examen de la documentation scientifique sur les traitements contre les espèces suivantes : *Argopecten irradians* (AI), *Asciidiella aspersa* (AA), balanes (BA), *Botrylloides violaceus* (BV), *Botryllus schlosseri* (BS), bryozoaires (BZ), *Caprella mutica* (CMU), *Carcinus maenas* (CM), *Ciona intestinalis* (CI), *Codium fragile* (CF), *Crassostrea gigas* (CG), *Crassostrea virginica* (CV), *Didemnum vexillum* (DV), *Diplosoma listerianum* (DL), gastéropodes (GA), *Hemigrapsus sanguineus* (HM), hydrozoaires (HZ), macroalgues (MA), *Molgula* spp. (MO), *Mytilus edulis* (ME), *Mytilus galloprovincialis* (MG), *Ostrea edulis* (OE), *Placopecten magellanicus* (PM), polychètes (PL), étoiles de mer (SS), éponges (SP), et *Styela clava* (SC). Les niveaux d'incertitude associés sont fournis et sont basés sur les données accessibles, leur qualité et l'accord entre les études avec les options de traitement recensées. Il convient de noter que des cotes d'incertitude n'ont pas été calculées pour les traitements inefficaces. (p ou g) : petit ou grand. (juv.) : le traitement a été fait à des stades juvéniles ou jeunes. Voir Massé-Beaulne et al. (2025) pour obtenir des résultats détaillés.

Traitements physiques		Mortalité des EAE						Survie des espèces déplacées					
		EAE (100 % de mortalité ou d'efficacité)				Inefficace	Aucune donnée	Espèces déplacées (≥90 % de survie ou Non-touchée)				Touchée	Aucune donnée
		Incertain						Incertain					
		Faible	Modérée	Élevée	Très élevée			Faible	Modérée	Élevée	Très élevée		
Eau sous pression	700 lb/po ² ; 10 s	-	-	-	-	BS, BV, CM ⁵ , GA ⁵ , ME(g) ⁵ , ME(p), SS ⁵	AA, BA, BZ, CF, CG(p/g), CI ^{1,5} , CMU, CV(p/g), DL, DV ¹ , HM, HZ, MA ¹ , MG(p/g), MO, PL, SC, SP	-	ME(p)	ME(g) ⁵	-	-	AI(p/g), CG(g) ³ , CG(p), CV(p/g), MG(p/g), OE(p/g), PM(p/g)
Séchage à l'air	24 h	CI	BS, BV ⁵ , SC	AA ⁵ , CF ⁵ , DL ⁵ , DV ⁵ , MA, MG(p), PL	MO ⁵	BA, BZ ⁵ , CV(p), GA ⁵ , ME(p), MG(g), SP ⁵	CG(g) ¹ , CG(p), CM ¹ , CMU, CV(g), HM, HZ, ME(g) ¹ , SS	-	CV(p), ME(p)	MG(g)	-	MG(p)	AI(p/g), CG(g) ³ , CG(p), CV(g), ME(g) ³ , OE(p/g), PM(p/g)
Immersion dans de l'eau douce	24 h	CF, CMU, SC	BS, BV, PL	DV, MA	SP ⁵	CV(g) ⁵ , CV(p), HM, ME(p)	AA, BA, BZ, CG(p/g) ² , CI ² , CM ^{2,5} , DL, GA, HZ ² , ME(g), MG(g) ² , MG(p), MO, SS	-	ME(p)	CV(g)	CV(p)	-	AI(p/g), CG(p/g) ⁴ , ME(g), MG(g) ⁴ , MG(p), OE(g), OE(p) ⁴ , PM(g), PM(p) ⁴

Traitements physiques		Mortalité des EAE						Survie des espèces déplacées					
		EAE (100 % de mortalité ou d'efficacité)				Inefficace	Aucune donnée	Espèces déplacées (≥90 % de survie ou Non-touchée)				Touchée	Aucune donnée
		Incertitude						Incertitude					
		Faible	Modérée	Élevée	Très élevée	Faible	Modérée	Élevée	Très élevée				
Immersion dans de l'eau douce et séchage à l'air	8 h + 1 h	-	-	BS, BV, DL, DV	-	CV(g) ⁵ , ME(p)	AA, BA, BZ, CF, CG(p/g), CI, CM, CMU, CV(p), GA, HM, HZ, MA, ME(g), MG(g) ² , MG(p), MO, PL ¹ , SC, SP, SS	-	-	CV(g), ME(p)	-	-	Al(p/g), CG(p/g), CV(p), ME(g), MG(p/g) ⁴ , OE(p/g), PM(p/g)
	Jet d'eau douce et séchage à l'air	10 min + 1 h	-	-	BS, BV, DL, DV	-	ME(p)	AA, BA, BZ, CF, CG(p/g), CI, CM, CMU, CV(p/g), GA, HM, HZ, MA, ME(g), MG(p/g), MO, PL, SC, SP, SS	-	-	ME(p)	-	-
Immersion dans de l'eau de mer chauffée	50 °C; 60 s	CI	MA, ME(p/g), MG (p/g), SC	CM(juv.), HZ	CF, SS ⁵	CG(p), CV(p/g), PL	AA, BA ¹ , BS, BV ¹ , BZ ¹ , CM(adultes) ¹ , CMU ¹ , CG(g) ² , DL, DV ¹ , GA, HM, MO, SP	CG(p)	ME(g) ⁵	-	-	ME(p), MG(p/g), OE(p)	Al(p/g), CG(g) ⁴ , CV(g) ^{4,5} , CV(p) ⁴ , OE(g), PM(p/g)
	60 °C; 10 s	-	CI, MA, ME(p/g), MG(p)	CM(juv.), HZ	CF, SS ⁵	CG(p), CV(p/g), MG(g), PL, SC	AA, BA ¹ , BS, BV ¹ , BZ ¹ , CG(g) ² , CM(adultes) ¹ , CMU ¹ , DL, DV ¹ , GA, HM, MO, SP	CG(p)	CV(p; 55–65 mm)	-	CV(g) ⁵	CV(p; 35–45 mm), ME(p/g), MG(p/g) OE(p)	Al(p/g), CG(g) ⁴ , OE(g), PM(p/g)

Région de la capitale nationale

Mesures d'atténuation visant à réduire le risque d'introduction et de propagation d'EAE par les déplacements des mollusques et macroalgues

Traitements physiques		Mortalité des EAE						Survie des espèces déplacées					
		EAE (100 % de mortalité ou d'efficacité)				Inefficace	Aucune donnée	Espèces déplacées (≥90 % de survie ou Non-touchée)				Touchée	Aucune donnée
		Incertitude						Incertitude					
		Faible	Modérée	Élevée	Très élevée	Faible	Modérée	Élevée	Très élevée				
	60 °C; 30 s	SC	CI, MA, ME(p/g), MG(p)	CM(juv.), HZ	BA, CF, SS ⁵	CG(p), CV(p/g), MG(g), PL	AA, BS, BV ¹ , BZ ¹ , CG(g) ² , CM(adultes) ¹ ⁵ , CMU ¹ , DL, DV ¹ , GA, HM, MO, SP	CG(p)	-	-	CV(g) ⁵	CV(p), ME(p/g), MG(p/g), OE(p)	AI(p/g), CG(g) ⁴ , OE(g), PM(p/g)
Vapeur	100 °C; 50 lb/po ²	-	-	-	MA, SC	-	AA, BS, BV, CI, DL, DV, HM, MO	-	-	-	-	-	-

¹Aucune donnée avec ces paramètres; 100 % de mortalité avec d'autres paramètres (voir le tableau 5 détaillé dans Massé-Beaulne *et al.* 2025)

²Aucune donnée avec ce paramètre; inefficace avec d'autres paramètres (voir le tableau 5 détaillé dans Massé-Beaulne *et al.* 2025)

³Aucune donnée avec ces paramètres; touchée par d'autres paramètres (voir le tableau 8 détaillé dans Massé-Beaulne *et al.* 2025)

⁴Aucune donnée avec ces paramètres; 90 % ou plus de survie avec d'autres paramètres (voir le tableau 8 détaillé dans Massé-Beaulne *et al.* 2025)

⁵D'après les résultats qualitatifs seulement

Mesures d'atténuation visant à réduire le risque d'introduction et de propagation d'EAE par les déplacements des mollusques et macroalgues

Région de la capitale nationale

Tableau 4. Résumé des traitements chimiques pour les espèces aquatiques envahissantes (EAE) marines et les espèces déplacées. Les traitements efficaces sur certaines EAE ou certains épibiontes (100 % de mortalité, d'élimination ou d'efficacité) et la survie des mollusques déplacés (taux de survie de 90 % ou plus, ou non touchée) sont basés sur un examen de la documentation scientifique sur les traitements contre les espèces suivantes : *Argopecten irradians* (AI), *Asciidiella aspersa* (AA), balanes (BA), *Botrylloides violaceus* (BV), *Botryllus schlosseri* (BS), bryozoaires (BZ), *Caprella mutica* (CMU), *Carcinus maenas* (CM), *Ciona intestinalis* (CI), *Codium fragile* (CF), *Crassostrea gigas* (CG), *Crassostrea virginica* (CV), *Didemnum vexillum* (DV), *Diplosoma listerianum* (DL), gastéropodes (GA), *Hemigrapsus sanguineus* (HM), hydrozoaires (HZ), macroalgues (MA), *Molgula* spp. (MO), *Mytilus edulis* (ME), *Mytilus galloprovincialis* (MG), *Ostrea edulis* (OE), *Placopecten magellanicus* (PM), polychètes (PL), étoiles de mer (SS), éponges (SP), et *Styela clava* (SC). Les niveaux d'incertitude associés sont fournis et sont basés sur les données accessibles, leur qualité et l'accord entre les études avec les options de traitement recensées. Il convient de noter que des cotes d'incertitude n'ont pas été calculées pour les traitements inefficaces. Les nombres entre crochets sont les concentrations de produit chimique. (p/g) : petit/grand. (juv.) : le traitement a été fait à des stades juvéniles ou jeunes. Voir Massé-Beaulne et al. (2025) pour obtenir des résultats détaillés.

Traitements chimiques		Mortalité des EAE						Survie des espèces déplacées					
		EAE (100 % de mortalité ou d'efficacité)				Inefficaces	Aucune donnée	Espèces déplacées (≥90 % de survie ou Non touchée)				Touchée	Aucune donnée
		Incertitude						Incertitude					
		Faible	Modérée	Élevée	Très élevée	Faible	Modérée	Élevée	Très élevée				
Immersion dans de l'hypochlorite de sodium	[0,5 %]; 20 s	-	-	DV	BV	CM ⁵ , MG(p), PL ⁵	AA, BA, BS, BZ, CF, CG(g) ² , CG(p), CI ² , CMU, CV(p/g), DL, GA, HM, HZ, MA ¹ , ME(g), ME(p) ¹ , MG(g) ² , MO, SC ¹ , SS, SP	-	-	MG(p)	-	-	AI(p/g), CG(g) ⁴ , CG(p), CV(p/g), ME(g), ME(p) ³ , MG(g) ⁴ , OE(p/g), PM(p/g)
	[0,01 %] ; 12 h	-	-	-	SC	CG(g)	AA, BA, BS, BV ¹ , BZ, CF, CG(p), CI ² , CM ^{2,5} , CMU, CV(p/g), DL, DV ¹ , GA, HM, HZ, MA ¹ , ME(g), ME(p) ¹ , MG(g) ² , MG(p) ¹ , MO, PL ^{2,5} , SP, SS	-	-	MG(p)	CG(g) ⁵	-	AI(p/g), CG(p), CV(p/g), ME(g), ME(p) ³ , MG(g) ⁴ , OE(p/g), PM(p/g)
Immersion dans de l'acide acétique [4 ou 5 %]	30 s	-	BZ, CI, DV ⁵ , HZ, ME(p)	BV, SS	-	BA ⁵ , CG(p/g), CV(g), CV(p) ⁵ , GA ⁵ , MG(p/g), PL ⁵	AA, BS ^{1,5} , CF, DL, CM, CMU, HM, MA ¹ , ME(g) ² , MO, SC ¹ , SP ^{1,5}	CG(p), MG(p/g)	OE(p)	-	-	CG(g), CV(g), ME(p/g)	AI(p/g), CV(p), OE(g), PM(p/g)
	1 min	BV, BZ, CI	DV ⁵ , HZ, ME(p), SC	BS ⁵ , MA, PL ⁵ , SS	-	BA ⁵ , CG(p/g), CV(p) ⁵	AA, CF, CM, CMU, CV(g) ² , DL,	MG(p/g)	CG(p), OE(p)	-	-	CG(g), CV(g), ME(p/g)	AI(p/g), CV(p),

Mesures d'atténuation visant à réduire le risque d'introduction et de propagation d'EAE par les déplacements des mollusques et macroalgues

Région de la capitale nationale

Traitements chimiques	Mortalité des EAE						Survie des espèces déplacées						
	EAE (100 % de mortalité ou d'efficacité)					Inefficaces	Aucune donnée	Espèces déplacées (≥90 % de survie ou Non touchée)				Touchée	Aucune donnée
	Incertitude				Faible			Modérée	Élevée	Très élevée			
	Faible	Modérée	Élevée	Très élevée									
						GA ⁵ , MG(p/g)	HM, ME(g) ² , MO, SP ^{1,5}						OE(g), PM(p/g)
	5 min	BV, BZ, CI, ME(p)	DV ⁵ , HZ, MA, SC	BS ⁵ , CG(g), PL ⁵ , SS	-	CV(s ⁵), GA ⁵ , MG(p/g)	AA, BA ² , CF, CG(p) ² , CM, CMU, CV(g) ² , DL, HM, ME(g) ² , MO, SP ^{1,5}	-	-	-	-	CG(g), CV(g), ME(p/g)	AI(p/g), CG(p) ⁴ , CV(p), MG(p/g) ⁴ , OE(g), OE(p) ⁴ , PM(p/g)
Immersion dans de l'acide acétique [4 ou 5 %] et séchage à l'air	5 min + 1 h	-	-	AA, BS, BV, CI, DL, DV, ME(p)	-	-	BA, BZ ^{1,5} , CF, CG(p/g), CM, CMU, CV(p/g), GA, HM, HZ, MA ¹ , ME(g), MG(p/g) ² , MO, PL ^{1,5} , SC, SP, SS	-	-	-	-	ME(p)	AI(p/g), CG(p/g), CV(p/g), ME(g), MG(p/g) ³ , OE(p/g), PM(p/g)
	4 min + 24 h	-	-	BS ⁵ , BV ⁵ , CI ⁵ , MA, PL ⁵	BZ ⁵	MG(p/g)	AA ¹ , BA, CF, CG(p/g), CM, CMU, CV(p/g), DL ¹ , DV ¹ , GA, HM, HZ, MO, ME(g), ME(p) ¹ , SC, SP, SS	-	-	-	-	ME(p) ⁵ , MG(p/g)	AI(p/g), CG(p/g), CV(p/g), ME(g), OE(p/g), PM(p/g)
Immersion dans de l'acide citrique [5 %]	10 s	-	-	HZ	-	CI, MA, MG(p/g), SC	AA, BA, BS, BV, BZ, CF, CG(p/g), CM, CMU, CV(p/g), DL, DV, GA, HM, ME(p/g), MO, PL, SP, SS	-	-	MG(p/g), OE(p)	-	-	AI(p/g), CG(p/g), CV(p/g), ME(p/g), OE(g), PM(p/g)
Immersion en saumure saturée [300 ppt]	15 min	-	CF, MA ⁵ , MO ⁵ , SP ⁵ , SS ⁵	-	-	BA ⁵ , CG(p), CV(p/g), ME(p), MG(g), PL	AA, BS, BV ^{2,5} , BZ, CG(g) ² , CI ² , CM, CMU, DL, DV ¹ , GA ^{2,5} , HM, HZ, ME(g), MG(p), SC ²	ME(p)	CV(p)	CG(p), CV(g), OE(p)	MG(g)	PM(p)	AI(p/g), CG(g) ⁴ , ME(g), MG(p), OE(g), PM(g)
Immersion en saumure saturée [300 ppt] et séchage à l'air	15 min + 2 h	AA, BS, CI ⁵ , DL, DV,	BV, CF, SP	PL ⁵	GA	CG(g), CM ⁵ , ME(p)	BA, BZ, CG(p), CMU, CV(p/g) ² , HM, HZ, MA, MG(p/g), SS ¹ , ME(g) ^{2,5}	-	-	-	-	-	AI(p/g), CG(g) ³ , CG(p), CV(p/g) ⁴ , ME(p) ⁴ , ME(g)

Mesures d'atténuation visant à réduire le risque d'introduction et de propagation d'EAE par les déplacements des mollusques et macroalgues

Région de la capitale nationale

Traitements chimiques		Mortalité des EAE						Survie des espèces déplacées					
		EAE (100 % de mortalité ou d'efficacité)				Inefficaces	Aucune donnée	Espèces déplacées (≥90 % de survie ou Non touchée)				Touchée	Aucune donnée
		Incertitude						Incertitude					
		Faible	Modérée	Élevée	Très élevée	Faible	Modérée	Élevée	Très élevée				
		MO, SC										MG(p/g), OE(p/g), PM(p/g)	
	30 s + 1 h	BS	BV, CI ⁵ , DL, DV	-	-	CG(g), CM ⁵ , CV(p/g), ME(g) ⁵ , ME(p)	BA, BZ, CF ¹ , CG(p), CMU, GA ¹ , HM, HZ, MA, MG(p/g), MO ¹ , PL ^{1,5} , SC ¹ , SP ¹ , SS ¹	-	ME(p)	CV(g)	CV(p)	-	AI(p/g), CG(g) ³ , CG(p), ME(g), MG(p/g), OE(p/g), PM(p/g)
Immersion dans de la chaux hydratée [4 %]	5 min	MO ⁵	CF	BV ⁵ , SC ⁵	BS ⁵ , BZ ⁵ , HZ ⁵ , SS ⁵	BA ⁵ , CG(g), CI, CM, CV(p/g), DV, GA ⁵ , ME(p/g), SP	AA, CG(p), CMU, DL, HM, MA, MG(p/g), PL	CV(p/g)	ME(g)	AI(g), CG(g)	-	PM(p)	AI(p), CG(p), ME(p) ⁴ , MG(p/g), OE(p/g), PM(g)
Immersion en saumure saturée [300 ppt] avec chaux hydratée [4 %] et séchage à l'air	1 min + 1 h	-	-	BS ⁵ , BV ⁵	CI ⁵	-	AA, BA, BZ, CF, CG(p/g), CM, CMU, CV(p/g) ^{2,5} , DL, DV, GA, HM, HZ, MA, ME(p/g), MG(p/g), MO, PL, SC, SP, SS	-	-	-	-	-	AI(p/g), CG(p/g), CV(p/g) ^{4,5} , ME(p/g), MG(p/g), OE(p/g), PM (p/g)
Virkon® [3 %]	30 s	-	-	CI(juv.)	-	ME(g)	AA, BA, BS, BV, BZ, CF, CG(p/g), CI(adultes) ² , CM, CMU, CV(p/g), DL, DV, GA, HM, HZ, MA, MO, ME(p), MG(p/g), PL, SC, SP, SS	-	-	ME(g)	-	-	AI(p/g), CG(p/g), CV(p/g), ME(p), MG(p/g), OE(p/g), PM(p/g)

¹Aucune donnée avec ces paramètres; 100 % de mortalité avec d'autres paramètres (voir les tableaux 6 et 7 détaillés dans Massé-Beaulne *et al.* 2025)

²Aucune donnée avec ce paramètre; inefficace avec d'autres paramètres (voir les tableaux 6 et 7 détaillés dans Massé-Beaulne *et al.* 2025)

³Aucune donnée avec ces paramètres; touchée par d'autres paramètres (voir les tableaux 9 et 10 détaillés dans Massé-Beaulne *et al.* 2025)

⁴Aucune donnée avec ces paramètres; ≥90 % de survie avec d'autres paramètres (voir les tableaux 9 et 10 détaillés dans Massé-Beaulne *et al.* 2025)

⁵D'après les résultats qualitatifs seulement

Sources d'incertitude

Il a été difficile de tirer des conclusions générales, car les résultats étaient souvent très variables d'une étude à l'autre, ce qui a souvent conduit à des conclusions contradictoires ou contre-intuitives, probablement en raison des différences dans la conception expérimentale, les méthodes et la logistique, la période de l'année et les variables physiques (p. ex., l'humidité de l'air) entre les études.

Cet examen a mis en évidence les nombreuses lacunes dans l'information concernant les EAE individuelles, les espèces déplacées et les traitements. Très peu de données étaient accessibles pour la plupart des stades juvéniles des EAE et des macroalgues en général. De même, des lacunes ont été constatées en ce qui concerne les effets à court et à long terme des traitements sur les espèces déplacées, en particulier pour les premiers stades du cycle biologique et les macroalgues. Aucune étude n'a été menée à l'échelle commerciale. Très peu d'études ont examiné l'effet de la saisonnalité sur l'efficacité ou les effets du traitement. En outre, d'autres groupes taxonomiques (EAE ou espèces déplacées) pourraient être pris en considération à l'avenir, ce qui pourrait nécessiter des techniques de traitement différentes.

Les résultats liés à la mortalité et à la survie extraits de la littérature étaient soit quantitatifs, soit qualitatifs. Les différences de résolution ont donc contribué à l'incertitude des conclusions. Par exemple, les résultats qualitatifs sur la mortalité (efficace ou non efficace) ou la survie (avec ou sans effet) peuvent ou non être comparés aux études quantitatives avec des contrôles qui ont caractérisé l'efficacité du traitement pour tuer les EAE (100 % de mortalité) ou maintenir en vie les espèces déplacées (taux de survie de 90 % ou plus). Il convient donc d'être prudent lors de l'examen des seuls résultats qualitatifs.

La majorité des études publiées examinées présentaient différentes conceptions expérimentales, échelles, conditions et méthodes de mesure de la mortalité des EAE et de la survie des espèces déplacées, ce qui a contribué au niveau d'incertitude et a limité les comparaisons d'efficacité entre les études. De plus, une multitude de facteurs environnementaux peuvent influencer l'efficacité de traitements précis, notamment la température, la salinité, le pH et l'humidité relative, qui n'ont peut-être pas été examinés dans les études. En outre, de nombreuses études ont été menées dans des conditions de laboratoire et les résultats ne se traduisent pas nécessairement par des options tout aussi efficaces dans des applications réelles.

La plupart des publications incluses dans cette analyse documentaire ont évalué la mortalité des EAE après traitement ou la survie des organismes sur des échelles de temps relativement courtes (p. ex., immédiatement ou en quelques minutes, pendant des heures ou des jours, pendant des semaines ou des mois). Par conséquent, les répercussions à long terme (effets chroniques) sur les espèces de mollusques et de macroalgues déplacées sont largement inconnues.

Bien que plusieurs options de traitement aient été recensées dans le cadre de cet examen, il y avait étonnamment peu d'information sur la manière dont les combinaisons de traitements peuvent être plus efficaces pour tuer les EAE tout en assurant la survie des espèces déplacées. Des recherches supplémentaires sont nécessaires sur la manière dont les divers traitements physiques et chimiques pourraient être utilisés en combinaison pour être plus efficaces et sur les contributions relatives spécifiques de chaque traitement.

CONCLUSIONS ET AVIS

L'analyse documentaire a permis de documenter l'efficacité des traitements physiques et chimiques existants pour tuer ou éliminer des EAE particulières (espèces d'invertébrés et de macroalgues; tableau 1) et les effets de ces traitements sur les espèces de mollusques et de macroalgues déplacées (tableau 2). Bien que de multiples traitements (p. ex., lavage sous pression, séchage de l'air et immersion en eau douce, en eau de mer chauffée, dans de l'acide acétique ou dans de la saumure) aient été recensés comme efficaces pour tuer certaines EAE, tout en n'ayant aucun effet sur les espèces déplacées, ces traitements étaient fondamentalement propres à l'espèce et à l'environnement, avec une variabilité considérable de la mortalité des EAE et de la survie des espèces déplacées. La dépendance de ces traitements par rapport au contexte était fonction du type de traitement, de la durée, de l'intensité et de la méthode d'application, du lieu, de la période de l'année, des paramètres environnementaux et des espèces. Il est donc difficile de tirer des conclusions générales concernant le traitement des EAE dans les trois océans du Canada et leurs répercussions sur les espèces d'intérêt qui sont déplacées. Toutefois, il a été possible de recenser certains traitements qui ont entraîné une forte mortalité des EAE (100 %) avec des effets limités sur les espèces déplacées (taux de survie de 90 % ou plus) qui peuvent éclairer les futures décisions de gestion (voir les tableaux 3 et 4). En outre, afin d'aider les gestionnaires à déterminer les options de traitement pour une situation particulière, un schéma a été élaboré afin de leur montrer comment obtenir les meilleures options, selon deux scénarios : atténuer le risque lié à une gamme d'EAE ou cibler une EAE en particulier (tableau 5). Cet outil de décision n'est pas normatif, mais met plutôt en évidence les options de traitement des EAE qui comprennent également les effets potentiels sur les espèces déplacées. Comme l'indique le tableau 5, compte tenu de la forte variabilité propre à chaque espèce et au traitement appliqué, il est recommandé de se référer à Massé-Beaulne *et al.* (2025) pour les traitements propres aux espèces, car les exigences (durée d'exposition, températures, etc.) peuvent être différentes de celles présentées dans les tableaux 3 et 4 pour une espèce donnée.

En résumé, l'analyse documentaire a permis de recenser plusieurs options de traitement applicables à certaines EAE (tout en maintenant en vie les espèces déplacées), les principales incertitudes et les lacunes qui subsistent dans les connaissances, ainsi que les besoins futurs en matière de recherche. Il convient de noter les points suivants.

- Aucun traitement unique ne s'est avéré applicable à toutes les EAE tout en maintenant la survie des mollusques dans le contexte de leur déplacement.
- Quelques options de traitement physique et chimique applicables à plusieurs EAE, tout en maintenant en vie des espèces de mollusques déplacées, ont été recensées (voir les tableaux 3 et 4).
- Le type de traitement le plus approprié (parmi les options de traitement les plus applicables résumées dans les tableaux 3 et 4) dépend de l'EAE, ou de la gamme d'EAE, à traiter et des espèces à déplacer (consulter le tableau 5 pour voir une conceptualisation du processus permettant de connaître les options recommandées, en fonction des EAE et des espèces déplacées).
- Les principales incertitudes découlent de la grande variabilité des résultats en raison des différences entre les taxons; des différences entre les études sur le terrain et les études en laboratoire; des différences entre les modèles expérimentaux, des échelles et des méthodes

de mesure de la mortalité des EAE; et de l'utilisation de données quantitatives par rapport aux données qualitatives pour évaluer l'efficacité et les effets.

- Cette analyse documentaire a permis de cerner un nombre important de lacunes en ce qui a trait à l'efficacité des traitements physiques et chimiques pour certaines EAE et à leurs répercussions sur les espèces déplacées (mollusques et macroalgues). Il s'agit notamment d'un manque d'études sur les conséquences à long terme ou sublétales sur les espèces déplacées, de données sur les macroalgues déplacées, d'études à l'échelle commerciale et de recherches sur la variation temporelle de l'efficacité et des effets des traitements. Il y a une pénurie particulière de données sur les options de traitement combinées.

**Mesures d'atténuation visant à réduire le risque
d'introduction et de propagation d'EAE par les
déplacements des mollusques et macroalgues**

Région de la capitale nationale

Tableau 5. Conceptualisation d'un processus à utiliser par les gestionnaires pour sélectionner les types de traitement les plus appropriés afin de maximiser à la fois la mortalité des espèces aquatiques envahissantes (EAE) et la survie des espèces de mollusques déplacées (p. ex. transferts aquacoles, transferts scientifiques).

Étape 1 Cherchez-vous à atténuer le risque d'un ensemble d'EAE (ou la menace d'une EAE inconnue) ou à cibler une seule EAE?	
Scénario A Ensemble d'EAE ou EAE inconnue	Scénario B Propre à l'espèce (ciblant une seule EAE)
<p>Étape 2A Recensez dans les tableaux 3 et 4 les options de traitement physique et chimique efficaces possibles pour tous les groupes d'EAE préoccupantes (p. ex., tuniciers coloniaux, bryozoaires, <i>Codium fragile</i>) qui garantissent également une survie élevée des espèces déplacées (p. ex. <i>Mytilus edulis</i> de petite taille — « ME(p) » dans les tableaux 3 et 4).</p> <p>Étape 3A À partir des options de traitement recensées à l'étape 2A, évaluez la faisabilité et l'applicabilité des traitements, qui dépendent du contexte, et déterminez les traitements optimaux dans la situation donnée.</p> <p>Étape 4A Recommandez ou mettre en œuvre les traitements optimaux pour la situation donnée.</p>	<p>Étape 2B Recensez dans les tableaux 3 et 4 les options de traitement physique et chimique efficaces possibles pour les EAE en question (p. ex. <i>Ciona intestinalis</i>, qui fait partie des tuniciers solitaires – « CI » dans les tableaux 3 et 4) qui garantissent également une survie élevée des espèces déplacées (p. ex. <i>Mytilus edulis</i> de petite taille — « ME(p) » dans les tableaux 3 et 4).</p> <p>Étape 3B À partir des options de traitement recensées à l'étape 2B, trouvez les traitements optimaux propres à l'espèce d'EAE ciblée (p. ex., <i>C. intestinalis</i>; voir les tableaux 5 à 7; Massé-Beaulne <i>et al.</i> 2025) qui assurent l'efficacité du traitement pour cette EAE particulière et la survie élevée de l'espèce déplacée (p. ex., <i>Mytilus edulis</i> de petite taille; voir les tableaux 8 à 10; Massé-Beaulne <i>et al.</i> 2025).</p> <p>Étape 4B À partir des options de traitement recensées à l'étape 3B, évaluez la faisabilité et l'applicabilité des traitements, qui dépendent du contexte, et déterminez les traitements optimaux dans la situation donnée.</p> <p>Étape 5B Recommandez ou mettre en œuvre les traitements optimaux pour la situation donnée.</p>

FAISABILITÉ ET AUTRES CONSIDÉRATIONS

Bien qu'un grand nombre d'options de traitement efficaces aient été recensées dans la littérature pour le contrôle des EAE marines, tout en assurant la survie des espèces déplacées, il existe un certain nombre de considérations qui peuvent limiter leur utilité dans des contextes réels, notamment : la facilité d'application et l'aspect pratique dans des conditions sur le terrain, les risques associés en matière de santé et de sécurité, le coût et l'élimination. Par exemple, il se peut que de l'eau douce en quantité suffisante ne soit pas facilement accessible dans certains endroits, qu'il ne soit pas possible de chauffer ou de refroidir les traitements par immersion dans certains sites, ou encore que cela soit trop coûteux ou prenne trop de temps pour certaines petites exploitations. Bien que cela sorte du cadre du présent processus du SCAS, des traitements précis feront l'objet de considérations logistiques supplémentaires.

De plus, certains des traitements qui ont été jugés inefficaces (ou qui peuvent être efficaces, mais qui présentent des niveaux élevés d'incertitude) peuvent être efficaces à des concentrations, des pressions, des températures ou des durées d'exposition différentes. Des recherches futures pourraient permettre d'affiner ces méthodes de traitement et de déterminer le moment auquel elles deviennent efficaces.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Affiliation	Rôle	Titre
Angus, Randy	Confédération des Mi'kmaq de l'Île-du-Prince-Édouard	Examineur externe (communautés autochtones)	Directeur, Gestion intégrée des ressources
Beauchamp, Brittany	Pêches et Océans Canada, région de la capitale nationale	Sciences de l'aquaculture, Gestion de programme	Gestionnaire, Sciences de l'aquaculture durable
Bernier, Renée	Pêches et Océans Canada, région du Golfe	Coauteure (coresponsable)	Biologiste
Cahill, Patrick	Cawthron Institute, Nouvelle-Zélande	Examineur externe (recherche)	Gestionnaire, groupe de la biosécurité
Careen, Ellen	Pêches et Océans Canada, région de Terre-Neuve-et-Labrador	Présidente du Comité des introductions et des transferts de Terre-Neuve-et-Labrador	Gestionnaire principale des ressources, Division de la gestion de l'aquaculture
Carver, Claire	Huîtres Mallet Oysters	Examinatrice externe (industrie)	Associée de recherche
Clark, Jennifer	Cascadia Seaweed Corp.	Examinatrice externe (industrie)	Directrice des sciences

**Mesures d'atténuation visant à réduire le risque
d'introduction et de propagation d'EAE par les
déplacements des mollusques et macroalgues**

Région de la capitale nationale

Nom	Affiliation	Rôle	Titre
Diment, Jennifer	Pêches et Océans Canada, région de la capitale nationale	Coordinatrice des programmes scientifiques de lutte contre les EAE et rapporteuse	Conseillère scientifique, Sciences de l'aquaculture
Dobson, Suzanne	Pêches et Océans Canada, région des maritimes, Direction de l'aquaculture	Client, Direction de l'aquaculture	Gestionnaire, Direction de l'aquaculture
Drapeau, André	Pêches et Océans Canada, région du Québec	Comité des introductions et des transferts du Québec	Conseiller en aquaculture
Duhaime, Johannie	Pêches et Océans Canada, région de la capitale nationale	Coordination du Programme des Sciences de l'aquaculture	Conseillère scientifique, Sciences de l'aquaculture
Green, Darrell	Newfoundland Aquaculture Industry Association	Examineur externe (industrie)	Coordonnateur de la recherche et du développement
Higgins, Mark	Pêches et Océans Canada, région de la capitale nationale	Expert en la matière du MPO	Conseiller scientifique
Jepps, Shelley	Pêches et Océans Canada, région de la capitale nationale	Client, Programme National sur les EAE	Conseillère nationale
Liutkus, Joanne	Pêches et Océans Canada, région du Pacifique, Politique sur l'aquaculture	Experte en la matière du MPO	Coordonnatrice principale des activités
Lush, Lynn	Pêches et Océans Canada, région de Terre-Neuve-et-Labrador	Client, Programme National sur les EAE	Biologiste, coordonnatrice régionale sur les EAE
Massé-Beaulne, Valérie	Pêches et Océans Canada, région du Québec	Coauteure	Biologiste
McKenzie, Cynthia	Pêches et Océans Canada, région de Terre-Neuve-et-Labrador	Expert en la matière du MPO	Chercheuse scientifique
McKindsey, Chris	Pêches et Océans Canada, région du Québec	Expert en la matière du MPO	Chercheur scientifique
Mills, Chris	Pêches et Océans Canada, région du Golfe	Président du Comité des introductions et des transferts de l'Île-du-Prince-Édouard	Chef, Gestion des ressources
Olivier, Gilles	Pêches et Océans Canada, région de la capitale nationale	Président	Retraité

**Mesures d'atténuation visant à réduire le risque
d'introduction et de propagation d'EAE par les
déplacements des mollusques et macroalgues**

Région de la capitale nationale

Nom	Affiliation	Rôle	Titre
Parker, Edward	Pêches et Océans Canada, région des maritimes	Président, Comité des introductions et des transferts des maritimes	Agent principal, Gestion de l'aquaculture
Pearce, Chris	Pêches et Océans Canada, région du Pacifique	Coauteur	Chercheur scientifique
Prins, Nico	BC Shellfish Growers Association	Examineur externe (industrie)	Directeur exécutif
Ramsay, Aaron	Ministère des Pêches et des Communautés de l'Île-du-Prince-Édouard	Examineur externe (recherche)	Chercheur
Rooney, Sarah	Pêches et Océans Canada, région de la capitale nationale	Cliente, Direction de l'aquaculture	Conseillère en politiques
Settington, Lisa	Pêches et Océans Canada, région de la capitale nationale	SCAS	Conseillère scientifique principale
Simard, Nathalie	Pêches et Océans Canada, région du Québec	Coauteure (directrice)	Biologiste
Tamigneaux, Éric	CÉGEP, Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Évalueur externe (recherche)	Professeur d'aquaculture et chercheur industriel
Therriault, Thomas	Pêches et Océans Canada, région du Pacifique	Coauteur	Chercheur scientifique
Tuen, Alex	Pêches et Océans Canada, région de la capitale nationale	SCAS – Rapporteur	Conseiller scientifique

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Conseil International pour l'Exploration de la Mer [CIEM]. 2005. [Code de Conduite du CIEM pour les Introductions et Transferts d'Organismes Marins 2005](#). Convention du CIEM et règlements intérieurs.

Massé-Beaulne, V., Simard, N., Bernier, R.Y., Pearce, C.M. et Therriault, T.W. 2025. [Mesures d'atténuation visant à réduire le risque d'introduction et de propagation des espèces aquatiques envahissantes par les déplacements des mollusques et macroalgues](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2025/011. ix + 164 p.

MPO. 2017. [Code national sur les introductions et transferts d'organismes aquatiques](#). Ministère des Pêches et Océans Canada, Fs49-10/2017F-PDF, 44p. [Accédé le 17 novembre 2022].

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/>

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-75393-5 N° cat. Fs70-6/2025-003F-PDF

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2025

Ce rapport est publié sous la [Licence du gouvernement ouvert – Canada](#)



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2025. Mesures d'atténuation visant à réduire le risque d'introduction et de propagation
d'espèces aquatiques envahissantes par les déplacements des mollusques et macroalgues.
Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2025/003.

Aussi disponible en français :

*DFO. 2025. Mitigation Measures to Reduce the Risk of Introduction and Spread of Aquatic
Invasive Species through Shellfish and Macroalgal Movements. DFO Can. Sci. Advis. Sec.
Sci. Advis. Rep. 2025/003.*