



AVIS SCIENTIFIQUE SUR LE RISQUE POTENTIEL D'INTRODUCTION D'ORGANISMES VIVANTS LIÉ AU COMMERCE D'ESPÈCES DESTINÉES AUX AQUARIUMS, AUX JARDINS D'EAU ET AU COMMERCE D'ORGANISMES VIVANTS DESTINÉS À L'ALIMENTATION AU CANADA

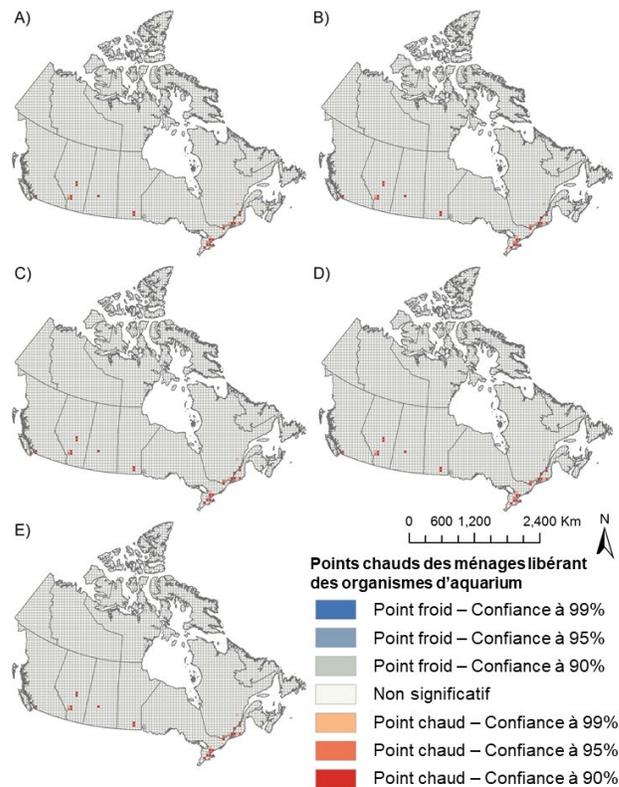


Figure 1. Points chauds des ménages relâchant des organismes d'aquarium au Canada générés pour différents scénarios d'analyse de sensibilité.

Contexte :

Cet avis scientifique a été demandé par les gouvernements provinciaux et territoriaux et le Secteur des écosystèmes aquatiques de Pêches et Océans Canada par l'intermédiaire du Comité national sur les espèces aquatiques envahissantes du Conseil canadien des ministres des pêches et de l'aquaculture. Le Secrétariat canadien de consultation scientifique a déjà mené des processus d'évaluation préalable des risques que posent les espèces importées au Canada par le biais du commerce des espèces vivantes, en fonction du volume d'importation des espèces et des estimations de leur survie et de leur établissement (Gantz et al. 2014, Mandrak et al. 2014, Schroeder et al. 2014). Cependant, des incertitudes importantes demeurent en ce qui concerne les voies d'introduction des espèces (c.-à-d. les chaînes d'approvisionnement) au Canada, y compris les principaux points d'entrée, les centres de

distribution, les détaillants et les consommateurs, ainsi que le comportement des consommateurs (c.-à-d. les utilisateurs finaux) en ce qui a trait aux déplacements et aux rejets des animaux, et enfin la composition des espèces importées. En traitant ces incertitudes, il serait possible d'établir des estimations statistiques liées à l'espace de l'effort d'introduction des espèces (pression de propagules) pour chaque voie d'entrée, ce qui permettrait de rendre les estimations du risque d'invasion plus précises. L'information tirée de ce processus facilitera la gestion et la stratégie aux échelles régionale et nationale de plusieurs manières : i) en permettant de mieux comprendre les principaux points de contrôle, ii) en orientant les futures priorités de recherche, iii) en éclairant les programmes de surveillance, et iv) en guidant les stratégies de communication pour les composantes à risque élevé. Le présent avis scientifique découle de la réunion d'examen national par les pairs sur l'Avis scientifiques sur le risque potentiel d'introduction d'organismes vivants par le commerce d'aquariums, de jardins aquatiques et d'organismes vivants destinés à l'alimentation au Canada qui s'est tenue du 1^{er} au 3 juin 2020. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

SOMMAIRE

- Une analyse a été effectuée pour déterminer le déplacement d'organismes aquatiques vivants (poissons, invertébrés et plantes d'eau douce, de mer et d'estuaire) vers le Canada et à l'intérieur de celui-ci par le biais du commerce des espèces destinées aux aquariums et aux jardins aquatiques et du commerce des organismes vivants destinés à l'alimentation; à cette fin, il a fallu déterminer le nombre et la répartition spatiale des points d'entrée, des distributeurs, des détaillants et des utilisateurs finaux.
- D'après une période de quatre mois en 2018, le plus grand nombre d'organismes vivants a été importé par le commerce des aliments vivants (82 millions), puis par le commerce des organismes destinés aux aquariums (4 millions) et aux jardins d'eau (3 millions). Le déplacement des organismes vivants au Canada est documenté depuis les points d'entrée jusqu'aux distributeurs, mais pas des distributeurs jusqu'aux détaillants et aux utilisateurs finaux.
- Les espèces d'aquarium importées comprenaient 585 poissons, 100 invertébrés et 56 plantes. On a supposé qu'un sous-ensemble de ces espèces (145 poissons, 3 invertébrés et 52 plantes) était importé pour les jardins d'eau. Trente-deux espèces de poissons et 54 espèces d'invertébrés ont été importées par le commerce des aliments vivants.
- Pour les commerces liés aux aquariums et aux jardins d'eau, les trois principaux points d'entrée étaient Windsor (Ontario), Mirabel (Québec) et Calgary (Alberta). Les organismes ont été distribués par l'intermédiaire des principaux centres de distribution à Innisfil (Ontario), LaSalle (Québec) et Calgary (Alberta). Malgré les différences entre les voies d'introduction sur le plan de l'estimation de la propriété rurale par rapport à la propriété urbaine, la pression de propagules était la plus élevée autour des grands centres urbains, en lien avec la densité de la population humaine.
- Les principaux points d'entrée des aliments vivants étaient Ottawa (Ontario), Richmond (Colombie-Britannique), Saint-Stephen (Nouveau-Brunswick) et Toronto (Ontario). Les principaux centres de distribution étaient Montebello (Québec), Chilliwack (Colombie-Britannique) et Cap-Pelé (Nouveau-Brunswick). Comme pour les deux autres voies d'introduction, les détaillants d'aliments vivants et les utilisateurs finaux étaient regroupés autour des grandes villes.

- D'après la proportion estimée de la population canadienne impliquée dans chaque voie d'introduction, les taux de rejet estimés et le nombre moyen estimé d'organismes rejetés par événement, un scénario de référence a prévu qu'environ 347 650 (intervalle de confiance (IC) à 95 % : 346 555—348 776), 305 367 (IC à 95 % : 304 307—306 479) et 288 502 (IC à 95 % : 287 457—289 563) organismes ont été relâchés dans la nature sur une période d'un an par les voies du commerce d'espèces destinées aux aquariums, du commerce d'espèces destinées aux jardins d'eau et du commerce d'organismes vivants destinés à l'alimentation, respectivement. Ces prévisions représentent environ 2,7 %, 2,7 % et 0,1 % de risques que les organismes importés dans le commerce lié aux aquariums, aux jardins d'eau et aux aliments vivants soient rejetés dans la nature, respectivement. Les analyses de sensibilité suggèrent que ces estimations varient en fonction des paramètres du modèle.
- En fonction des objectifs de gestion, les principaux nœuds du réseau de distribution peuvent servir de points de contrôle critiques. Par exemple, les points d'entrée très fréquentés le long de la frontière internationale peuvent offrir l'opportunité la plus importante de gérer le plus grand nombre d'organismes et d'espèces arrivant au Canada.
- Les projections de rejets d'organismes dans la nature n'étaient pas uniformes à travers le Canada. Des points chauds statistiquement significatifs de l'activité de rejet ont été localisés autour des grandes villes. Des mesures ciblant les utilisateurs finaux à proximité de ces lieux pourraient influencer le comportement de rejet dans la nature en vue de réduire la pression de propagules.
- Les ventes en ligne, la production intérieure et les comportements à caractère culturel ou d'autres types de rejet par les utilisateurs finaux (p. ex. le vandalisme) n'ont pas été pris en compte, mais pourraient être des sources importantes de rejet d'organismes dans la nature.
- Plusieurs incertitudes importantes ont été relevées. La précision et la disponibilité des données des registres d'importation ont limité la capacité de tracer l'arrivée des organismes au Canada, les utilisations prévues, les destinations et l'identité des espèces. L'impossibilité de tracer les espèces des distributeurs aux détaillants et aux utilisateurs finaux a limité les projections par espèce. Il existe des données limitées pour décrire la quantité et la distribution des utilisateurs finaux et leurs comportements en matière de rejet, qui peuvent différer d'un bout à l'autre du Canada.

INTRODUCTION

Les commerces liés aux aquariums, aux jardins d'eau et aux aliments vivants sont des voies importantes d'introduction d'organismes aquatiques (poissons, invertébrés et plantes d'eau douce, de mer et d'estuaire) au Canada. Bien que la plupart des organismes commercialisés restent en captivité ou soient consommés, il est de plus en plus évident que les espèces importées qui sont relâchées dans la nature peuvent devenir envahissantes et avoir des conséquences négatives sur la biodiversité, l'économie et la société du Canada. À chaque point de la chaîne d'approvisionnement du commerce des organismes (distributeurs, détaillants et utilisateurs finaux), il existe des possibilités que des organismes échappent à la captivité et se retrouvent dans l'environnement par le biais d'introductions accidentelles ou intentionnelles.

Par l'intermédiaire du Comité national sur les espèces aquatiques envahissantes (CNAE) du Conseil canadien des ministres des pêches et de l'aquaculture, les gouvernements provinciaux et territoriaux et le Secteur des écosystèmes aquatiques de Pêches et Océans Canada ont demandé un avis scientifique sur le risque d'introduction d'organismes vivants par les

commerces relatifs aux aquariums, aux jardins d'eau et aux aliments vivants au Canada. Le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) a déjà mené des processus d'évaluation préalable des risques que posent les espèces importées au Canada dans le cadre du commerce des espèces vivantes et sur la base du volume d'importation des espèces et des estimations de leur probabilité de survie et d'établissement (Gantz *et al.* 2014, Mandrak *et al.* 2014, Schroeder *et al.* 2014). Toutefois, d'importantes incertitudes subsistent : 1) la portée et l'échelle de ces voies d'introduction (c'est-à-dire les chaînes d'approvisionnement de ces espèces) au Canada, y compris les principaux points d'entrée, les centres de distribution, les détaillants et les utilisateurs finaux; 2) le comportement des utilisateurs finaux en matière de déplacements et de rejets dans la nature; et 3) la composition des espèces associées à chaque voie. La résolution de ces incertitudes permettrait d'établir des estimations spatialement explicites de l'effort d'introduction des espèces (pression de propagules) pour chaque voie d'entrée, ce qui permettrait d'affiner les estimations actuelles du risque d'invasion. La caractérisation de ces composantes contribuera à éclairer la gestion et les politiques en développant une meilleure compréhension des points de contrôle clés, et à orienter les priorités de recherche et les programmes de surveillance, tout en guidant les stratégies de communication pour les composantes à haut risque (p. ex. les campagnes d'éducation et de sensibilisation).

L'objectif général de ce travail était d'évaluer le risque d'introduction d'organismes vivants associé à chaque commerce, à savoir le commerce des espèces destinées aux aquariums, le commerce des espèces destinées aux jardins d'eau et le commerce des fruits de mer, au Canada. Les objectifs spécifiques étaient les suivants :

1. Caractériser le mouvement des organismes aquatiques dans le commerce vers le Canada et à l'intérieur de celui-ci, y compris des composantes telles que le nombre et la répartition spatiale des points d'entrée des espèces, des centres de distribution, des détaillants et des utilisateurs finaux (c.-à-d. les propriétaires d'animaux de compagnie et de jardins d'eau; les consommateurs de fruits de mer vivants);
2. Décrire les taux au Canada de participation et de rejet dans la nature par les utilisateurs finaux, par voie d'introduction;
3. Selon les données disponibles, identifier les organismes aquatiques documentés dans le commerce au Canada;
4. Élaborer des estimations spatialement explicites de la pression de propagules par voie, y compris une description des principales incertitudes;
5. Déterminer les points de contrôle critiques.

Portée

Ce travail s'est concentré sur l'étape d'arrivée du processus d'invasion découlant du commerce d'espèces destinées aux aquariums, aux jardins d'eau et des organismes destinés à l'alimentation. Les étapes ultérieures du processus d'invasion, telles que la survie, l'établissement ou les conséquences écologiques des espèces importées, n'ont pas été examinées. Dans le cadre de ce travail, la pression de propagules (PP) est définie comme le nombre total d'individus de toutes les espèces rejetées dans la nature au Canada par chacune des filières (aquariums, jardins d'eau et aliments vivants). Ainsi, le potentiel d'introduction a été évalué sur la base de la pression totale de propagules associée à chaque voie d'introduction (c'est-à-dire la probabilité d'introduction de n organismes par voie et par année; voir Drake *et al.*

2015a). Bien que cela dépasse la portée de la présente évaluation, il est utile de mentionner que les différentes espèces de poissons, d'invertébrés et de plantes associées aux trois voies d'introduction posent probablement différents niveaux de risque dans l'espace et dans le temps au Canada. La pression de colonisation (c.-à-d. la diversité des espèces importées) dépassait la portée de cette analyse au niveau des voies d'introduction, tout comme les ventes en ligne (commerce électronique) et les espèces qui sont élevées ou cultivées au Canada (c.-à-d. la production et la distribution nationales). Les organismes importés pour les aquariums publics et les zoos, la recherche scientifique et les expériences environnementales ont également été exclus, étant donné la faible probabilité qu'ils soient relâchés. L'achat et le rejet d'organismes commercialisés au-delà de leur utilisation prévue (p. ex. empoisonnement illégal, intentions vandales, rejet pour des raisons d'ordre culturel ou de compassion) n'ont pas été pris en compte, pas plus que le rejet ou la fuite accidentelle d'organismes (p. ex. lors des inondations dans le cas des jardins d'eau).

ANALYSE

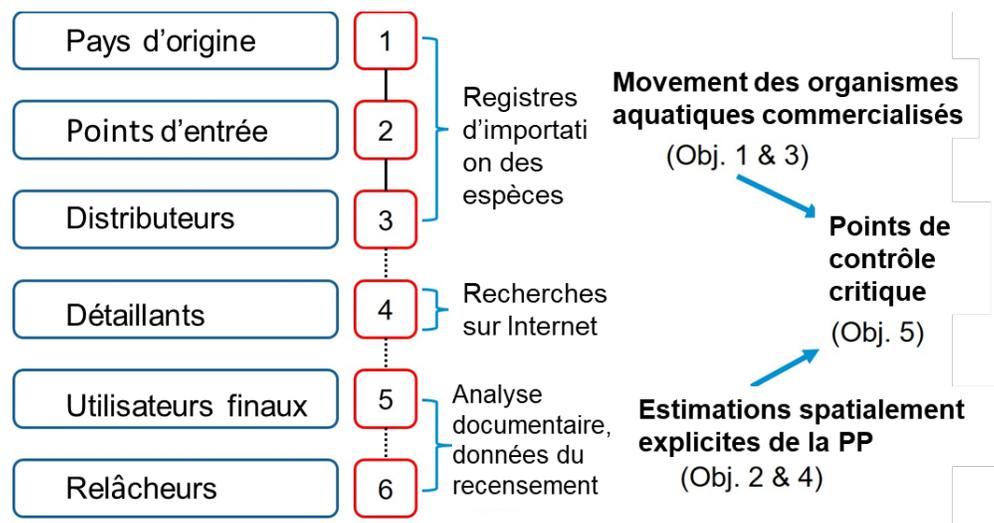


Figure 2. Cadre d'analyse des données qui suit une chaîne d'approvisionnement typique d'organismes commercialisés utilisé pour caractériser leur mouvement vers le Canada et au Canada.

Un cadre analytique a été élaboré et appliqué à chaque voie d'introduction afin de délimiter la chaîne d'approvisionnement typique des organismes commercialisés. On a tout d'abord utilisé les registres d'importation des espèces pour suivre le mouvement des organismes aquatiques vivants importés depuis les pays d'origine jusqu'aux points d'entrée et aux distributeurs. Les registres ont été fournis par l'Agence des services frontaliers du Canada (ASFC) et l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). L'ensemble de données de l'ACIA avait une meilleure couverture temporelle (enregistrant une moyenne annuelle de 13 318 572 [erreur type de la moyenne de $\pm 8\ 843\ 262$] poissons d'aquarium importés au Canada entre 2008 et 2018), mais l'ensemble de données Pathfinder de l'ASFC donnait plus de détails. La résolution plus élevée de l'ensemble de données Pathfinder était nécessaire pour quantifier le nombre d'organismes importés au Canada par chaque voie commerciale et caractériser leur mouvement ultérieur à l'intérieur du pays. Par conséquent, l'analyse a été menée principalement à l'aide de l'ensemble de données de l'ASFC. Les dossiers d'importation de poissons d'aquarium ont été vérifiés sur le terrain à l'aide de l'ensemble de données de l'ACIA

après la mise à l'échelle de l'ensemble de données de l'ASFC sur une période de 12 mois, ce qui a permis de confirmer que l'ensemble de données de l'ASFC saisissait environ 97 % des importations annuelles de poissons d'aquarium.

Au total, 9 432 dossiers d'importation sur la période de quatre mois de l'étude concernaient le commerce des aquariums, des jardins d'eau et des organismes vivants destinés à l'alimentation. Cependant, 1 223 dossiers dans lesquels il manquait des détails sur l'importation ont été exclus de l'analyse. Seuls les organismes aquatiques vivants ont été pris en compte dans cette étude; à ce titre, seuls les dossiers dans lesquels la description des marchandises indiquait clairement que les spécimens étaient vivants ou potentiellement vivants au moment de l'importation ont été inclus. En outre, pour 599 dossiers d'importation des éléments incohérents ont été détectés; après correction, ils ont été inclus dans l'analyse.

Les 8 192 dossiers restants ont été séparés selon la voie d'introduction à partir des informations fournies au moment de l'importation. Les informations sur le pays d'origine, le bureau de dédouanement de l'ASFC et la destination ont été utilisées pour identifier respectivement les pays d'origine, les points d'entrée et les distributeurs associés à chaque dossier. Les renseignements sur les quantités importées ont servi à estimer le nombre d'organismes aquatiques associés à chaque voie. Les quantités importées indiquées en poids ont été converties en nombre d'individus à l'aide d'estimations de la densité ou de la biomasse propres à l'espèce tirées de la documentation spécialisée, des poids typiques sur le marché annoncés en ligne par les détaillants, des relations longueur-poids disponibles sur [FishBase](#) ou de la densité moyenne des espèces appartenant au même groupe taxonomique.

Les informations sur les détaillants ont été recueillies en effectuant des recherches sur Internet. On a compté au moins 1 163 et 1 284 détaillants vendant, respectivement, des poissons et des invertébrés vivants ou des plantes pour les aquariums et les jardins d'eau et 2 341 détaillants vendant des organismes vivants d'eau douce, de mer ou d'estuaire destinés à l'alimentation au Canada.

Enfin, une analyse documentaire a été effectuée pour quantifier la proportion de Canadiens possédant un aquarium ou un jardin aquatique ou achetant des organismes vivants destinés à l'alimentation (c.-à-d. le taux de participation), et la proportion de propriétaires d'aquarium ou de jardin aquatique, ou de consommateurs d'aliments vivants, qui ont relâché des organismes dans l'environnement (c.-à-d. le taux de rejet). On a ensuite appliqué les taux de participation et de rejet aux données du recensement pour estimer le nombre et la répartition spatiale des utilisateurs finaux et des relâcheurs.

À l'aide de ces informations, un modèle a été mis au point pour quantifier les estimations spatialement explicites du nombre d'organismes introduits (c'est-à-dire la pression de propagules) pour les trois voies d'introduction. Le modèle a été paramétré en utilisant les valeurs tirées de la littérature, y compris les estimations de la proportion de propriétaires dans les zones urbaines et rurales (U:R). On a basé l'analyse sur l'hypothèse que les ratios U:R étaient constants à travers le Canada en l'absence de preuves indiquant le contraire. On a estimé le nombre et la répartition spatiale des propriétaires d'aquariums ou de jardins d'eau, des acheteurs d'organismes vivants destinés à l'alimentation et des personnes qui rejettent des organismes, puis on les a combinés au nombre potentiel de propagules libérées par événement pour estimer le nombre total d'organismes rejetés par année et par voie d'introduction.

Afin de cartographier la répartition spatiale des ménages pour le commerce des espèces destinées aux aquariums et aux jardins d'eau ou des individus pour le commerce des organismes vivants destinés à l'alimentation relâchant des organismes, on a multiplié le nombre

attendu de ménages ou d'individus dans chaque grille de 50 km x 50 km par la proportion estimée de relâcheurs. Le nombre de ménages ou d'individus relâchant des organismes a également été résumé au niveau du bassin versant, ce qui suppose que les relâcheurs ne se déplacent pas au-delà du bassin versant dans lequel ils résident pour rejeter des organismes dans la nature. Les points chauds statistiquement significatifs où les relâcheurs s'agrègent ont été déterminés.

Pour obtenir une estimation grossière de la proportion d'organismes importés au Canada susceptible d'être rejetée chaque année dans l'environnement par chaque voie d'introduction, on a comparé le nombre moyen de référence d'organismes rejetés par voie chaque année avec le nombre total déclaré d'organismes importés au Canada pour chaque voie, normalisé sur une période de 12 mois.

Commerce d'espèces destinées aux aquariums

En tout, 4 296 188 organismes d'aquarium, représentant 844 taxons, ont été importés au Canada en provenance de 40 pays pendant une période de quatre mois en 2018.

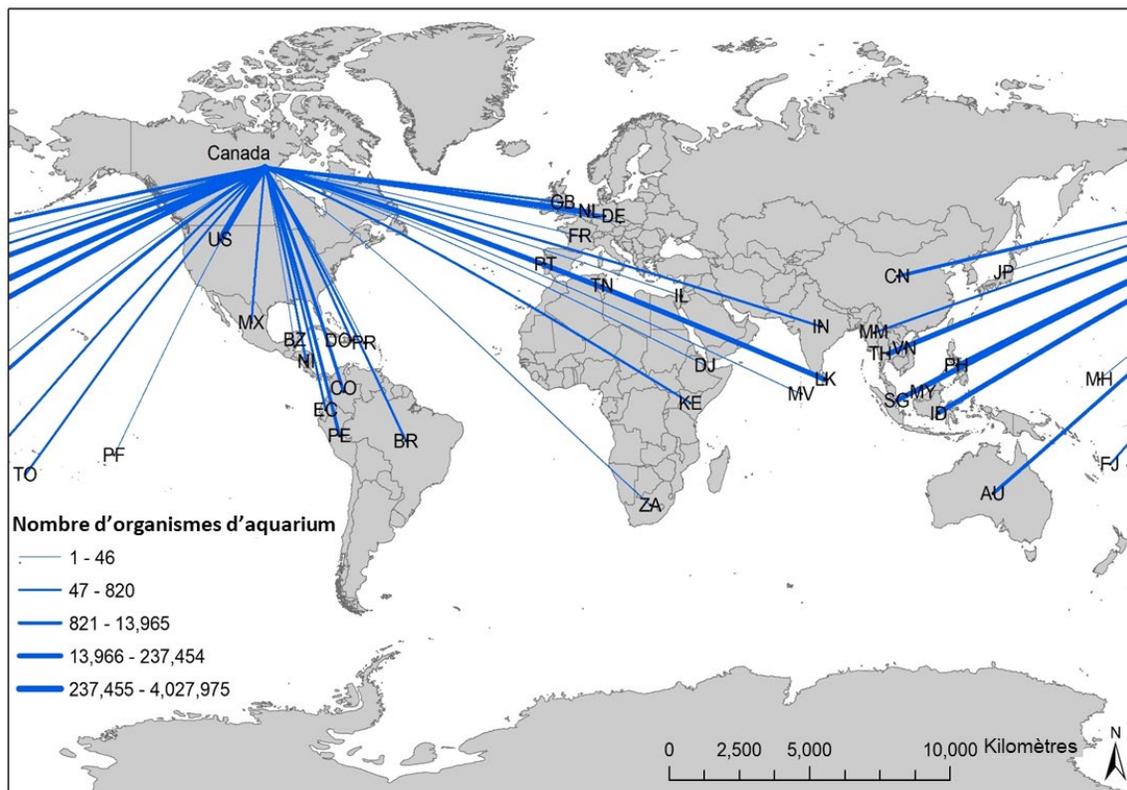


Figure 3. Pays d'origine à partir desquels les organismes d'aquarium ont été importés au Canada entre le 15 juin 2018 et le 15 octobre 2018.

L'American Pet Products Association (APPA) a indiqué que 10,6 % des ménages américains possédaient des aquariums lors d'une enquête nationale réalisée en 1994 (citation dans Chapman *et al.* 1997 et Gertzen *et al.* 2008). D'après des enquêtes plus récentes de l'APPA, la proportion est relativement constante dans le temps, bien que le nombre absolu de propriétaires d'aquariums ait augmenté en raison de l'accroissement de la population (Insurance Information

Institute 2020). Le comportement des aquariophiles américains et canadiens était similaire en ce qui concerne les importations par habitant et l'identité des espèces les plus fréquemment commercialisées (Bradie *et al.* 2013), ce qui justifie l'utilisation des données américaines pour cette analyse. Nous avons donc retenu un taux de participation de référence de 10,6 %, car il n'existe pas de données similaires pour le Canada.

Les données recueillies par l'entremise du « Grand sondage canadien sur les aquariums » de Pêches et Océans Canada ont fourni la seule estimation de la distribution U:R des propriétaires d'aquarium au Canada, quoique les trois quarts des réponses provenaient de l'Ontario (Marson *et al.* 2009a). On a déterminé que 85,9 % des propriétaires d'aquarium interrogés résidaient dans des zones urbaines, et 14,1 % vivaient en milieu rural. Comme ces proportions étaient semblables à la densité globale de la population dans les zones urbaines et rurales, aucun ajustement urbain-rural n'a été effectué lors de l'application du ratio de propriétaires de 10,6 % à l'échelle du Canada.

Une enquête par entrevue menée auprès de propriétaires d'aquarium à Montréal, au Québec, a révélé que 6,9 % des répondants avaient rejeté au moins un poisson d'aquarium dans la nature (Gertzen *et al.* 2008). En revanche, seulement 0,8 % et 1,1 % des propriétaires d'aquarium ont indiqué avoir rejeté des plantes et des animaux, respectivement, dans le « Grand sondage canadien sur les aquariums » de Pêches et Océans Canada (Marson *et al.* 2009a). On a ainsi pris la médiane de la proportion déclarée de propriétaires d'aquarium qui ont rejeté des organismes (3,9 %) comme taux de rejet de référence.

Gertzen *et al.* (2008) ont indiqué que les propriétaires d'aquarium possédaient en moyenne cinq poissons et que les relâcheurs rejetaient en moyenne 5,1 % des poissons d'aquarium qu'ils possédaient, ce qui permet de penser que la taille typique des propagules par événement de rejet est petite. On a donc supposé que la distribution de probabilité de la taille des propagules suit une distribution de Poisson asymétrique à droite et tronquée à zéro ($\lambda = 6$).

D'après ces paramètres, on estime que 1 491 256 ménages possèdent un aquarium au Canada. Selon un scénario de référence supposant un taux de participation de 10,6 % et un taux de rejet de 3,9 %, on estime que 57 799 ménages au Canada rejettent chaque année 347 650 organismes d'aquarium (IC à 95 % : 346 555—348 776) dans la nature.

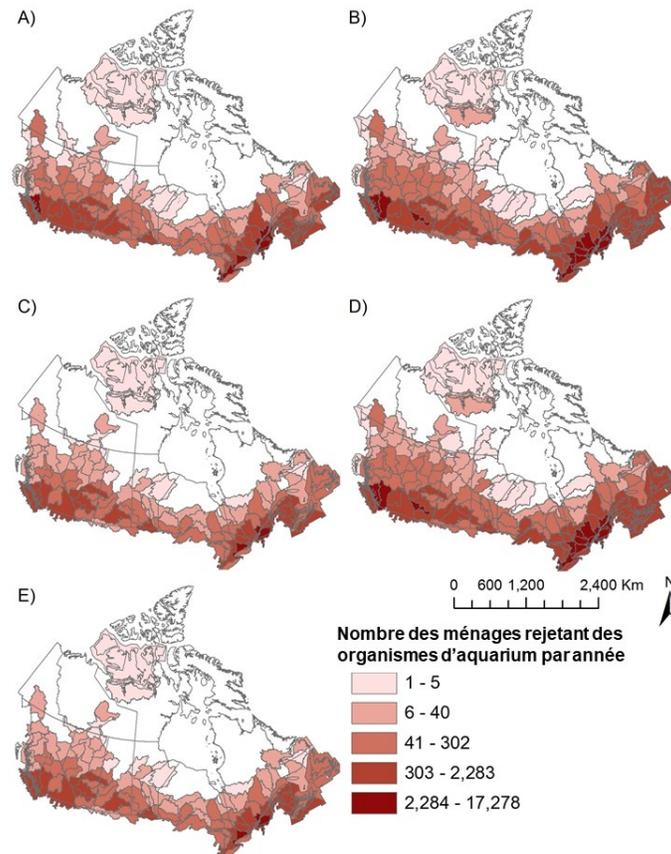


Figure 4. Nombre et répartition spatiale prévus des ménages rejetant des organismes d'aquarium par année au Canada au niveau du bassin versant, générés par l'analyse de sensibilité.

Commerce d'espèces destinées aux jardins d'eau

Au cours de la même période de quatre mois, 3 758 224 organismes de jardins d'eau, représentant 199 taxons, ont été importés au Canada en provenance de 19 pays d'origine. Toutes les plantes d'eau douce ou terrestres, sauf deux, ont été attribuées à la fois à la voie du commerce des espèces destinées aux aquariums et à celle du commerce des espèces destinées aux jardins d'eau (c'est-à-dire qu'elles ont été comptées deux fois), en raison de la difficulté de déterminer les paramètres des espèces.

Le nombre prévu de propriétaires de jardins d'eau au Canada a été estimé à partir d'un sondage de la National Gardening Association, qui a révélé que la proportion de ménages possédant un jardin d'eau aux États-Unis est passée de 3,9 % en 1998 à 14,4 % en 2003 (Gordon *et al.* 2012 citant Crosson 2003). Étant donné que les statistiques n'étaient pas disponibles pour le Canada, on a retenu la médiane des valeurs de 1998 et 2003 (9,2 %) comme taux de participation de référence, car il y a probablement moins de jardins d'eau au Canada en raison des climats plus froids.

Étant donné que le jardinage aquatique est principalement une activité de plein air et qu'il est limité par le climat, l'étendue géographique potentielle de la propriété des jardins d'eau a été limitée aux zones de rusticité des plantes (ZRP, gouvernement du Canada 2019) d'Agriculture

et Agroalimentaire Canada où on considère que les plantes courantes de jardin d'eau peuvent survivre (Marson *et al.* 2009b).

Les données recueillies par le biais du « Grand sondage canadien sur les jardins d'eau » de Pêches et Océans Canada ont permis d'estimer la distribution U:R des propriétaires de jardin aquatique au Canada, quoique environ 95 % des réponses provenaient de l'Ontario (Marson *et al.* 2009b). On a ainsi déterminé que respectivement 74,4 % et 25,6 % des propriétaires de jardins d'eau interrogés résidaient dans des zones urbaines et rurales. Cette distribution était légèrement asymétrique vers les zones rurales par rapport à la densité de population globale, probablement parce qu'elles offrent davantage d'espace disponible pour les jardins d'eau. Dans le « Grand sondage canadien sur les jardins d'eau », 1,3 % et 2,8 % des propriétaires de jardins d'eau ont également indiqué avoir rejeté respectivement des plantes et des animaux dans la nature. Pour tenir compte de la sous-déclaration des répondants au sondage, on a utilisé la proportion de relâcheurs de la voie d'introduction correspondant aux aquariums (3,9 %) pour estimer celle des jardins d'eau.

Aucune information concernant la taille typique des propagules des organismes des jardins d'eau par événement n'était disponible. On a donc supposé que le nombre moyen d'organismes de jardins d'eau rejetés par événement est faible et comparable à celui de la filière des aquariums et utilisé une distribution de Poisson asymétrique à droite et tronquée à zéro ($\lambda = 6$).

D'après ces paramètres, on estime que 1 301 154 ménages possèdent un jardin d'eau au Canada. Avec des taux de participation et de rejet supposés de respectivement 9,3 % et 3,9 %, on obtient une estimation de 50 769 ménages rejetant 305 367 (IC à 95 % : 304 307—306 479) organismes de jardins d'eau par année.

Commerce des organismes vivants destinés à l'alimentation

Au total, 82 434 924 organismes vivants destinés à l'alimentation, représentant 84 taxons d'eau douce, de mer et d'estuaire, ont été importés au Canada en provenance de 20 pays d'origine pendant la période d'étude de quatre mois.

Un sondage national mené par Abacus Data a révélé que 88,0 % des répondants canadiens ont consommé des fruits de mer sur une période de trois mois (Coletto *et al.* 2011), et que les aliments vivants représentaient 4,0 % des produits vendus par les détaillants identifiés. Ces pourcentages ont été multipliés pour estimer le taux de participation de référence (3,5 %).

Aucune information n'était disponible concernant la répartition U:R des acheteurs d'aliments vivants. On a plutôt déterminé le rapport U:R en fonction de l'emplacement des détaillants qui vendent des aliments vivants, en supposant qu'il existe une relation spatiale intrinsèque entre l'offre et la demande. La proportion estimée de détaillants vendant des aliments vivants dans les zones urbaines et rurales était respectivement de 85,5 % et 14,4 %. De plus, aucune information n'était disponible concernant la proportion de la population achetant des aliments vivants qui rejette des organismes dans la nature. En l'absence de données propres à cette voie d'introduction, on a repris celles des aquariums et des jardins d'eau (3,9 %). Enfin, bien qu'il n'y ait pas eu d'études sur la taille des propagules des organismes alimentaires vivants rejetés par événement, les conclusions de Gertzen *et al.* (2008) concernant le rejet d'organismes d'aquarium sont probablement applicables aux aliments vivants. On a utilisé une distribution de Poisson asymétrique à droite et tronquée à zéro ($\lambda = 6$).

Selon ces paramètres, on estime que 1 237 160 personnes achètent chaque année des organismes vivants destinés à l'alimentation au Canada. Avec des taux de participation et de

rejet supposés respectivement de 3,5 % et 3,9 %, on obtient une estimation de 47 964 ménages qui rejettent 288 502 (IC à 95 % : 287 457—289 563) fruits de mer vivants par année.

Points de contrôle critiques

On a déterminé les points de contrôle critiques (c'est-à-dire les nœuds de la chaîne d'approvisionnement) où l'on pourrait trouver le plus grand nombre d'organismes aux fins de la gestion en examinant le réseau de distribution commerciale assemblé avec le nombre estimé et la répartition spatiale des utilisateurs finaux et des relâcheurs. Pour les trois voies, il s'agit des principaux points d'entrée, des centres de distribution clés et des centres urbains où les détaillants, les utilisateurs finaux et les relâcheurs sont agrégés. Les points de contrôle importants peuvent différer en fonction des objectifs de gestion (p. ex. optimiser la surveillance ou prévenir les rejets).

Sources d'incertitude

Données

Les réseaux de distribution commerciale ont été construits à partir de quatre mois de dossiers d'importation, avec quelques problèmes inhérents à la qualité des données. On n'a pas tenté d'évaluer l'exactitude des dossiers d'importation en ce qui concerne l'identification des espèces, ni de confirmer que les organismes étaient vivants au moment de l'importation. En outre, la traçabilité de bout en bout des organismes n'était pas possible, car les transactions entre les distributeurs et les détaillants et entre les détaillants et les utilisateurs finaux n'étaient pas disponibles. Enfin, il est possible que la liste des détaillants compilée ne soit pas complète. Toutefois, elle comprend les principaux détaillants au Canada et devrait être représentative des tendances spatiales associées au commerce des espèces destinées aux aquariums et aux jardins d'eau et au commerce des organismes vivants destinés à l'alimentation au Canada.

Modèle

Le modèle utilisé pour générer des estimations spatialement explicites de la pression de propagules pour chaque voie d'introduction a été paramétré à l'aide de valeurs tirées de publications évaluées par des pairs et de rapports gouvernementaux. Bien que fondées sur les meilleures informations disponibles, les valeurs ne sont pas propres au Canada ou ne sont pas nécessairement à jour. De futures études visant à caractériser les informations régionales spatialement explicites sur la propriété et le comportement de rejet dans la nature permettraient de déterminer la pertinence des valeurs supposées. Ainsi, une analyse de sensibilité a été réalisée pour tenir compte de l'incertitude. Par exemple, les proportions de référence des ménages canadiens possédant des aquariums ou des jardins d'eau ou des personnes achetant des fruits de mer vivants ont été augmentées et diminuées de 50 % dans une analyse de sensibilité d'un paramètre à la fois. Cela a permis de mieux comprendre l'incidence de ces valeurs sur le nombre et la répartition des propriétaires ou des acheteurs dans le pays. On a aussi analysé la sensibilité des ratios entre les zones urbaines et rurales en faisant varier leurs bases de référence de ± 10 %. Enfin, on a fait varier la taille moyenne de référence des propagules pour chaque filière de 50 % afin de représenter les changements dans la distribution de fréquence des propagules rejetées. On a utilisé une approche de rééchantillonnage de Monte Carlo pour calculer le nombre d'organismes potentiellement rejetés par année et par voie avec un intervalle de confiance à ± 95 %, en tirant le nombre estimé de propriétaires ou d'acheteurs rejetant des organismes de la distribution de Poisson tronquée à zéro pour 1 000 itérations pour chaque scénario.

D'après les résultats de l'analyse de sensibilité, tous les paramètres du modèle ont eu un effet égal sur les estimations de la pression de propagules pour toutes les voies d'introduction et n'ont pas eu d'incidence sur l'analyse des points chauds, mais ils ont eu un effet disproportionné sur la répartition spatiale des utilisateurs finaux et des relâcheurs dans le pays. Par exemple, la présence de ménages possédant des aquariums dans les collectivités nordiques peut être un artefact de la façon dont la densité de population humaine a été estimée. Les données sur la population humaine et les logements obtenues auprès de Statistique Canada (Statistique Canada 2019c) contenaient probablement des erreurs (p. ex. des erreurs de non-réponse et de traitement). Également, des divergences entre les limites géographiques de Statistique Canada et de Postes Canada peuvent avoir influencé l'exactitude des estimations de la densité de population. De plus, on a supposé que les individus et les ménages étaient répartis de façon égale dans une zone lors de la normalisation de l'unité spatiale à la taille de la grille de 50 km x 50 km. Ce n'est peut-être pas toujours le cas, mais il n'existait pas de base pour estimer les densités autrement.

CONCLUSIONS

Pays d'origine

Les États-Unis étaient le principal pays d'origine des organismes importés pour le commerce lié aux aquariums, suivis par l'Indonésie et le Sri Lanka. De même, les États-Unis étaient le principal pays d'origine des organismes aquatiques importés dans le commerce d'espèces destinées aux jardins d'eau, suivis de la Thaïlande et de l'Allemagne. Certains déplacements interprovinciaux d'organismes d'aquarium et de jardin d'eau ont été documentés. Enfin, les États-Unis étaient le principal pays d'origine des organismes aquatiques importés dans le commerce d'organismes vivants d'eau douce, de mer et d'estuaire destinés à l'alimentation, suivis par l'Irlande et la Nouvelle-Zélande. Une fois importés au Canada, les organismes alimentaires vivants étaient souvent déplacés au-delà du point d'entrée : six des 20 points d'entrée étaient impliqués dans le déplacement interprovincial d'organismes vivants.

Il est important de noter que les pays d'origine identifiés ne représentent pas nécessairement l'origine biogéographique réelle ou l'aire de répartition indigène des organismes importés.

Points d'entrée

Les trois principaux points d'entrée pour le commerce des espèces destinées aux aquariums et aux jardins d'eau, en volume, étaient Windsor (Ontario), Mirabel (Québec) et Calgary (Alberta). Calgary a reçu des importations en provenance du plus grand nombre de pays d'origine (26) pour les organismes d'aquarium. Par ailleurs, Edmonton, en Alberta, a traité des organismes de jardins d'eau provenant du plus grand nombre de pays d'origine (11), bien qu'elle ne figure pas parmi les trois premiers points d'entrée. Les principaux points d'entrée des organismes alimentaires vivants étaient Ottawa (Ontario), Richmond (Colombie-Britannique), Saint-Stephen (Nouveau-Brunswick) et Toronto (Ontario). Toronto, en Ontario, a reçu des organismes alimentaires vivants d'eau douce, marins et estuariens provenant du plus grand nombre de pays d'origine (13).

Centres de distribution

Innisfil (Ontario), LaSalle (Québec) et Calgary (Alberta) étaient les trois principaux centres de distribution recevant le plus grand nombre d'organismes d'aquarium et de jardin d'eau importés. Montebello (Québec), Chilliwack (Colombie-Britannique) et Cap-Pelé (Nouveau-Brunswick)

étaient les principaux centres de distribution d'organismes vivants destinés à l'alimentation. Il y avait plus de centres de distribution pour les aliments vivants que pour les espèces destinées aux aquariums et aux jardins d'eau, et la plus grande densité était située dans les Maritimes.

Détaillants

Les détaillants d'espèces destinées aux aquariums et aux jardins d'eau sont généralement agrégés autour des grandes villes, comme Richmond (Colombie-Britannique), Calgary (Alberta), Edmonton (Alberta), Winnipeg (Manitoba), Toronto (Ontario), Montréal (Québec), Moncton (Nouveau-Brunswick) et Halifax (Nouvelle-Écosse). Les détaillants d'aliments vivants sont également groupés autour de ces endroits, ainsi qu'à Saskatoon (Saskatchewan), à Regina (Saskatchewan), à London (Ontario), à Hamilton (Ontario) et à Ottawa (Ontario).

Rejets dans la nature

Les résultats de l'analyse des points chauds de la voie d'introduction relative aux aquariums indiquent que les responsables des rejets sont principalement regroupés à Victoria (Colombie-Britannique), dans les villes de la région métropolitaine de Vancouver (Colombie-Britannique), à Calgary (Alberta), à Edmonton (Alberta), à Saskatoon (Saskatchewan), à Winnipeg (Manitoba), à Windsor (Ontario), à London (Ontario), à Kitchener-Waterloo-Cambridge (Ontario), à Hamilton (Ontario), à St. Catharines (Ontario), dans les villes de la région du Grand Toronto (Ontario), à Barrie (Ontario), à Kingston (Ontario), à Ottawa-Gatineau (Ontario), dans les villes de la région du Grand Montréal (Québec), à Sherbrooke (Québec), à Trois-Rivières (Québec), à Québec (Québec), au Saguenay (Québec), à Moncton (Nouveau-Brunswick) et à Halifax (Nouvelle-Écosse). Les mêmes points chauds ont été relevés pour la voie d'introduction relative aux organismes vivants destinés à l'alimentation, à l'exception d'Ottawa (Ontario), du Saguenay (Québec) et de Moncton (Nouveau-Brunswick). Les résultats de l'analyse des points chauds pour le commerce d'espèces destinées aux jardins d'eau indiquent que les ménages qui rejettent des organismes de jardin d'eau dans la nature sont regroupés dans les villes suivantes : Victoria (Colombie-Britannique), Vancouver (Colombie-Britannique), Calgary (Alberta), Edmonton (Alberta), Winnipeg (Manitoba), London (Ontario), Kitchener-Waterloo-Cambridge (Ontario), Hamilton (Ontario), St. Catharines (Ontario), les villes de la région du Grand Toronto (Ontario), Ottawa (Ontario), les villes de la région du Grand Montréal (Québec), Sherbrooke (Québec), Québec (Québec) et Halifax (Nouvelle-Écosse). Collectivement, ces résultats semblent indiquer que le plus grand risque potentiel d'introduction est associé aux bassins versants urbains.

D'après le nombre estimé d'organismes rejetés par année, la voie d'introduction relative aux aquariums semble présenter le plus grand potentiel d'introduction, suivie par celles des jardins d'eau et des organismes vivants destinés à l'alimentation. Dans l'ensemble, les proportions d'organismes importés pour les aquariums, les jardins d'eau et à des fins alimentaires qui sont rejetés devraient être relativement faibles. Les dossiers d'importation échelonnés sur une période de 12 mois (12 915 414 organismes d'aquarium et 11 301 522 organismes de jardin d'eau) suggèrent que 2,7 % des organismes d'aquarium et de jardin d'eau importés au Canada devraient être rejetés dans la nature par les utilisateurs finaux chaque année. Par ailleurs, selon les dossiers d'importation d'aliments vivants échelonnés sur une période de 12 mois (247 304 772 organismes), 0,1 % des importations devraient être rejetées dans la nature par les acheteurs. D'un point de vue biologique, il faut intégrer d'autres étapes du processus d'invasion (p. ex. la survie, l'établissement et la propagation) et l'ampleur des impacts écologiques pour comprendre le risque global d'invasion associé à chaque voie d'introduction.

AUTRES CONSEILS

L'amélioration et la tenue de dossiers d'importation détaillés permettraient de réduire l'incertitude et de préciser les estimations spatiales de la pression de propagules pour toutes les voies d'introduction. Une proportion importante des transactions d'importation était sur papier, et de nombreuses autres étaient dépourvues de détails essentiels ou mal étiquetées. La proportion de transactions pour lesquelles il manquait des détails d'importation était probablement plus grande pour les invertébrés et les plantes que pour les poissons. Un système plus robuste et plus détaillé de catégorisation des importations permettrait de combler ces lacunes (p. ex. numéro de série taxonomique, destination, utilisation prévue, distinction entre spécimens vivants et morts).

Il est essentiel de mieux comprendre les motivations des utilisateurs finaux qui rejettent des organismes dans la nature pour pouvoir élaborer des stratégies de réduction des risques. Faire appel à des spécialistes en sciences sociales pour caractériser les aspects sociaux du commerce des espèces destinées aux aquariums et aux jardins d'eau et au commerce des organismes vivants destinés à l'alimentation, comme ce qui a été fait dans le cadre des travaux réalisés pour la navigation de plaisance et la pêche (Drake *et al.* 2015b, Hunt *et al.* 2017, 2019), permettrait de combler des lacunes dans les connaissances. Les domaines à étudier sont la raison pour laquelle les organismes sont rejetés dans la nature (en particulier pour les espèces alimentaires vivantes), la taille typique des propagules, la distance parcourue pour le rejet, la fréquence ou la saisonnalité des rejets, et la sensibilisation aux problèmes posés par les espèces aquatiques envahissantes à diverses échelles spatiales et temporelles.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Organisation
Christine Boston	Pêches et Océans Canada, Région de l'Ontario et des Prairies
Johanna Bradie	Université de Windsor
Tessa Brinklow	Pêches et Océans Canada, Région de l'Ontario et des Prairies
Jeff Brinsmead	Gouvernement de l'Ontario, Ministère des Richesses naturelles et des Forêts
Oscar Casas-Monroy	Pêches et Océans Canada, Région de l'Ontario et des Prairies
Farrah Chan	Pêches et Océans Canada, Région de l'Ontario et des Prairies
Chantal Coomber	Pêches et Océans Canada, Région du Golfe
Claudio DiBacco	Pêches et Océans Canada, Région des Maritimes
Andrew Drake	Pêches et Océans Canada, Région de l'Ontario et des Prairies
Sophie Foster	Pêches et Océans Canada, Région de la Capitale Nationale
Jaclyn Hill	Pêches et Océans Canada, Région du Québec
Jeffery Eugene Hill	University of Florida

Nom	Organisation
Len Hunt	Gouvernement de l'Ontario, Ministère des Richesses naturelles et des Forêts
Nicole Kimmel	Gouvernement de l'Alberta, Ministère de l'Environnement et des Parcs
Marten Koops	Pêches et Océans Canada, Région de l'Ontario et des Prairies
James Kristmanson	Pêches et Océans Canada, Région de la Capitale Nationale
Mark Laflamme	Pêches et Océans Canada, Région du Golfe
Jason LeBlanc	Gouvernement de la Nouvelle Écosse, Ministère des Pêches et de l'Aquaculture Government of Nova Scotia, Department of Fisheries and Aquaculture
Stephanie Sardelis	Pêches et Océans Canada, Région de la Capitale Nationale
Philip Sargent	Pêches et Océans Canada, Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Thomas Therriault	Pêches et Océans Canada, Région du Pacifique
Guglielmo Tita	Pêches et Océans Canada, Région de la Capitale Nationale

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion d'examen national par les pairs sur l'Avis scientifiques sur le risque potentiel d'introduction d'organismes vivants par le commerce d'aquariums, de jardins aquatiques et d'organismes vivants destinés à l'alimentation au Canada qui s'est tenue du 1^{er} au 3 juin 2020. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada](#).

Bradie, J., Chivers, C., and Leung, B. 2013. Importing risk: quantifying the propagule pressure-establishment relationship at the pathway level. *Divers. Distrib.* **19**(8): 1020–1030. doi: 10.1111/ddi.12081.

Chapman, F.A., Fitz-Coy, S.A., Thunberg, E.M., and Adams, C.M. 1997. United States of America trade in ornamental fish. *J. World Aquac. Soc.* **28**(1): 1–10. doi: 10.1111/j.1749-7345.1997.tb00955.x.

Coletto, D., Di Francesco, L., and Morrison, J. 2011. *Seafood Survey: Public Opinion on Aquaculture and a National Aquaculture Act*. Canadian Aquaculture Industry Alliance. Abacus Data, Ottawa.

Drake, D.A.R., Mercader, R., Dobson, T., and Mandrak, N.E. 2015b. Can we predict risky human behaviour involving invasive species? *Biol. Invasions* **17**: 309–326. doi: 10.1007/s10530-014-0729-7.

Froese and Pauly 2020. [FishBase](#). World Wide Web electronic publication. (12/2020)

- Gantz, C.A., Mandrak, N.E., and Keller, R.P. 2014. [Application of an aquatic plant risk assessment to non-indigenous freshwater plants in trade in Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/096 v + 31 p.
- Gertzen, E.L., Familiar, O., and Leung, B. 2008. Quantifying invasion pathways: fish introductions from the aquarium trade. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **65**(7): 1265–1273. doi: 10.1139/F08-056.
- Gordon, D.R., Gantz, C.A., Jerde, C.L., Chadderton, W.L., Keller, R.P., and Champion, P.D. 2012. Weed risk assessment for aquatic plants: modification of a New Zealand system for the United States. *PLoS One* **7**(7): e40031. doi: 10.1371/journal.pone.0040031.
- Government of Canada. 2019. [Plant Hardiness Zones](#) [online]. [accessed 22 January 2020].
- Hunt, L.M., Bannister, A.E., Drake, D.A.R., Fera, S.A., and Johnson, T.B. 2017. Do Fish Drive Recreational Fishing License Sales? *North Am. J. Fish. Manag.* **37**(1): 122–132. doi: 10.1080/02755947.2016.1245224.
- Hunt, L.M., Morris, D.M., Drake, D.A.R., Buckley, J.D., and Johnson, T.B. 2019. Predicting spatial patterns of recreational boating to understand potential impacts to fisheries and aquatic ecosystems. *Fish. Res.* **211**: 111–120. doi: 10.1016/j.fishres.2018.11.007.
- Insurance Information Institute. 2020. Facts + Statistics: [Pet statistics](#) [online]. [accessed 11 July 2020].
- Mandrak, N.E., Gantz, C.A., Jones, L.A., Marson, D., and Cudmore, B.C. 2014. [Evaluation of five freshwater fish screening-level risk assessment protocols and application to non-indigenous organisms in trade in Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/122. v + 125 p.
- Marson, D., Cudmore, B.C., Drake, D.A.R., and Mandrak, N.E. 2009a. Summary of a survey of aquarium owners in Canada. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2905: iv + 20 p.
- Marson, D., Cudmore, B.C., Drake, D.A.R., and Mandrak, N.E. 2009b. Summary of a survey of water garden owners in Canada. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2906: v + 23 p.
- Schroeder, B., Mandrak, N.E., and Cudmore, B.C. 2014. [Application of a freshwater mollusc risk assessment to non-indigenous organisms in trade in Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/060. v + 26 p.
- Statistics Canada. 2019c. [Guide to the Census of Population, 2016. Chapter 10 – Data quality assessment](#) [online]. [accessed 01 February 2020].

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)
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 978-0-660-39787-0 N° cat. Fs70-6/2021-032F-PDF

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2021. Avis scientifique sur le risque potentiel d'introduction d'organismes vivants lié au commerce d'espèces destinées aux aquariums, aux jardins d'eau et au commerce d'organismes vivants destinés à l'alimentation au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/032.

Also available in English:

DFO. 2021. *Science Advice on the Potential of Introducing Live Organisms by the Aquarium, Water Garden, and Live Food Trades in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2021/032.*