



AVIS SCIENTIFIQUE SUR LES TRAITEMENTS ET LES PROTOCOLES « LAVEZ, VIDEZ, SÉCHEZ ET DÉCONTAMINEZ » POUR PRÉVENIR L'INTRODUCTION ET LA PROPAGATION DES ESPÈCES AQUATIQUES ENVAHISSANTES

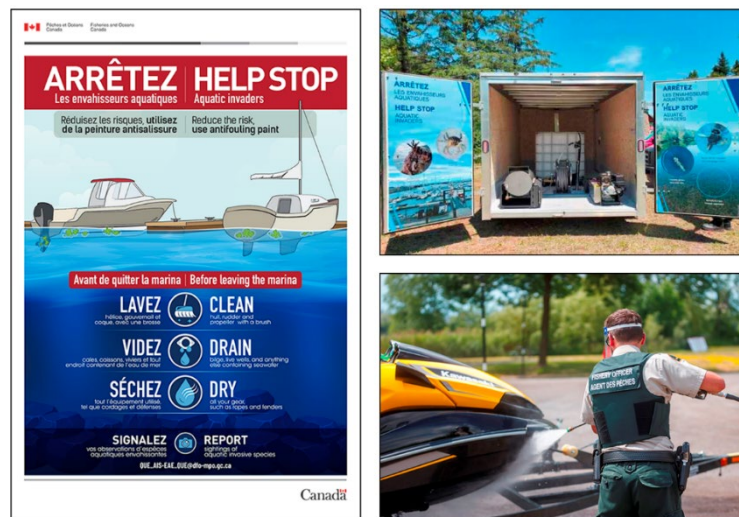


Figure 1. Une affiche du MPO intitulée « Lavez, videz et séchez », une unité mobile de décontamination et un agent des pêches qui décontamine une embarcation. Crédit photo : MPO.

Contexte :

Pour prévenir l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes (EAE), de nombreuses organisations gouvernementales et non gouvernementales mènent des programmes « Lavez, videz et séchez » (LVS). Les procédures LVS sont des pratiques de gestion exemplaires établies qui ciblent le grand public et les propriétaires ou conducteurs de bateaux, de remorques et d'équipement utilisés dans l'eau et à proximité de l'eau. Ces programmes exigent que les conducteurs d'embarcations entreprennent des étapes de lavage, de vidange et de séchage afin de réduire le risque de transporter des EAE sur leur équipement. Dans les situations où le risque de transport d'EAE est plus élevé, une étape de décontamination supplémentaire peut être appliquée (LVS+D). La décontamination comprend généralement des traitements chimiques ou thermiques qui peuvent varier selon l'espèce ou la maladie ciblée.

À ce jour, il n'y a pas eu d'examen complet de l'efficacité des protocoles LVS+D utilisés au Canada sur les EAE marines et d'eau douce. Un examen approfondi est d'autant plus nécessaire que de nombreuses méthodes différentes sont approuvées et utilisées par diverses organisations, sans uniformité à l'échelle nationale.

Le présent avis scientifique découle de la réunion sur les avis scientifiques national(e) qui s'est tenue du 30 mars au 1 avril 2021 en vue d'élaborer un avis scientifique sur les traitements et protocoles « Lavez, Videz, Séchez et décontaminez » visant à prévenir l'introduction et la propagation d'espèces

aquatiques envahissantes. 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

- Afin de prévenir l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes (EAE) par des activités commerciales et récréatives aquatiques, de nombreuses organisations gouvernementales et non gouvernementales encouragent les propriétaires et les conducteurs à laver, vider et sécher (LVS) leurs embarcations, leurs remorques et leur équipement. Dans certains cas, une étape de décontamination supplémentaire peut être appliquée (LVS+D), qui comprend généralement une désinfection dont les détails varient selon l'espèce ciblée ou l'application, et qui est souvent effectuée par du personnel formé à l'aide d'équipement spécialisé.
- Pour comprendre l'efficacité et les limites des procédures LVS+D pour les embarcations de moins de 24 m, les remorques et l'équipement sortis de l'eau et ramenés sur la terre ferme avant d'entrer dans un nouveau plan d'eau, une revue de littérature portant sur les traitements, les protocoles et les documents scientifiques a été effectuée. Les embarcations, les remorques, l'équipement qui restent dans l'eau et l'adhésion du public aux procédures LVS+D n'ont pas été pris en compte.
- Une réduction de la pression de propagules peut être atteinte en utilisant les procédures LVS+D qui causent l'élimination physique (p. ex. lavage, frottage ou prélèvement à la main) ou la mortalité (p. ex. lavage sous pression, traitement thermique ou chimique) des EAE. La littérature existante était surtout axée sur la mortalité comme mesure de l'efficacité.
- De nombreux traitements de décontamination propres à l'espèce ou à l'environnement ont été jugés efficaces pour tuer ou éliminer les EAE. Toutefois, aucun traitement de décontamination ne peut être appliqué à toutes les EAE marines et d'eau douce. Les tableaux 2 à 5 présentent des options efficaces pour les espèces d'intérêt.
- Les principales incertitudes et lacunes dans les connaissances sont les suivantes :
 - Comparer des études qui ont utilisées différentes méthodes expérimentales, échelles et méthodes de mesure de la mortalité ou de l'élimination;
 - Appliquer les conclusions des études en laboratoire aux conditions sur le terrain;
 - Interpréter l'efficacité des traitements de décontamination conçus pour différentes applications (p. ex. transferts aquacoles, nettoyage d'infrastructures).
- Ce travail portait également sur certaines espèces aquatiques envahissantes d'intérêt, mais d'autres groupes taxonomiques pourraient être envisagés à l'avenir.

INTRODUCTION

L'établissement d'espèces envahissantes dans les écosystèmes aquatiques est considéré comme l'un des principaux facteurs mondiaux de la perte de biodiversité, avec de graves conséquences sur les fonctions écologiques et écosystémiques. Les espèces aquatiques envahissantes (EAE) représentent une menace importante pour les eaux douces, estuariennes et marines du Canada et menacent la biodiversité, l'économie et la société du pays. Les activités commerciales et récréatives sur l'eau peuvent involontairement propager les EAE à de nouveaux emplacements si ces espèces se sont fixées sur des embarcations, des remorques et

des équipements ou si elles sont transportées dans de l'eau stagnante (p. ex. eau de cale et viviers).

Pour prévenir l'introduction et la propagation des EAE par les activités commerciales et récréatives aquatiques, de nombreuses organisations gouvernementales et non gouvernementales encouragent les propriétaires et les conducteurs à laver, vider et sécher (LVS) volontairement leurs embarcations, leurs remorques et leur équipement. Dans certains cas, une étape de décontamination supplémentaire peut être appliquée (LVS+D). Celle-ci comprend généralement l'application d'un traitement propre à l'espèce ciblée ou au type d'embarcation ou d'équipement à désinfecter. Cette étape est souvent effectuée par du personnel formé à l'aide d'équipement spécialisé. Les procédures LVS et la décontamination ne sont pas mutuellement exclusives et, dans certains cas, comportent des éléments semblables; par exemple, le séchage est implicite dans les protocoles de LVS, mais il peut aussi s'agir d'un traitement de décontamination. Bien que les procédures LVS offrent une série de pratiques exemplaires à l'intention du public, les méthodes de décontamination ont des paramètres de traitement propres à l'espèce qui visent à assurer un niveau précis de mortalité ou d'élimination des EAE. Les procédures LVS et de décontamination doivent être effectuées sur la terre ferme, loin des égouts pluviaux, des fossés ou des voies navigables, afin de limiter les risques de réintroduction d'organismes dans les écosystèmes aquatiques.

À ce jour, il n'y a pas eu d'examen complet de l'efficacité des protocoles LVS+D utilisés au Canada sur les EAE. Un examen approfondi est d'autant plus nécessaire que de nombreuses méthodes différentes sont approuvées et utilisées par diverses organisations, sans uniformité à l'échelle nationale. Cette demande scientifique émane du Programme national sur les EAE de Pêches et Océans Canada (MPO), le groupe de gestion responsable de la mise en œuvre de la réglementation sur les EAE à l'échelle nationale et régionale, afin d'élaborer des recommandations nationales « Lavez, videz, séchez et décontaminez » et d'offrir des conseils aux programmes de réglementation du MPO et au public canadien.

Les objectifs de cet avis scientifique étaient les suivants :

1. Effectuer une revue de la littérature scientifique sur les traitements de décontamination pour éliminer ou tuer les EAE marines et d'eau douce, ainsi que sur les protocoles existants de LVS+D en eau douce et en mer utilisés pour gérer les EAE au Canada ou à l'étranger.
2. Évaluer l'efficacité des traitements de décontamination et des protocoles LVS+D existants pour réduire la pression de propagules des EAE marines et d'eau douce via le transport terrestre.

La portée du projet était limitée aux embarcations de moins de 24 m de longueur, aux remorques ainsi qu'à l'équipement qui sont transférés de l'eau sur la terre avant d'entrer dans un nouveau plan d'eau (y compris l'équipement utilisé dans les ouvrages, les entreprises et les activités qui se déroulent dans l'eau), à l'exception de ceux qui restent dans l'eau. Les grands navires commerciaux (plus de 24 m) de même que l'équipement de lutte contre les incendies de forêt et les hydravions n'étaient pas visés par la portée de ces travaux.

À la suite de cet examen, les programmes de gestion des EAE pourraient déterminer des éléments communs entre les protocoles afin d'élaborer des pratiques de gestion exemplaires pour les procédures LVS+D au Canada, en vue de les appliquer dans les outils de réglementation des EAE comme les autorisations délivrées en vertu des articles 34 et 35 de la *Loi sur les pêches*, les activités de Conservation et Protection, les Programmes de réglementation du MPO (p. ex. Programme de protection du poisson et de l'habitat du poisson,

Programme des espèces en péril, Ports pour petits bateaux) et de les recommander au grand public canadien (embarcations de plaisance). Tout avis découlant de ces travaux sur les pratiques de gestion exemplaires devra tenir compte du fait que le succès des procédures LVS+D dépend fortement de l'adhésion du public et de la conformité de ce dernier, dont l'évaluation dépasse la portée du présent avis scientifique.

MÉTHODES

Une revue de la littérature scientifique et une évaluation de l'efficacité des traitements de décontamination ont été effectués pour plusieurs EAE marines et d'eau douce. Des espèces représentatives de différents groupes fonctionnels et taxonomiques (p. ex. bivalves, gastéropodes, zooplancton, parasites, macrophytes, macroalgues, crabes et tuniciers) ont été sélectionnées en fonction de leur présence (ou arrivée attendue)^a dans les milieux dulcicoles et marins du Canada (tableau 1).

Tableau 1. Récapitulatif des espèces aquatiques envahissantes (EAE) marines et d'eau douce qui ont été évaluées dans le cadre du présent travail.

Groupe représentatif	Espèces aquatiques envahissantes
Bivalves	Moule zébrée (<i>Dreissena polymorpha</i>), moule quagga (<i>Dreissena bugensis</i>), petite corbeille d'Asie (<i>Corbicula fluminea</i>) et moule bleue (<i>Mytilus edulis</i>)
Gastropodes	Nasse de Nouvelle-Zélande (<i>Potamopyrgus antipodarum</i>)
Zooplancton	Crevette rouge sang (<i>Hemimysis anomala</i>), cladocère épineux (<i>Bythotrephes longimanus</i>), puce d'eau en hameçon (<i>Cercopagis pengoi</i>) et crevette tueuse (<i>Dikerogammarus villosus</i>)
Parasites	<i>Myxobolus cerebralis</i> , qui cause la maladie du tournis
Macrophytes	Myriophylle en épi (<i>Myriophyllum spicatum</i>), myriophylle aquatique (<i>Myriophyllum aquaticum</i>), hydrille verticillée (<i>Hydrilla verticillata</i>), cabomba de Caroline (<i>Cabomba caroliniana</i>) et potamot crépu (<i>Potamogeton Crispus</i>)
Macroalgues	Codium (<i>Codium fragile</i>) et, dans certains cas, espèces nuisibles semblables
Crabes	Crabe vert (<i>Carcinus maenas</i>)
Tuniciers solitaires	Ascidie plissée (<i>Styela clava</i>), ascidie jaune (<i>Ciona intestinalis</i>) et ascidie sale (<i>Ascidella aspersa</i>)

^a Erratum juillet 2022 : « présence ou de leur probabilité de présence » a été remplacé par « présence (ou arrivée attendue) »

Groupe représentatif	Espèces aquatiques envahissantes
Tuniciers coloniaux	Botryloïde violet (<i>Botrylloides violaceus</i>), botrylle étoilé (<i>Botryllus schlosseri</i>), didemnum (<i>Didemnum vexillum</i>) et diplosoma (<i>Diplosoma listerianum</i>)

Les études incluses dans la revue de littérature sur les EAE d'eau douce ont utilisé les traitements énumérés ci-après.

- Traitements physiques
 - Eau chaude (immersion ou jet d'eau)
 - Lavage sous pression
 - Séchage à l'air
 - Congélation
- Traitements chimiques (immersions)
 - Hypochlorite de sodium
 - Acide acétique
 - Composés d'ammonium quaternaire (CAQ)
 - Eau salée (chlorure de sodium et chlorure de potassium)
 - Virkon^{MD}

Pour les EAE marines, les traitements sont énumérés ci-après.

- Traitements physiques
 - Immersion dans l'eau douce
 - Eau de mer chaude ou eau douce (immersion ou jet d'eau)
 - Lavage sous pression
 - Séchage à l'air
 - Une combinaison de ce qui précède
- Traitements chimiques (immersion ou jet d'eau)
 - Hypochlorite de sodium
 - Acide acétique
 - Saumure
 - Chaux hydratée
 - Parfois en combinaison avec un séchage à l'air

Les données ont été classées par traitement et par EAE ciblée. Les paramètres des traitements (concentrations, durées d'exposition, températures, etc.) et les taux d'élimination ou de mortalité associés (%) ont été fournis pour les jeunes stades (larves véligères ou juvéniles) et adultes, lorsqu'ils étaient disponibles. L'efficacité de chaque traitement de décontamination physique et chimique pour les EAE marines et d'eau douce a été classé et les traitements entraînant la mortalité ou l'élimination de 99 % ou plus des EAE étaient considérés comme efficaces.

Les protocoles LVS+D existants et l'efficacité des traitements recommandés dans ceux-ci ont également été examinés afin de déterminer si les protocoles existants sont étayés par la littérature scientifique.

ÉVALUATION

Une réduction de la pression de propagules peut être atteinte en utilisant des procédures LVS+D qui permettent l'élimination physique (p. ex. lavage sous pression, frottage ou prélèvement à la main) ou la mortalité (p. ex. traitements thermiques ou chimiques) des EAE. Plus de 130 publications scientifiques et rapports de littérature grise ont été examinés afin d'évaluer l'efficacité de divers traitements physiques et chimiques pour éliminer ou tuer les EAE marines et d'eau douce.

Traitements de décontamination

La littérature scientifique sur les traitements de décontamination dans les milieux marins et d'eau douce était fortement axée sur les espèces. En eau douce, la majeure partie de la littérature existante sur les jets d'eau sous pression portait sur la mortalité comme mesure de l'efficacité, alors qu'elle était surtout axée sur l'élimination dans le milieu marin. La littérature sur l'eau douce était principalement consacrée à la lutte contre les moules dreissenidées et les études les plus exhaustives portaient sur les traitements à l'eau chaude et par séchage à l'air. La littérature en milieu marin était surtout axée sur le contrôle des tuniciers à l'aide des immersions dans l'eau douce, l'acide acétique ou la chaux hydratée.

Les traitements de décontamination propres à chaque espèce examinée à partir de la littérature scientifique sont présentés dans Weise *et al.* (sous presse)¹; voir les informations détaillées dans les tableaux 3 à 7). Les traitements de décontamination efficaces pour éliminer ou tuer le plus grand nombre d'EAE marines et d'eau douce ont été déterminés; des options pour la décontamination des embarcations et des équipements sont présentées dans les tableaux 2 et 3 pour les EAE d'eau douce, et dans les tableaux 4 et 5 pour les EAE marines. Les niveaux d'incertitude sont présentés pour chaque EAE et traitement de décontamination. L'attribution du pointage relatif au niveau d'incertitude était fondé sur une combinaison de la quantité et de la qualité des données disponibles et de la pertinence de l'option de traitement efficace choisie. Des niveaux d'incertitude ont été attribués à chaque option de traitement de décontamination par espèce et stade de vie, et les pointages ont été attribués en fonction du nombre d'études disponibles (peu nombreuses, limitées, nombreuses ou exhaustives), de leur qualité (comm. pers., rapport technique ou examen par les pairs), ainsi que de leur concordance avec les options de traitement efficaces identifiées (conclusions contradictoires, différentes, généralement en accord ou en accord). Par conséquent, bien qu'un traitement donné puisse être considéré comme efficace pour une espèce particulière, un pointage d'incertitude élevé est possible lorsque peu d'études évaluées par des pairs étaient disponibles; de même, des pointages d'incertitude faible/raisonnable sont présentés lorsque de nombreuses études examinées par les pairs appuyaient l'option de traitement efficace proposée. Les pointages du niveau d'incertitude n'ont pas été calculés pour les traitements inefficaces. Compte tenu de la grande variabilité propre à chaque espèce et traitement, il est recommandé de se reporter à Weise *et al.* (sous presse)¹ pour les méthodes de décontamination par espèce, étant donné que les exigences (durées d'exposition, températures, etc.) peuvent être différentes de celles présentées dans le récapitulatif du présent travail.

Il convient de noter que de nombreuses études dans la littérature ont été développées pour des applications différentes. La majorité des traitements de décontamination dans les milieux marins étaient axés sur l'enlèvement et/ou la mortalité des EAE présentes sur les infrastructures

¹ Erratum juillet 2022 : Cette référence était précédemment citée comme "En préparation" et a depuis été approuvée pour publication.

aquacoles, mais ont été considérés comme étant applicables à la décontamination des embarcations et de l'équipement. De plus, étant donné qu'il existe très peu de données pour l'hypochlorite de sodium et le QAC dans le contexte LVS + D pour les EAE marines et d'eau douce, les traitements développés pour les prises d'eau industrielles ont également été considérés. Cependant, ces traitements utilisent des concentrations extrêmement faibles et nécessitent une longue exposition (de quelques jours à plusieurs mois), ce qui complique l'interprétation de ces résultats dans le contexte LVS + D et le calcul des pointages d'incertitude associés.

Bien qu'un grand nombre d'options de traitements efficaces aient été déterminées, elles ne s'appliqueront pas toutes facilement à toutes les situations. Pour faciliter les futures décisions de gestion, un sommaire de la faisabilité des traitements est présenté dans le tableau 6.

Protocoles LVS+D

Plus de 50 protocoles LVS+D actuellement utilisés ont été examinés afin de déterminer si leurs recommandations étaient étayées par la littérature scientifique.

Actuellement, seules certaines provinces appliquent ou recommandent des traitements de décontamination en plus des étapes de lavage, vidange et séchage. Les provinces de l'Ouest (Alberta, Colombie-Britannique, Manitoba et Saskatchewan) ont axé leurs protocoles de décontamination sur les protocoles et normes « Uniform Minimum Protocols and Standards for Inspection and Decontamination Programs for Dreissenid Mussels in the Western United States » (« UMPS III », Elwell et Phillips 2016) qui sont appliqués à leurs stations d'inspection et de décontamination des embarcations.

Les jets d'eau chaude sous pression sont couramment recommandés dans les protocoles pour décontaminer les embarcations/équipements récréatifs dans les milieux d'eau douce. La température, la pression et la durée d'exposition varient d'un protocole à l'autre et sont ajustées en fonction des compatibilités du type d'équipement/surface afin de prévenir les dommages aux embarcations et à l'équipement. En dépit des recommandations formulées dans de nombreux protocoles, seule une poignée d'études évaluées par des pairs soutiennent cette technique. Trois études appuyaient les recommandations les plus largement utilisées (60 °C, 10 s). Selon une nouvelle étude, des températures plus élevées et des durées d'exposition plus longues (68 °C, 15 s) étaient nécessaires pour obtenir une mortalité de 100 % des moules zébrées. Dans l'ensemble, les niveaux de pression appropriés requis pour éliminer ou tuer les EAE ont été peu étudiés.

L'immersion dans l'eau chaude, le séchage à l'air et la congélation sont recommandés dans plusieurs protocoles pour la décontamination des équipements. Bien que ces méthodes soient efficaces pour tuer plusieurs EAE, des températures plus élevées ou des durées d'exposition plus longues que celles recommandées dans les protocoles sont souvent requises.

Les lignes directrices sur le contrôle des EAE avec des produits chimiques n'étaient pas uniformes d'un protocole à l'autre et n'étaient pas toujours appuyées par la littérature scientifique. L'hypochlorite de sodium, Virkon®, les composés d'ammonium quaternaires et l'acide acétique se sont avérés efficaces pour certaines EAE s'ils étaient utilisés à des concentrations et pendant des durées d'exposition appropriées, qui différaient parfois des recommandations du protocole.

Bien que les protocoles pour les espèces marines aient surtout été élaborés pour des applications différentes (p. ex. activités liées à l'aquaculture, évaluations des risques à l'arrivée

des embarcations), ils comprennent des pratiques de gestion qui sont conformes à l'approche LVS+D. Le jet d'eau chaude sous pression, le jet d'eau douce ou l'immersion dans l'eau douce, le jet d'acide acétique, les immersions dans la saumure et la chaux hydratée sont recommandés dans plusieurs protocoles de décontamination. Ces méthodes sont efficaces pour tuer plusieurs EAE si les durées d'exposition sont appropriées. Toutefois, il n'a pas toujours été possible de déterminer si un protocole donné était appuyé par la littérature scientifique, car il manquait parfois des renseignements détaillés (p. ex. la durée d'exposition).

Pour obtenir des renseignements détaillés sur les protocoles et des comparaisons avec les ouvrages scientifiques, veuillez consulter *Weise et al.* (sous presse)¹.

**Traitements « Lavez, videz, séchez et décontaminez » pour prévenir
l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes**

Région de la capitale nationale

Tableau 2. Récapitulatif des traitements de décontamination des embarcations pour les EAE d'eau douce. Les traitements efficaces (mortalité ≥ 99 %) sont fondés sur un examen de la littérature scientifique sur les traitements létaux pour la moule zébrée (MZ), la moule quagga (MQ), la petite corbeille d'Asie (PCA), la nasse de Nouvelle-Zélande (NN-Z), la crevette tueuse (CT), la crevette rouge sang (CRS), les cladocères (CL), les macrophytes (MP) et *Myxobolus cerebralis*, qui cause la maladie du tournis (MdT). Les niveaux d'incertitude correspondants sont indiqués et sont fondés sur les données disponibles, leur qualité et leur concordance. « - » désigne les cas où aucune espèce n'a été classée dans une catégorie d'incertitude particulière ou ceux où aucune donnée n'a été trouvée sur l'inefficacité du traitement. Il convient de noter que les pointages du niveau d'incertitude n'ont pas été calculés pour les traitements inefficaces. Voir les résultats détaillés dans Weise et al. (sous presse)¹.

Traitements des équipements		Incertitude faible	Incertitude raisonnable	Incertitude élevée	Incertitude très élevée	Inefficace	Aucune donnée (jeunes stades)	Aucune donnée (adultes)
Séchage à l'air ^{1 b}	7 j (20 à 35 °C)	MP	MZ, MQ, MdT, NN-Z	PCA, CRS, CL	-	-	PCA, NN-Z, CT, CL, quelques MP	CT, quelques MP
	15 j (10 à 19 °C)	-	MZ, NN-Z	MQ, CRS, CL, MP	PCA, CT	-	MQ, PCA, NN-Z, CT, CRS, quelques MP, MdT	CL, quelques MP, MdT
Congélation ^c	4 j (air, -20 °C)	-	-	MZ, NN-Z, CL ² , MdT ³	-	CL ² (œufs à sec)	MZ, MQ, NN-Z, PCA, CT, CRS, MP	MQ, PCA, CT, CRS, MP
Jet d'eau chaude à haute pression	68 °C, 15 s, 1 600 lb/po ²	-	-	MZ, CT	MQ	-	MZ, MQ, PCA, NN-Z, CT, CRS, CL, MP, MdT	PCA, NN-Z, CRS, CL, MP, MdT
Jet d'eau chaude à basse pression	100 °C (vapeur), 30 s	-	MZ, MQ	PCA, CT, CRS, MP	-	-	MZ, MQ, NN-Z, PCA, CL, CT, CRS, quelques MP, MdT	NN-Z, CL, quelques MP, MdT

¹ Les durées de séchage dépendent de la température et de l'humidité relative.

² La congélation des œufs dans l'air est inefficace, mais la congélation dans l'eau est efficace (œufs et adultes).

³ Aucune donnée sur la congélation dans l'air, mais efficace dans l'eau (les deux stades).

^b Erratum juillet 2022 : Traitement « 5 j (20 à 35 °C) » remplacé par « 7 j (20 à 35 °C) », « MP » modifié de « Incertitude raisonnable » à « Incertitude faible », « quelques MP » ajouté à « Aucune donnée (adultes) »; Traitement « 7 j (10 à 17 °C) » remplacé par « 15 j (10 à 19 °C) ».

^c Erratum juillet 2022 : « CL³ » dans « Inefficace » remplacé par « CL² (œufs à sec) ».

**Traitements « Lavez, videz, séchez et décontaminez » pour prévenir
l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes**

Région de la capitale nationale

Tableau 3. Récapitulatif des traitements de décontamination des équipements pour les EAE d'eau douce. Les traitements efficaces (mortalité $\geq 99\%$) sont fondés sur un examen de la littérature scientifique sur les traitements létaux pour la moule zébrée (MZ), la moule quagga (MQ), la petite corbeille d'Asie (PCA), la nasse de Nouvelle-Zélande (NN-Z), la crevette tueuse (CT), la crevette rouge sang (CRS), les cladocères (CL), les macrophytes (MP) et *Myxobolus cerebralis*, qui cause la maladie du tournis (MdT). Les niveaux d'incertitude correspondants sont indiqués et sont fondés sur les données disponibles, leur qualité et leur concordance. « — » désigne les cas où aucune espèce n'a été classée dans une catégorie d'incertitude particulière ou ceux où aucune donnée n'a été trouvée sur l'inefficacité du traitement. Il convient de noter que les pointages du niveau d'incertitude n'ont pas été calculés pour les traitements inefficaces. Voir les résultats détaillés dans Weise et al. (sous presse)¹.

Traitements des équipements		Incertitude faible	Incertitude raisonnable	Incertitude élevée	Incertitude très élevée	Inefficace	Aucune donnée (jeunes stades)	Aucune donnée (adultes)
Séchage à l'air ^d	7 j (20 à 35 °C)	-	MZ, MQ, MdT, NN-Z, MP	PCA, CRS, CL	-	-	PCA, NN-Z, CT, CL, quelques MP	CT, quelques MP
	15 j (10 à 19 °C)	-	MZ, NN-Z	MQ, CRS, CL, MP	PCA, CT	-	MQ, PCA, NN-Z, CT, CRS, quelques MP, MdT	CL, quelques MP, MdT
Immersion dans l'eau chaude ^e	60 °C, 5 min	-	MZ, MQ, CT, CL, MP	PCA, NN-Z, CRS	-	MdT ²	MZ, PCA, NN-Z, CT, quelques MP	Quelques MP
Congélation ^f	4 j (air, -20 °C)	-	-	MZ, NN-Z, CL ³ , MdT ⁴	-	CL ³ (œufs à sec)	MZ, MQ, NN-Z, PCA, CT, CRS, MP	MQ, PCA, CT, CRS, MP
Jet d'eau chaude à haute pression	68 °C, 15 s, 1 600 lb/po ²	-	-	MZ, CT	MQ	-	MZ, MQ, PCA, NN-Z, CT, CRS, CL, MP, MdT	PCA, NN-Z, CRS, CL, MP, MdT
Jet d'eau chaude à basse pression	100 °C (vapeur), 30 s	-	MZ, MQ	PCA, CT, CRS, MP	-	-	MZ, MQ, NN-Z, PCA, CL, CT, CRS, quelques MP, MdT	NN-Z, CL, quelques MP, MdT
Hypochlorite de sodium ^g	0.25 %, 20 min	-	MdT	MZ, CRS, CL	CT	NN-Z, PCA, quelques MP	MQ, quelques MP	MQ, quelques MP
Virkon ^{MD}	4 %, 90 min	-	MZ, NN-Z, CT, CRS	MQ, PCA, CL	-	-	PCA, CT, MP, MdT	MP, MdT
Composés d'ammonium quaternaire	0,4 %, 10 min	-	NN-Z	MZ, MQ, MdT	-	-	PCA, NN-Z, CT, CRS, CL, MP	MQ, PCA, CT, CRS, CL, MP, MdT

^d Erratum juillet 2022 : Traitement « 5 j (20 à 35 °C) » remplacé par « 7 j (20 à 35 °C) », « MP » modifié de « Incertitude raisonnable » à « Incertitude faible », « quelques MP » ajouté à « Aucune donnée (adultes) »; Traitement « 7 j (10 à 17 °C) » remplacé par « 15 j (10 à 19 °C) ».

^e Erratum juillet 2022 : « MdT² » enlevé de « Incertitude élevée » et « MdT (adultes) » remplacé par « MdT² » dans « Inefficace ».

^f Erratum juillet 2022 : « CL³ » dans « Inefficace » remplacé par « CL³ (œufs à sec) ».

^g Erratum juillet 2022 : « PCA » modifié de « Incertitude élevée » à « Inefficace » et « MdT » enlevé de « Aucune donnée (adultes) ».

**Traitements « Lavez, videz, séchez et décontaminez » pour prévenir
l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes**

Région de la capitale nationale

Traitements des équipements		Incertitude faible	Incertitude raisonnable	Incertitude élevée	Incertitude très élevée	Inefficace	Aucune donnée (jeunes stades)	Aucune donnée (adultes)
Acide acétique	5 %, 1 h	-	-	MZ	-	-	MQ, PCA, NN-Z, CT, CRS, CL, MP, MdT	MQ, PCA, NN-Z, CT, CRS, CL, MP, MdT

¹ Les durées de séchage dépendent de la température et de l'humidité relative.

^{2h} Les stades adultes et juvéniles de *M. cerebralis* requièrent 75 °C (5 min) et 90 °C (10 min), respectivement

³ La congélation des œufs dans l'air est inefficace, mais la congélation dans l'eau est efficace (œufs et adultes).

⁴ Aucune donnée sur la congélation dans l'air, mais efficace dans l'eau (les deux stades).

^h Erratum juillet 2022 : « La maladie du tournis requiert 90 °C, 10 min. » remplacé par « Les stades adultes et juvéniles de *M. cerebralis* requièrent 75 °C (5 min) et 90 °C (10 min), respectivement ».

**Traitements « Lavez, videz, séchez et décontaminez » pour prévenir
l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes**

Région de la capitale nationale

Tableau 4. Récapitulatif des traitements de décontamination des embarcations pour les EAE marines. Les traitements efficaces (mortalité $\geq 99\%$) sont fondés sur un examen de la littérature scientifique sur les traitements létaux pour les tuniciers coloniaux (TC), les tuniciers solitaires (TS), les moules bleues (MB), les crabes verts (CV), *Codium fragile* (CF) et les macroalgues (MA). Les niveaux d'incertitude correspondants sont indiqués et sont fondés sur les données disponibles, leur qualité et leur concordance. « — » désigne les cas où aucune espèce n'a été classée dans une catégorie d'incertitude particulière ou ceux où aucune donnée n'a été trouvée sur l'inefficacité du traitement. Il convient de noter que les pointages du niveau d'incertitude n'ont pas été calculés pour les traitements inefficaces. Voir les résultats détaillés dans Weise et al. (sous presse)¹.

Traitements des embarcations		Incertainité faible	Incertainité raisonnable	Incertainité élevée	Incertainité très élevée	Inefficace	Aucune donnée (jeunes stades et adultes)
Jet d'eau de mer chaude à basse pression	100 °C (vapeur), 120 s	-	-	TS, MA, MB (adultes)	-	-	TC, CV, CF, MB (jeunes stades)
Jet d'eau de mer froide à haute pression suivi d'un séchage à l'air	15 s, 2 000 lb/po ² + 48 h séchage à l'air	-	TC	TS, MA	-	-	MB, CV, CF
Séchage à l'air ¹	7 j	-	TS, CF	TC, GC ² , MB, MA ³	-	-	-

¹ Les durées de séchage dépendent de la température et de l'humidité relative.

² Seulement si entièrement exposé à l'air (29 °C).

³ Efficace seulement après 8 semaines de séchage à l'air pour certains gamétophytes de macroalgues (10 °C; humidité relative à 95 %).

**Traitements « Lavez, videz, séchez et décontaminez » pour prévenir
l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes**

Région de la capitale nationale

Tableau 5. Récapitulatif des traitements de décontamination des équipements pour les EAE marines. Les traitements efficaces (mortalité ≥ 99 %) sont fondés sur un examen de la littérature scientifique sur les traitements létaux pour les tuniciers coloniaux (TC), les tuniciers solitaires (TS), les moules bleues (MB), les crabes verts (CV), *Codium fragile* (CF) et les macroalgues (MA). Les niveaux d'incertitude correspondants sont indiqués et sont fondés sur les données disponibles, leur qualité et leur concordance. « — » désigne les cas où aucune espèce n'a été classée dans une catégorie d'incertitude particulière ou ceux où aucune donnée n'a été trouvée sur l'inefficacité du traitement. Il convient de noter que les pointages du niveau d'incertitude n'ont pas été calculés pour les traitements inefficaces. Voir les résultats détaillés dans Weise et al. (sous presse)¹.

Traitements des équipements		Incertitude faible	Incertitude raisonnable	Incertitude élevée	Incertitude très élevée	Inefficace	Aucune donnée (jeunes stades et adultes)
Immersion dans l'eau douce ⁱ	24 h + 1 h (séchage à l'air)	TC	TS	CF, MA	-	MB	CV
Séchage à l'air ¹	7 j	-	TS, CF	TC, CV ² , MB, MA ³	-	-	-
Jet d'eau de mer chaude à basse pression	100 °C (vapeur), 120 s	-	-	TS, MA, MB (adultes)	-	-	TC, CV, CF, MB (jeunes stades)
Jet d'eau de mer froide à haute pression suivi d'un séchage à l'air	15 s, 2 000 lb/po ² + 48 h séchage à l'air	-	TC	TS, MA	-	-	MB, CV, CF
Immersion dans l'eau de mer chaude	60 °C, 30 s	-	MB	TS, CF, MA, CV (jeunes stades)	-	-	TC, CV (adultes)
Immersion dans la saumure + séchage à l'air	300 ppm, 15 min + 2 h (séchage à l'air)	-	TC, TS, MA	CF	-	MB	CV
Immersion dans l'acide acétique	5 %, 10 min	-	TC, TS, MA	MB (jeunes stades)	-	MB (adultes)	CV, CF
Immersion dans la chaux	4 %, 15 min + 2 h (séchage à l'air)	-	TC	TS, CF	-	MB, CV (adultes)	MA, CV (jeunes stades)

ⁱ Erratum juillet 2022 : « TC » modifié de « Incertitude raisonnable » à « Incertitude faible », « TS » modifié de « Incertitude élevée » à « Incertitude raisonnable ».

Région de la capitale nationale

Traitements « Lavez, videz, séchez et décontaminez » pour prévenir l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes

Traitements des équipements		Incertitude faible	Incertitude raisonnable	Incertitude élevée	Incertitude très élevée	Inefficace	Aucune donnée (jeunes stades et adultes)
hydratée + séchage à l'air							
Immersion dans l'hypochlorite de sodium	0,05 %, 6 h	-	TC, TS	MB	-	-	CV, CF, MA

¹ Les durées de séchage dépendent de la température et de l'humidité relative.

² Seulement si entièrement exposé à l'air (29 °C).

³ Efficace seulement après 8 semaines de séchage à l'air pour certains gamétophytes de macroalgues (10 °C; humidité relative à 95 %).

Région de la capitale nationale **Traitements « Lavez, videz, séchez et décontaminez » pour prévenir l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes**

Tableau 6. Faisabilité des traitements de décontamination en ce qui concerne l'aspect pratique, les exigences en matière d'équipement, les risques pour la santé humaine et l'écosystème, et l'élimination.

Traitements	Aspect pratique (bateaux, gros équipement)	Aspect pratique (engin, petit équipement)	Équipement spécial requis	Risques pour la santé humaine	Risques pour l'écosystème	Élimination spéciale	Remarques
Séchage à l'air	OUI	OUI	NON	S. O.	S. O.	S. O.	Longue exposition requise; les moules peuvent être tolérantes à l'émersion
Congélation	OUI	OUI	NON	S. O.	S. O.	S. O.	Longue exposition requise; peu pratique
Eau chaude (immersion)	NON	OUI Peut endommager certains matériaux	OUI	Brûlures	NON	NON	-
Jet d'eau chaude sous pression Faible = p. ex. VFI, ancres, réservoirs de ballast, compartiments intérieurs Élevé = p. ex. coques, remorques, etc.	OUI Peut endommager les pompes, les moteurs, les systèmes de refroidissement, les quais flottants, les joints collés, les appareils électroniques, etc.	OUI Peut endommager certains matériaux	OUI	Brûlures	Utilise beaucoup d'eau	NON	Exige beaucoup de main-d'œuvre
Vapeur	NON	OUI Peut endommager certains matériaux	OUI	Brûlures	S. O.	S. O.	Exige beaucoup de main-d'œuvre : difficile d'atteindre ces températures
Hypochlorite de sodium (immersion)	NON	OUI Peut endommager certains matériaux	NON	Brûlures chimiques	Persistance, organismes non visés, toxiques pour les larves de certains mollusques et crustacés	OUI	Utiliser dans des endroits bien ventilés
Acide acétique (immersion)	NON	OUI Peut endommager certains matériaux	NON	Brûlures chimiques	NON	OUI	Utiliser dans des endroits bien ventilés
CAQ (immersion)	NON	OUI Peut endommager certains matériaux	OUI	OUI	Persistance, organismes non visés	OUI	Problèmes juridiques liés aux désinfectants à large spectre Utiliser dans des endroits bien ventilés

**Traitements « Lavez, videz, séchez et décontaminez » pour prévenir
l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes**

Région de la capitale nationale

Traitements	Aspect pratique (bateaux, gros équipement)	Aspect pratique (engin, petit équipement)	Équipement spécial requis	Risques pour la santé humaine	Risques pour l'écosystème	Élimination spéciale	Remarques
Virkon ^{MD} (immersion)	NON	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	Utiliser dans des endroits bien ventilés
Chaux hydratée (immersion)	NON	OUI	OUI	Brûlures chimiques	NON	NON	Insoluble; difficile d'obtenir des concentrations exactes
Saumure (immersion)	NON	OUI	NON	NON	NON	NON	-

Sources d'incertitude

Aucun traitement de décontamination ne peut être appliqué à toutes les EAE marines et d'eau douce ou à toutes les embarcations et tous les équipements. Bien que plusieurs traitements se soient révélés efficaces pour tuer certaines EAE, ils étaient fondamentalement propres à l'espèce et à l'environnement. Par conséquent, tout traitement appliqué pour plusieurs espèces, écosystèmes ou types d'équipement imposera des niveaux de contrôle variables.

La majorité des études examinées ont utilisées différentes méthodes expérimentales, échelles et méthodes de mesure de la mortalité ou de l'élimination, ce qui contribue à l'importante incertitude dans l'évaluation et la comparaison de l'efficacité (définie ici comme l'élimination ou la mortalité).

L'analyse de la littérature scientifique a permis d'identifier de nombreuses lacunes dans les connaissances. Certaines espèces (p. ex. huîtres et bernard-l'ermite) et traitements (zinc et cuivre) n'ont pas été pris en compte et tous les traitements ou espèces n'étaient pas bien représentés. Les espèces ayant des historiques d'envahissement plus anciens étaient mieux étudiées et très peu d'information était disponible dans l'ensemble pour les macrophytes et les macroalgues dans le contexte de la décontamination.

Une grande partie du travail scientifique sur la décontamination a été effectué dans des conditions de laboratoire, et les résultats ne se traduisent pas nécessairement par des applications aussi efficaces (ou pratiques) sur le terrain. D'autres études sont nécessaires pour comprendre comment les traitements de décontamination testés en laboratoire peuvent être utilisés efficacement sur le terrain.

Un sous-ensemble important d'études scientifiques prises en compte dans cet avis scientifique a été conçu pour répondre à des questions pour différentes applications (p. ex. transferts aquacoles, nettoyage des infrastructures). L'interprétation de ces données en terme d'élimination et de mortalité donne lieu à une certaine incertitude quant à l'efficacité de ces techniques dans le contexte des procédures LVS+D.

Ces travaux ont également porté sur certaines EAE d'intérêt, telles que définies ci-dessus, mais d'autres groupes taxonomiques pourraient être envisagés à l'avenir et nécessiter des techniques de traitement différentes; cet avis scientifique devra alors être mis à jour en conséquence.

CONCLUSIONS ET AVIS

- Les campagnes de sensibilisation et d'éducation comme « Lavez, videz et séchez » (LVS) et « *Pull the plug* » sont facilement accessibles au grand public, essentielles pour prévenir l'introduction et la propagation des EAE et devraient continuer d'être soutenues et mises en œuvre.
- Les protocoles LVS+D actuels sont généralement appuyés par la littérature scientifique, bien qu'ils soient souvent axés sur le contrôle d'une espèce en particulier. Il faudrait revoir régulièrement les protocoles afin d'évaluer les résultats présentés dans la littérature scientifique récente et leur efficacité/faisabilité potentielle dans les applications sur le terrain.
- Les procédures LVS et la décontamination ne sont pas mutuellement exclusives; la décontamination est une étape supplémentaire qui peut être exigée par la gestion. Ces décisions devront tenir compte des zones à risque élevé, où les procédures LVS+D doivent

Traitements « Lavez, videz, séchez et décontaminez » pour prévenir l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes

Région de la capitale nationale

être effectuées (aux entrées et sorties des plans d'eau, aux frontières provinciales, etc.), des espèces ciblées et de la faisabilité d'appliquer efficacement un traitement.

- De nombreux traitements de décontamination propres à l'espèce ou à l'environnement (eau de mer ou eau douce) ont été jugés efficaces ($\geq 99\%$) pour tuer ou éliminer les EAE (voir les tableaux 2 à 5).
- Aucun traitement de décontamination ne s'applique à toutes les EAE marines et d'eau douce ou à toutes les embarcations et tous les équipements.
- Les traitements de décontamination chimique devraient être limités aux situations où les autres options de traitement ne sont pas réalisables. Si les traitements chimiques sont inévitables, il convient de choisir l'option la plus écologique pour l'espèce préoccupante et, de préférence, de la faire effectuer par du personnel qualifié.
- Ce travail décrit les traitements de décontamination qui sont létaux pour des groupes représentatifs d'EAE en fonction des données scientifiques actuellement disponibles. Au fur et à mesure que des renseignements supplémentaires sur les traitements ou les nouvelles espèces seront disponibles, il faudra mettre à jour le présent avis scientifique.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

L'adoption par le public et la conformité de ce dernier dépassent la portée de ce travail, mais elles joueront un rôle essentiel dans le succès de la gestion des EAE dans les écosystèmes marins et d'eau douce.

Certains des traitements qui ont été jugés inefficaces (ou qui peuvent être efficaces, mais qui comportent un niveau élevé d'incertitude) dans le présent avis et dans le document de recherche (Weise *et al.* sous presse)¹ pourraient être efficaces sous différentes concentrations/pressions/températures ou durées d'exposition. Des études pourraient viser à peaufiner ces méthodes de traitement afin de déterminer à quel moment elles deviennent efficaces (p. ex. efficacité du traitement à l'hypochlorite de sodium à tous les stades biologiques des moules).

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Affiliation
Martina Beck	Government of British Columbia, Ministry of Environment and Climate Change Strategy
Renée Bernier	Fisheries and Oceans Canada, Gulf Region
Claudio DiBacco	Fisheries and Oceans Canada, Maritimes Region
Andrew Drake	Fisheries and Oceans Canada, Ontario and Prairies Region
Sophie Foster	Fisheries and Oceans Canada, National Capital Region
Jaclyn Hill	Fisheries and Oceans Canada, Quebec Region
Tim Johnson	Government of Ontario, Ministry of Natural Resources and Forestry
Lynn Lush	Fisheries and Oceans Canada, Newfoundland and Labrador Region
Valérie Massé-Beaulne	Fisheries and Oceans Canada, Quebec Region
Cynthia McKenzie	Fisheries and Oceans Canada, Newfoundland and Labrador Region

Nom	Affiliation
Chris Mckindsey	Fisheries and Oceans Canada, Quebec Region
Gilles Olivier	Fisheries and Oceans Canada, National Capital Region
James Kristmanson	Fisheries and Oceans Canada, National Capital Region
Andrea Locke	Fisheries and Oceans Canada, Pacific Region
Aaron Ramsay	Government of Prince Edward Island, Department of Fisheries and Communities
Stephanie Sardelis	Fisheries and Oceans Canada, National Capital Region
Nathalie Simard	Fisheries and Oceans Canada, Quebec Region
Brendan Spearin	Fisheries and Oceans Canada, Ontario and Prairies Region
Thomas Therriault	Fisheries and Oceans Canada, Pacific Region
Alex Tuen	Fisheries and Oceans Canada, National Capital Region
Andréa Weise	Fisheries and Oceans Canada, Quebec Region

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion sur les avis scientifiques national(e) qui s'est tenue du 30 mars au 1 avril 2021 en vue d'élaborer un avis scientifique sur les traitements et protocoles « Lavez, Videz, Séchez et décontaminez » visant à prévenir l'introduction et la propagation d'espèces aquatiques envahissantes. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

Elwell, L.C., and Phillips, S. (Eds) 2016. Uniform minimum protocols and standards for watercraft inspection and decontamination programs for dreissenid mussels in the Western United States (UMPS III). Pacific States Marine Fisheries Commission, Portland, Oregon (USA). 53 p.

Weise, A.M., Simard, N., Massé-Beaulne, V. et Hill, J.M. Traitements et protocoles "Lavez, Videz, Séchez et Décontaminez" pour prévenir l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/055. Sous presse.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)

Région de la capitale nationale

Pêches et Océans Canada

200 rue Kent

Ottawa, Ontario, K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0293

Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca

Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-40286-4 N° cat. Fs70-6/2021-043F-PDF

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2021. Avis scientifique sur les traitements et les protocoles « Lavez, Videz, Séchez et Décontaminez » pour prévenir l'introduction et la propagation des espèces aquatiques envahissantes. Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2021/043. (Erratum : juillet 2022).

Also available in English:

DFO. 2021. Science Advice on "Clean, Drain, Dry and Decontaminate" treatments and protocols to prevent the introduction and spread of aquatic invasive species. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2021/043. (Erratum : July 2022).