



ÉVALUATION DES AVANTAGES ÉCOLOGIQUES, DES RISQUES ET DE LA FAISABILITÉ DE LA RÉINTRODUCTION DU DARD DE SABLE (*AMMOCRYPTA PELLUCIDA*) EN ONTARIO



Figure 1. Dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) dans la rivière Grand, en Ontario, au Canada.
Photographie de Pêches et Océans Canada (Karl A. Lamothe).

CONTEXTE

Les programmes de rétablissement fédéraux mentionnent fréquemment la réintroduction d'espèces comme une approche potentielle pour améliorer la survie et le rétablissement des espèces inscrites sur la liste de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), comme le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*). Cependant, l'effort de réintroduction n'a pas été effectué au cours des deux dernières décennies, en raison en partie d'une connaissance incomplète des besoins écologiques de l'espèce et de l'incertitude entourant la façon d'évaluer les avantages, les risques et la faisabilité écologiques de la réintroduction. Au cours des 15 dernières années, la compréhension de l'écologie du dard de sable s'est améliorée et de récentes lignes directrices nationales décrivent les scénarios dans lesquels la réintroduction pourrait être considérée comme un outil de rétablissement; ensemble, ces deux éléments permettent d'évaluer l'utilisation de la réintroduction pour atteindre les objectifs de rétablissement de l'espèce. Trois objectifs ont été abordés :

1. L'évaluation des facteurs écologiques qui pourraient influer sur la réussite de la réintroduction du dard de sable aux emplacements sources et récepteurs possibles;
2. L'évaluation des risques écologiques associés à la réintroduction du dard de sable à la fois pour l'espèce et pour l'écosystème en général aux emplacements sources et récepteurs;
3. L'évaluation du changement dans la survie ou le rétablissement du dard de sable résultant de la réintroduction d'une population dans un emplacement qu'il occupait autrefois.

Le Programme des espèces en péril peut utiliser l'avis découlant de cette réunion pour déterminer si les avantages d'une réintroduction expérimentale l'emportent sur les risques potentiels pour le dard de sable et l'écosystème en général; cet avis peut servir d'étude de cas

lors de l'examen de la réintroduction d'autres espèces de poissons d'eau douce inscrites sur la liste de la LEP.

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs régional du 3 au 6 avril 2023 pour l'Évaluation des avantages et des risques écologiques d'une réintroduction expérimentale du dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) en Ontario. 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

- La réintroduction est mentionnée comme une mesure de rétablissement potentielle du dard de sable de l'unité désignable de l'Ontario (figure 1; *Ammocrypta pellucida*; inscrite comme espèce menacée sur la liste de la *Loi sur les espèces en péril*) en raison de sa disparition de trois bassins hydrographiques qu'elle occupait autrefois. Une incertitude entoure la manière dont la réintroduction pourrait modifier la survie ou le rétablissement de l'espèce sauvage (« l'espèce » dans le reste du document), ainsi que la faisabilité écologique de translocations à partir de populations sauvages et les risques écologiques correspondants.
- Les conséquences de plusieurs scénarios de translocation sur la probabilité de disparition de l'espèce ont été examinées. L'ajout réussi d'une population réintroduite a réduit la probabilité de disparition de l'espèce.
- Des modèles ont été élaborés pour évaluer l'abondance potentielle des populations sources, l'effet du retrait d'individus de celles-ci et le potentiel d'établissement de la population dans les emplacements récepteurs. La qualité de l'habitat et les menaces ont également été décrites pour les emplacements récepteurs.
- Les rivières Grand et Thames ont été considérées comme des sources potentielles, l'abondance du dard de sable pouvant être plus élevée dans la rivière Grand que dans la rivière Thames d'après les prédictions des modèles. Les extrants des modèles dépendaient fortement de la disponibilité présumée d'habitats convenables et de la densité des poissons dans les eaux de plus de 1,2 m de profondeur.
- L'abondance et la probabilité d'événements catastrophiques étaient des variables importantes pour prédire les dommages causés par les prélèvements. Les rivières sources où l'abondance est plus élevée étaient mieux en mesure de résister aux prélèvements; cependant, même sans prélèvements, l'abondance dans les rivières sources peut fluctuer et tomber en dessous des seuils de dommages.
- Le nombre total d'individus relâchés et la capacité de charge dans les rivières réceptrices étaient des variables importantes pour prédire le succès de la réintroduction, qui était plus probable avec un plus grand nombre d'ajouts et une plus grande capacité de charge dans les rivières réceptrices.
- Le substrat de sable et de gravier fin ainsi que la limpidité de l'eau avaient été définis comme des facteurs importants de l'occurrence et de l'abondance du dard de sable, avec une occupation prévue du dard de sable dans la rivière Ausable et le ruisseau Big Otter. L'échantillonnage du substrat aux sites de lâchers potentiels dans le ruisseau Big Otter laisse à penser que les zones autrefois occupées par le dard de sable présentent une couverture proportionnelle relativement élevée de sable et de gravier fin.

- Les effets de l'agriculture et de l'invasion des gobies à taches noires (*Neogobius melanostomus*) ont été reconnus comme des menaces importantes qui pourraient influer sur le succès de la réintroduction du dard de sable dans les rivières réceptrices potentielles, mais ces menaces s'exercent également là où l'espèce existe et est en bon état. Les menaces cumulatives n'ont pas été évaluées. Les maladies ont également été désignées comme un facteur potentiellement important.
- Les extrants des modèles et la base de données probantes plus vaste ont été prises en compte dans un processus structuré de jugements d'experts (Delphi modifié) afin d'évaluer les facteurs liés à la faisabilité écologique globale et au risque de conséquences écologiques imprévues de la translocation.
- Les jugements d'experts structurés concordaient généralement avec les extrants des modèles, mais les experts ont indiqué une grande incertitude entourant la plupart des facteurs associés à la faisabilité écologique de la translocation. En général, ils s'entendent davantage pour dire que : 1) la rivière Grand pourrait probablement résister à de faibles niveaux de prélèvement (250 poissons par année pendant une période maximale de 10 ans), 2) le cycle biologique, les facteurs génétiques, la concurrence et la prédation, et les menaces actuelles (gobie à taches noires, agriculture) n'empêcheraient probablement pas l'établissement dans les emplacements récepteurs. Le consensus était moins grand sur la disponibilité de l'habitat et de l'approvisionnement en nourriture pour soutenir une plus grande abondance de poissons dans les rivières réceptrices, bien qu'il soit peu probable que ces facteurs empêchent un plus petit nombre de poissons de s'établir, avec une confiance légèrement supérieure quant à la qualité et à la disponibilité de l'habitat dans le ruisseau Big Otter.
- Les experts ont estimé que les risques de conséquences écologiques imprévues de la translocation dans les rivières sources et réceptrices étaient généralement faibles à modérés, mais avec une incertitude. Les risques génétiques (dépression consanguine, dépression par croisement éloigné, effets fondateurs) étaient relativement peu préoccupants compte tenu de la réintroduction expérimentale proposée, mais dépendaient de l'endroit et du mode de prélèvement des poissons dans les rivières sources. Des changements écosystémiques transformationnels ont été jugés peu probables. Le potentiel d'introduction de maladies a été jugé faible, mais en cas d'introduction, de nouveaux agents pathogènes pourraient avoir des répercussions importantes.
- En général, les jugements des experts étaient moins certains en ce qui concerne les facteurs liés à la faisabilité écologique, notamment l'abondance dans les rivières sources, l'effet des prélèvements dans les rivières sources et la disponibilité d'habitats abiotiques et biotiques; les experts étaient plus confiants dans leurs jugements sur les facteurs liés au risque de résultats écologiques imprévus dans les écosystèmes sources et les écosystèmes récepteurs. Cependant, les experts avaient des perceptions plus incertaines de l'introduction potentielle de maladies et de leurs conséquences écologiques.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) est une espèce de petit poisson d'eau douce inscrite aux fins de protection sur la liste de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). À l'appui de l'objectif de rétablissement à long terme consistant à ramener des populations autosuffisantes dans des habitats auparavant occupés, le programme de rétablissement fédéral de l'UD de l'Ontario a déterminé la nécessité d'étudier la faisabilité d'une réintroduction (MPO 2012). Les efforts de

réintroduction du dard de sable n'ont pas encore été entrepris, au moins en partie du fait d'une connaissance incomplète des besoins écologiques de l'espèce et de l'incertitude entourant la façon d'évaluer les avantages, les risques et la faisabilité écologiques d'une réintroduction. Un processus national du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) a récemment élaboré un cadre d'aide à la décision pour fournir des lignes directrices sur les scénarios dans lesquels la réintroduction pourrait être considérée comme un outil de rétablissement pour les espèces de poissons et de moules d'eau douce inscrites sur la liste de la LEP (figure 2; MPO 2023).

L'application de ce cadre fournit aux décideurs des renseignements écologiques montrant comment la réintroduction pourrait être bénéfique pour une espèce donnée inscrite sur la liste de la LEP, ainsi que sur la faisabilité écologique et les risques liés à une telle mesure. Au cours des 15 dernières années, la compréhension de l'écologie du dard de sable et des conditions aux emplacements occupés aujourd'hui et autrefois s'est améliorée, ce qui en fait une espèce candidate idéale pour évaluer la faisabilité d'une réintroduction. Le cadre d'aide à la décision en cinq étapes a été appliqué pour évaluer les avantages, les risques et la faisabilité d'une réintroduction du dard de sable dans le Sud-ouest de l'Ontario. Le présent document présente un examen des étapes 1 à 3 (décrivées dans Lamothe *et al.* 2023) et certains éléments de l'étape 4 qui ont été réalisés lors de la réunion du SCAS.

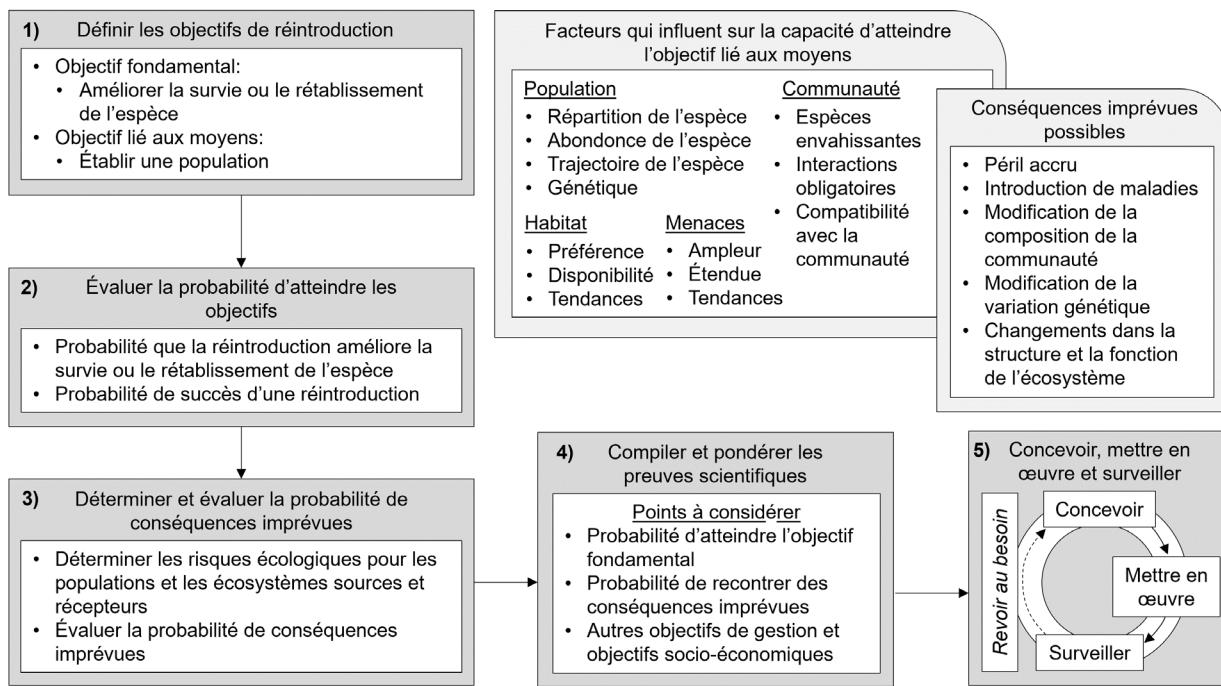


Figure 2. Cadre décisionnel décrivant les considérations scientifiques pour l'utilisation de la réintroduction comme outil pour améliorer la survie ou le rétablissement d'espèces d'eau douce inscrites sur la liste de la Loi sur les espèces en péril. Modifié d'après Lamothe *et al.* (2023).

ÉVALUATION

Étape 1 – Définir les objectifs de la réintroduction et les populations cibles

La première étape de l'examen de la réintroduction du dard de sable consiste à élaborer un énoncé du problème et à déterminer les objectifs fondamentaux et liés aux moyens de la mise

en œuvre de la mesure de gestion (figure 2). Ici, les objectifs fondamentaux et les objectifs liés aux moyens étaient d'améliorer la survie ou le rétablissement du dard de sable dans le Sud-ouest de l'Ontario par la réintroduction. Le dard de sable a disparu dans au moins trois plans d'eau du Sud-ouest de l'Ontario : la rivière Ausable, le ruisseau Big Otter et le ruisseau Catfish. Seuls la rivière Ausable et le ruisseau Big Otter ont été considérés comme des emplacements récepteurs potentiels, car les données disponibles sur le ruisseau Catfish n'étaient pas suffisantes et les jugements initiaux estimaient que le ruisseau Catfish ne convenait pas à l'espèce.

Il n'y a pas d'effort actif entrepris pour reproduire ou maintenir le dard de sable sous le soin des humains au Canada; des individus provenant d'une ou de plusieurs populations sauvages sources sont donc nécessaires pour mettre en œuvre la réintroduction actuellement. Les populations externes à l'UD du Sud-ouest de l'Ontario n'ont pas été considérées comme des sources potentielles pour éviter les effets génétiques ou démographiques qui pourraient résulter de la translocation d'individus de l'extérieur de la région. Les populations des rivières Grand et Thames ont été considérées comme les populations sources possibles pour une réintroduction expérimentale du dard de sable, car elles sont les mieux étudiées et leur état est plus sûr par rapport aux autres populations existantes (COSEPAC 2023, MPO 2023).

Étape 2.1 – Évaluer la probabilité qu'une réintroduction réussie améliore la survie ou le rétablissement du dard de sable et la capacité de réussir une réintroduction

L'établissement d'une population peut améliorer la survie ou le rétablissement d'une espèce en réduisant la probabilité de son extinction en raison d'événements stochastiques ou catastrophiques parmi les populations. Des simulations de base peuvent illustrer comment le nombre de populations et leur persistance influent sur la viabilité à long terme de l'espèce concernée. On compte actuellement huit populations de dards de sable dans le Sud-ouest de l'Ontario : deux populations dont l'état est « bon » (rivières Grand et Thames), quatre populations dont l'état est « médiocre » (lac Sainte-Claire, rivière Sydenham, baie Long Point, ruisseau Big) et deux populations dont l'état est « inconnu » (bassin ouest du lac Érié, baie Rondeau; MPO 2011). Des simulations ont été utilisées pour illustrer comment l'ajout d'une population réintroduite pourrait réduire la probabilité d'extinction de l'UD du Sud-ouest de l'Ontario et, ainsi, améliorer la survie ou le rétablissement de l'espèce. D'après ces simulations, la réintroduction d'une population (neuvième) dont l'état serait « bon » réduirait la probabilité médiane d'extinction de 97,20 %, tandis que la réintroduction d'une population dont l'état serait « médiocre » réduirait la probabilité médiane d'extinction de 63,09 %. Il convient toutefois de noter que la probabilité de persistance pour chaque population est généralement incertaine; c'est pourquoi les résultats des simulations ont été interprétés qualitativement plutôt que comme de véritables probabilités d'extinction.

Estimation de l'abondance des populations

Des indices de l'abondance ont été générés pour le dard de sable dans les rivières Grand et Thames à l'aide de modèles à N mixte et d'estimations de la disponibilité d'habitats convenables. Les modèles ont été élaborés indépendamment pour les deux réseaux fluviaux en raison des différences dans les données disponibles.

Indices de l'abondance dans la rivière Grand

Les données pour modéliser l'abondance du dard de sable dans la rivière Grand ont été recueillies en 2022 (Gáspárdy *et al.* 2025) dans les tronçons de Brantford et de Caledonia (figure 3). Cent sites ont été échantillonnés : 54 dans le tronçon de Brantford et 46 dans celui de

Caledonia. Au total, 610 dards de sable ont été capturés et de 0 à 174 individus ont été détectés par site. La modélisation pour estimer la densité portait sur 96 des 100 sites échantillonnés, quatre sites ayant été exclus en raison de données manquantes pour des covariables. La densité moyenne par site estimée par le modèle était plus élevée dans le tronçon de Brantford (0,0754 poisson/m²; IC à 95 % : de 0,0359 à 0,1811) que dans celui de Caledonia (0,0191 poisson/m²; IC à 95 % : de 0,0079 à 0,0535). Il convient de noter que les estimations de la densité sont fondées sur l'échantillonnage dans les habitats accessibles à gué et peuvent ne pas représenter la densité dans les habitats non accessibles à gué. La densité du dard de sable était généralement plus forte aux sites à faible turbidité et dont le substrat comportait un pourcentage élevé de sable ou de gravier.



Figure 3. Carte des zones contenant un habitat essentiel dans la rivière Grand, divisée en cinq segments d'étude (couleurs). L'enregistrement de détection le plus en amont (2022) du gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) est indiqué par le carré jaune.

Nous avons appliqué une procédure statistique de rééchantillonnage avec remplacement pour estimer l'abondance du dard de sable d'âge 1+ dans la rivière Grand en fonction d'une quantité présumée d'habitats convenables occupés (substrat contenant au moins 50 % de sable et de gravier fin) qui étaient considérés comme accessibles à gué ou non selon le tronçon de la rivière. En supposant des densités équivalentes entre les habitats accessibles à gué et non accessibles à gué, l'abondance médiane de la population d'âge 1+ dans le tronçon de Brantford variait entre 9 438 et 26 051 poissons dans l'habitat accessible à gué (figure 4) et de 22 021 à 60 786 individus dans l'habitat non accessible à gué (figure 5). Les estimations de l'abondance

pour les tronçons en aval de celui de Brantford étaient significativement plus faibles en raison des estimations plus faibles de la densité et de la proportion plus faible de substrat convenable; l'abondance médiane variait entre 356 et 4 357 individus d'âge 1+ dans les zones accessibles à gué des tronçons de Middleport, de Caledonia et de Cayuga, et entre 1 416 et 11 395 individus dans les zones non accessibles à gué. Pour tous les tronçons et les scénarios d'habitat convenable, l'abondance médiane de la population a été estimée entre 41 965 et 119 159 individus d'âge 1+ dans la rivière Grand (Brantford : de 31 459 à 86 837; Middleport : de 4 116 à 12 661; Caledonia : de 2 832 à 8 714; Cayuga : de 3 558 à 10 947). Les figures 4 et 5 montrent comment la proportion d'habitat total qui convient au dard de sable dans les habitats accessibles à gué et non accessibles à gué, respectivement, a influencé les estimations de l'abondance de la population.

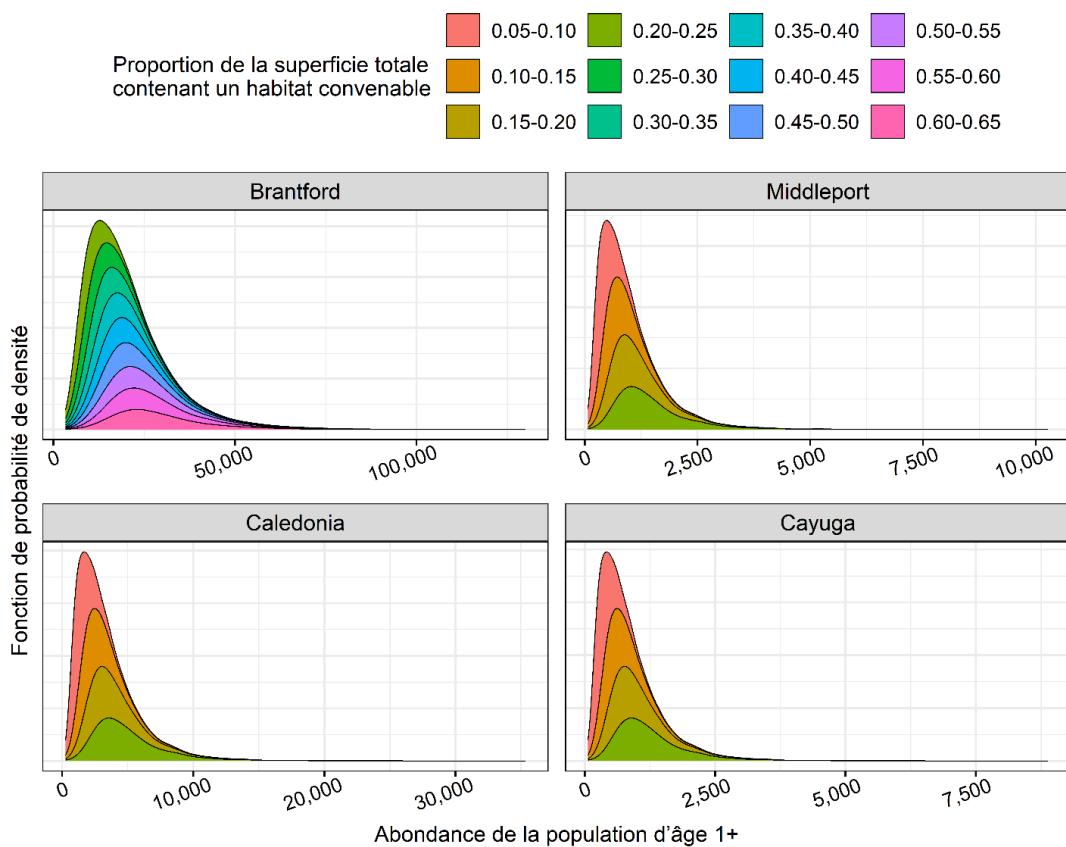


Figure 4. Indices de l'abondance de la population de dards de sable d'âge 1+ dans les parties accessibles à gué des tronçons de Brantford, de Middleport, de Caledonia et de Cayuga de la rivière Grand en fonction de la proportion de l'habitat total contenant un substrat convenable (couleurs) et des densités générées par le modèle.

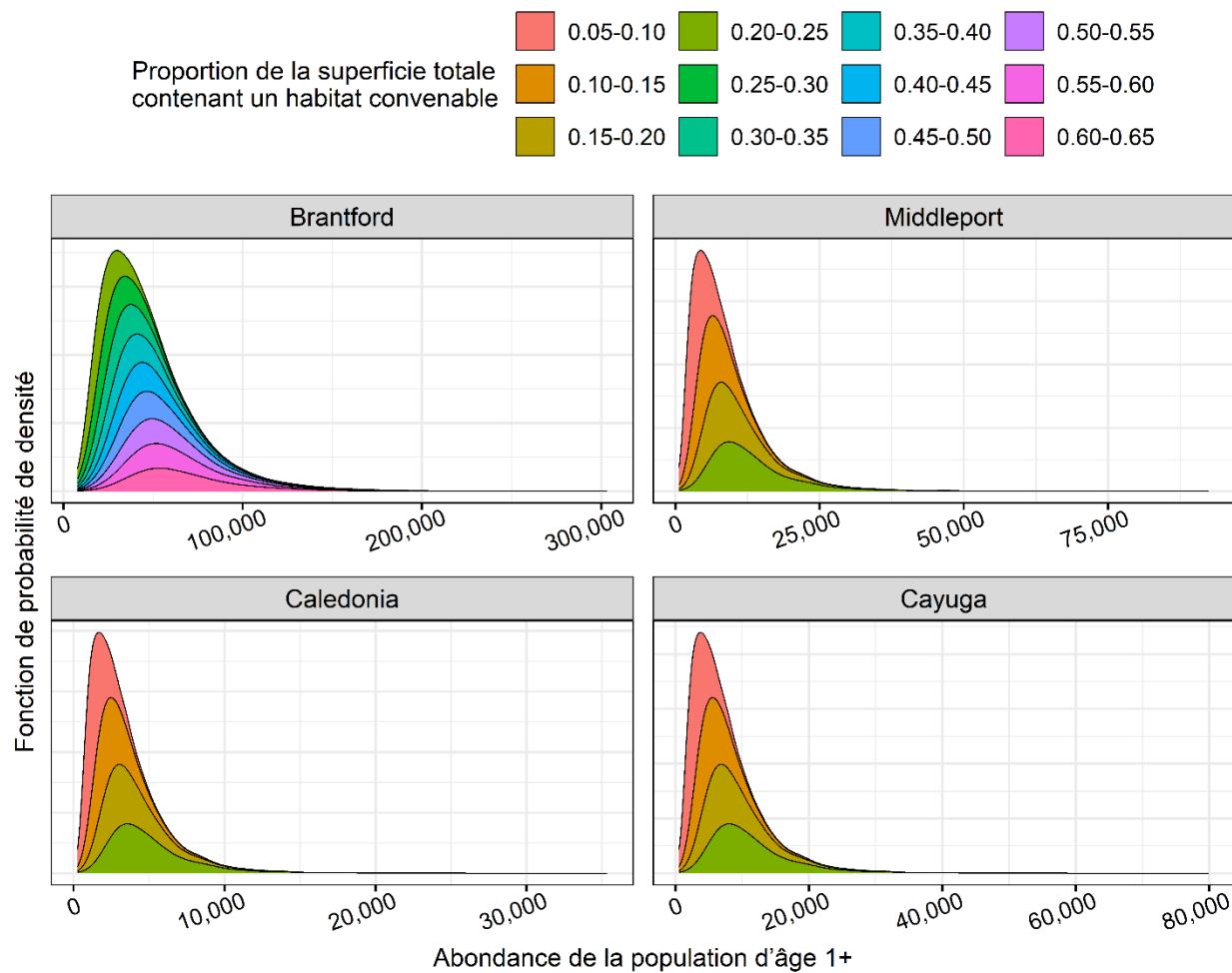


Figure 5. Indices de l'abondance de la population de dards de sable d'âge 1+ dans les parties non accessibles à gué des tronçons de Brantford, de Middleport, de Caledonia et de Cayuga de la rivière Grand en fonction de la proportion de l'habitat total contenant un substrat convenable (couleurs) et des densités générées par le modèle.

Indices de l'abondance dans la rivière Thames

Nous ne disposons pas de données de terrain récentes pour estimer l'abondance du dard de sable d'âge 1+ dans la rivière Thames; nous avons donc utilisé les données recueillies en 2006 (Dextrase 2013) pour construire des modèles à N mixte afin d'estimer l'abondance. La densité moyenne par site du dard de sable dans la rivière Thames a été estimée à 0,040 poisson/m² (IC à 95 % : de 0,026 à 0,066). Comme pour la rivière Grand, la densité moyenne sur un site augmentait avec la limpideur de l'eau et lorsque les sites contenaient un substrat composé en plus grandes proportions de sable et de gravier fin. Pour la rivière Thames, les estimations de la densité au niveau des sites ont été établies en fonction des caractéristiques moyennes des sites, qui différaient de celles de la rivière Grand.

L'abondance de la population d'âge 1+ a été estimée pour les zones accessibles à gué et les zones non accessibles à gué dans toute la zone contenant l'habitat essentiel du dard de sable dans la rivière Thames (environ 5 890 400 m²). Nous avons à nouveau appliqué une procédure

statistique de rééchantillonnage avec remplacement pour estimer l'abondance du dard de sable en fonction de la superficie potentielle d'habitat convenable (substrat contenant au moins 50 % de sable et de gravier fin). De plus, environ 50 % de l'habitat total ont été considérés comme accessibles à gué d'après les données du profileur de courant à effet Doppler recueillies dans la rivière Thames entre Komoka et le pont Kent (Illes *et al.* 2025). Les estimations de l'abondance de l'âge 1+ dans la rivière Thames étaient équivalentes entre les habitats accessibles à gué et les habitats non accessibles à gué, étant donné qu'environ 50 % des habitats étaient considérés comme accessibles à gué. L'abondance médiane combinée des habitats accessibles à gué et des habitats non accessibles à gué variait entre 17 030 et 108 744 individus d'âge 1+ (figure 6).

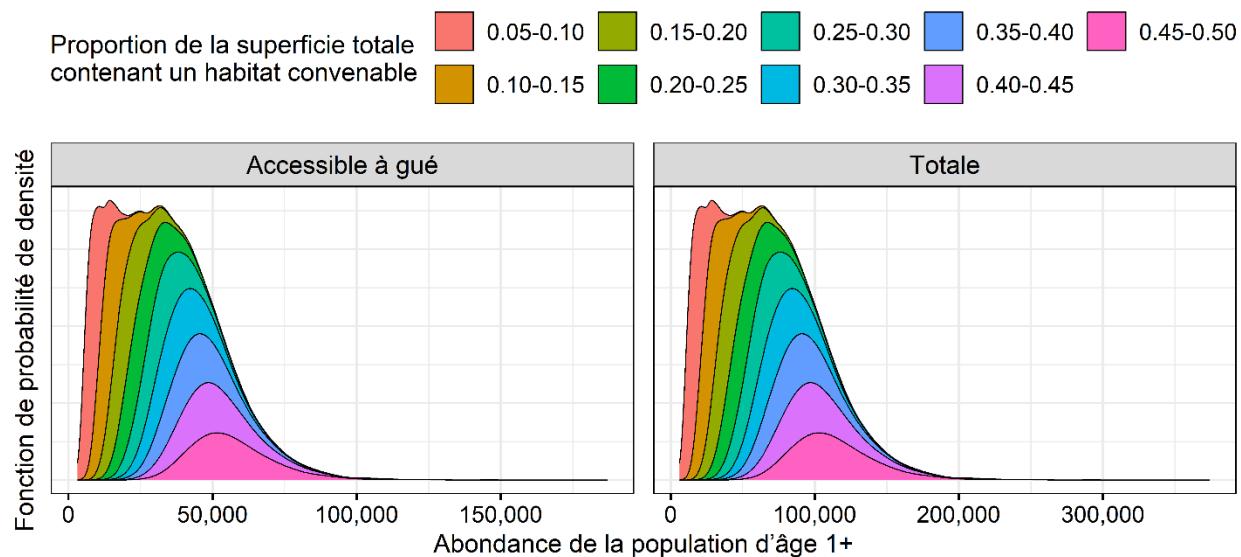


Figure 6. Indices de l'abondance de la population de dards de sable d'âge 1+ dans les tronçons accessibles à gué (équivalents aux indices des zones non accessibles à gué) et dans la totalité de la rivière Thames en fonction de la proportion de l'habitat total contenant un substrat convenable (couleurs) et des densités générées par le modèle.

Abondance potentielle dans la rivière Ausable et le ruisseau Big Otter

L'abondance potentielle du dard de sable qui pourrait théoriquement être atteinte dans les emplacements récepteurs possibles a été estimée en fonction de la disponibilité de l'habitat et en supposant des densités similaires à celles des populations sources. L'abondance potentielle moyenne de la population dans la rivière Ausable était de 30 488 individus d'âge 1+ (médiane = 22 499; figure 7) dans toute la fourchette des valeurs de l'habitat. Au niveau le plus bas de l'habitat convenable (c.-à-d. de 5 à 10 % de l'habitat total), l'abondance potentielle médiane était de 6 766 individus d'âge 1+, mais elle atteignait 43 221 individus lorsque l'habitat convenable se situait entre 45 et 50 % de l'habitat total (figure 7). Ces estimations supposent que de 5 à 50 % de l'habitat total seraient convenables et potentiellement occupés, et que la densité du dard de sable serait semblable à celles de la rivière Grand (tronçons de Brantford et de Caledonia) et de la rivière Thames.

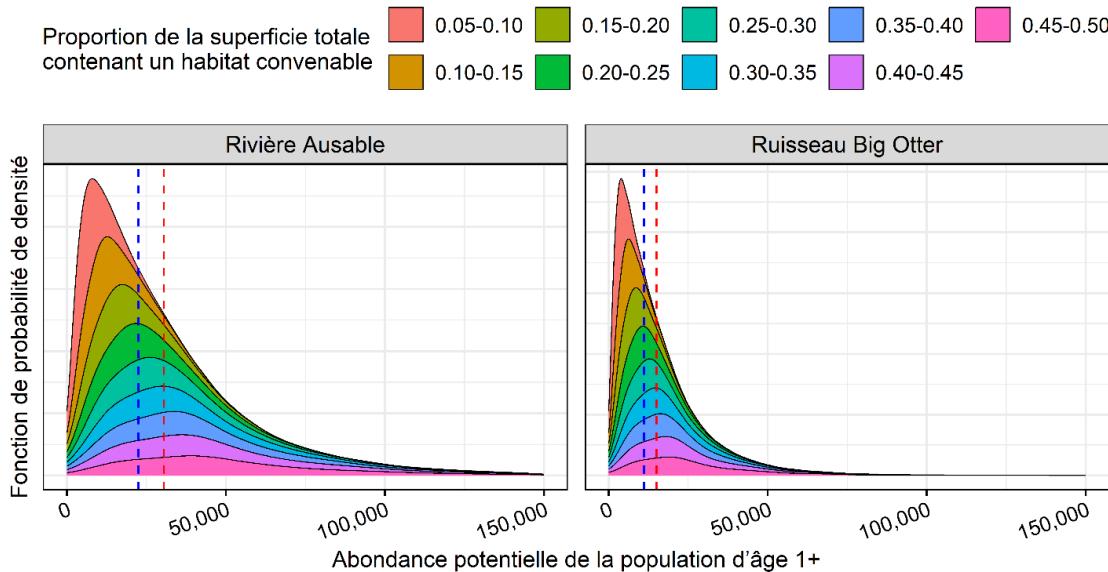


Figure 7. Diagramme de densité par noyau des estimations de l'abondance potentielle d'une population de dards de sable réintroduite dans la rivière Ausable et le ruisseau Big Otter en fonction de la superficie estimée d'habitat convenable (couleurs) et des estimations de la densité générées par les modèles pour les tronçons de Brantford et de Caledonia de la rivière Grand et pour la rivière Thames. Les lignes tiretées indiquent l'abondance potentielle médiane (en bleu) et moyenne (en rouge) des populations.

Dans le ruisseau Big Otter, l'habitat potentiellement convenable du dard de sable devrait se trouver en amont de Vienna jusqu'à Otterville. L'abondance potentielle moyenne dans le ruisseau Big Otter a été estimée à 14 994 individus (médiane = 11 027) dans toute la fourchette des valeurs de l'habitat (figure 7). Au niveau le plus bas de l'habitat convenable (c.-à-d. de 5 à 10 % de l'habitat total), l'abondance potentielle médiane était de 3 341 individus d'âge 1+, mais elle atteignait 21 289 individus lorsque l'habitat convenable se situait entre 45 et 50 % de l'habitat total (figure 7).

Modélisation du compromis entre les prélèvements dans les rivières Grand et Thames et la probabilité d'établissement dans les emplacements récepteurs

Les méthodes d'évaluation du compromis entre les prélèvements dans les populations sources et la probabilité de rétablissement réussi étaient similaires à celles présentées dans Lamothe *et al.* (2021). Le cycle biologique du dard de sable a été modélisé à l'aide d'un modèle matriciel fondé sur les femelles uniquement, dépendant de la densité, structuré en fonction de l'âge, du rythme des naissances et de la période qui précède la reproduction, avec des intervalles de projection annuels (Caswell 2001). La population minimale viable ($PMV_{99\%}$) a été estimée pour le dard de sable. Elle décrit l'effectif minimal absolu de la population d'individus d'âge 1+ qui a une probabilité de 99 % de subsister sur 100 ans malgré les effets continus de la stochasticité et des événements catastrophiques (Shaffer 1981). La moyenne et la variance de la $PMV_{99\%}$ ont été utilisées comme critères d'évaluation du risque posé pour les populations sources par le prélèvement d'individus, ainsi que du succès de l'établissement du dard de sable dans l'emplacement récepteur. La $PMV_{99\%}$ moyenne estimée pour le dard de sable était de 16 651 femelles d'âge 1+ (IC à 95 % : de 3 098 à 51 229), soit environ 33 302 individus d'âge 1+ des deux sexes.

Effets des prélèvements sur les populations sources

Une analyse de la viabilité de la population a permis de quantifier l'impact du prélèvement d'individus dans une population source. Des prélèvements annuels ont été effectués pendant 1 à 10 ans, avec de 0 à 500 femelles d'âge 1+ prélevées chaque année. On a considéré que des dommages importants étaient causés aux populations sources si la population source tombait sous la $PMV_{99\%}$ moyenne (16 651 femelles d'âge 1+) à un moment quelconque de la simulation, indiquant une probabilité que la population disparaîsse dans les 100 prochaines années. Nous avons appliqué une régression logistique pour déterminer les covariables qui influent sur la probabilité d'impacts des prélèvements. Les deux variables les plus influentes sur la probabilité d'impacts des prélèvements étaient l'effectif de la population source et la probabilité de catastrophe. À mesure que l'abondance de la population source augmentait, la probabilité d'impacts des prélèvements diminuait (figure 8), tandis que la probabilité d'impacts des prélèvements augmentait avec des taux de catastrophes accrus.

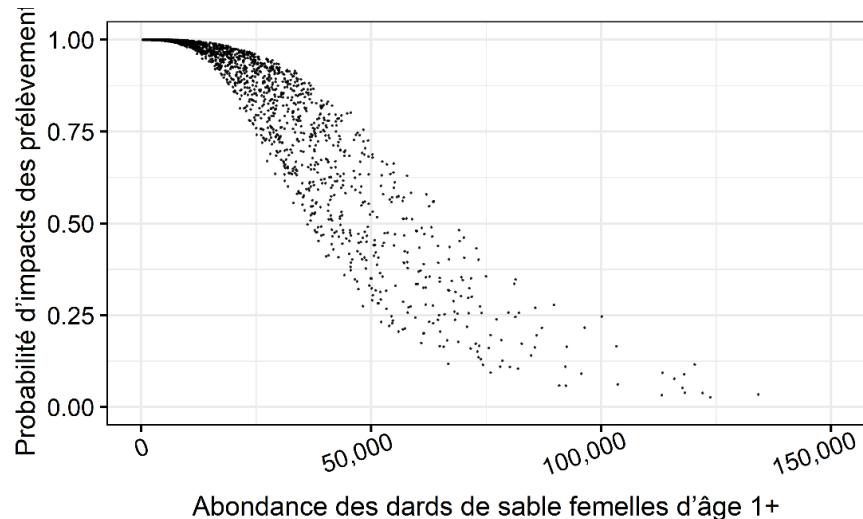


Figure 8. Probabilité de réduire l'abondance en deçà de la population minimale viable moyenne ($PMV_{99\%}$; c.-à-d. la probabilité d'impacts des prélèvements) en fonction de l'abondance des dards de sable femelles d'âge 1+.

Étape 2.2 – Renseignements à l'appui de l'estimation de la probabilité d'établir une population autosuffisante de dards de sable dans les emplacements récepteurs

De nombreux facteurs peuvent influer sur le succès de la réintroduction. Les questions énumérées dans le tableau 1 ont été élaborées pour comprendre comment certains facteurs peuvent influencer la probabilité de succès de la réintroduction du dard de sable dans le Sud-ouest de l'Ontario (c.-à-d. la faisabilité écologique). Un bref résumé de la meilleure information disponible est présenté après ces questions (voir plus de détails dans Lamothe *et al.* 2023). Les participants à la réunion du SCAS ont été invités à répondre à ces questions en fonction des données probantes disponibles, tout en fournissant simultanément une mesure de l'incertitude fondée sur leur interprétation et leur évaluation de la question (description à l'étape 4 – Compiler et pondérer les preuves scientifiques).

Abondance des populations des rivières Grand et Thames et probabilité de dommages causés par les prélèvements (questions 1, 2, 5, 6)

L'abondance des populations a été estimée pour le dard de sable en extrapolant les densités estimées par le modèle dans les zones d'habitat potentiellement convenable dans les rivières Grand et Thames. L'incertitude importante dans les estimations de l'abondance était causée par la compréhension limitée de la quantité réelle d'habitats convenables dans les deux rivières et de la possibilité d'extrapoler les estimations de la densité de l'habitat accessible à gué à l'habitat non accessible à gué. Les estimations de la densité et de l'abondance des populations d'âge 1+ étaient plus élevées dans la rivière Grand que dans la rivière Thames. Les estimations modélisées de l'abondance de la population étaient souvent inférieures à la $PMV_{99\%}$ moyenne dans les simulations de prélèvement pour les populations des deux rivières, mais l'ampleur des prélèvements avait un effet minime sur la probabilité de tomber en dessous de la $PMV_{99\%}$ moyenne. Du fait de l'abondance estimée plus faible dans la rivière Thames, la probabilité de dommages était plus élevée pour la population de la rivière Thames que pour celle de la rivière Grand. Ces résultats modélisés comportaient une grande incertitude, notamment l'incertitude découlant des estimations initiales de la densité générées par le modèle, de l'extrapolation de l'abondance en fonction d'une disponibilité incertaine d'habitat convenable et des modèles de population utilisés pour simuler les prélèvements et les introductions.

Influence des caractéristiques du cycle biologique propres à la population sur l'établissement d'une population autonome (questions 3, 7)

La plupart des données sur le cycle biologique du dard de sable proviennent de la rivière Thames, avec peu d'information sur la rivière Grand. Les données sur la longueur des deux populations indiquent que les longueurs des adultes sont plus grandes dans la rivière Grand que dans la rivière Thames. La variation des paramètres du cycle biologique a été intégrée aux modèles de population utilisés pour évaluer les effets des prélèvements et des ajouts. De ce fait, les résultats des modèles de prélèvement et d'ajout comportaient une incertitude importante. La détermination des valeurs réelles de ces paramètres améliorerait l'exactitude et la précision des estimations de la $PMV_{99\%}$ et, par conséquent, la capacité de quantifier les effets des prélèvements sur les populations sources.

Influence de la diversité, de la variation ou de l'adaptation génétiques de la population de la rivière Grand sur l'établissement et la persistance d'une population réintroduite (questions 4, 8)

Un cadre de sélection des populations sources a déjà été élaboré pour tenir compte de l'ascendance génétique et des exigences environnementales (Meffe 1995, Reisenbichler *et al.* 2003, Houde *et al.* 2015). Comme pour d'autres poissons du bassin des Grands Lacs, la structure génétique du dard de sable s'explique par la dispersion post-glaciaire après la période du Wisconsinien (Mandrak et Crossman 1992). On peut en déduire que les populations relativement proches géographiquement sont les plus étroitement apparentées. Des études de génétique des populations ont été réalisées pour le dard de sable (Ginson *et al.* 2015, Walter *et al.* 2022). La richesse allélique du locus microsatellite d'ADN et l'hétérozygotie observée dans les populations des rivières Grand et Thames étaient comparables à celles d'autres populations dans l'aire de répartition nord-américaine de l'espèce. Un faible flux génétique a été observé entre les populations, mais les faibles niveaux de structure génétique à l'intérieur des rivières Grand et Thames suggèrent des déplacements d'individus entre les parcelles d'habitat (Ginson *et al.* 2015).

Évaluation des avantages écologiques, des risques et de la faisabilité de la réintroduction du dard de sable en Ontario

Région de l'Ontario et des Prairies

Tableau 1. Considérations relatives à la population, à l'habitat (abiotique et biotique) et aux menaces pour évaluer la capacité de réintroduire le dard de sable dans la rivière Ausable ou le ruisseau Big Otter, en Ontario.

N°	Catégorie	Emplacement d'intérêt	Question
1a	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que l'abondance de la population soit supérieure à 25 000 individus d'âge 1+?
1b	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que l'abondance de la population soit supérieure à 50 000 individus d'âge 1+?
1c	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que l'abondance de la population soit supérieure à 100 000 individus d'âge 1+?
2a	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que la population permette le prélèvement de 250 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans sans réduire la population en dessous de la PMV _{99 %} pendant les efforts de prélèvement et au moins trois générations après?
2b	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que la population permette le prélèvement de 500 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans sans réduire la population en dessous de la PMV _{99 %} pendant les efforts de prélèvement et au moins trois générations après?
2c	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que la population permette le prélèvement de 1 000 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans sans réduire la population en dessous de la PMV _{99 %} pendant les efforts de prélèvement et au moins trois générations après?
3	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que les caractéristiques du cycle biologique propres à la population (p. ex. âge à la maturité, fécondité, survie, croissance, sexe-ratio) empêchent l'établissement d'une population autosuffisante?
4a	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que la diversité génétique, la variation ou l'adaptation empêche une population réintroduite de s'établir dans la rivière Ausable?
4b	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que la diversité génétique, la variation ou l'adaptation empêche une population réintroduite d'atteindre la PMV _{99 %} dans la rivière Ausable?
4c	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que la diversité génétique, la variation ou l'adaptation empêche une population réintroduite de s'établir dans le ruisseau Big Otter?
4d	Population	Rivière Grand	Quelle est la probabilité que la diversité génétique, la variation ou l'adaptation empêche une population réintroduite d'atteindre la PMV _{99 %} dans le ruisseau Big Otter?

Région de l'Ontario et des Prairies

Évaluation des avantages écologiques, des risques et de la faisabilité de la réintroduction du dard de sable en Ontario

N°	Catégorie	Emplacement d'intérêt	Question
5a	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que l'abondance de la population soit supérieure à 25 000 individus d'âge 1+?
5b	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que l'abondance de la population soit supérieure à 50 000 individus d'âge 1+?
5c	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que l'abondance de la population soit supérieure à 100 000 individus d'âge 1+?
6a	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que la population permette le prélèvement de 250 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans sans réduire la population en dessous de la PMV _{99 %} pendant les efforts de prélèvement et au moins trois générations après?
6b	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que la population permette le prélèvement de 500 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans sans réduire la population en dessous de la PMV _{99 %} pendant les efforts de prélèvement et au moins trois générations après?
6c	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que la population permette le prélèvement de 1 000 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans sans réduire la population en dessous de la PMV _{99 %} pendant les efforts de prélèvement et au moins trois générations après?
7	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que les caractéristiques du cycle biologique propres à la population (p. ex. âge à la maturité, fécondité, survie, croissance, sexe-ratio) empêchent l'établissement d'une population autosuffisante?
8a	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que la diversité génétique, la variation ou l'adaptation empêche une population réintroduite de s'établir dans la rivière Ausable?
8b	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que la diversité génétique, la variation ou l'adaptation empêche une population réintroduite d'atteindre la PMV _{99 %} dans la rivière Ausable?
8c	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que la diversité génétique, la variation ou l'adaptation empêche une population réintroduite de s'établir dans le ruisseau Big Otter?
8d	Population	Rivière Thames	Quelle est la probabilité que la diversité génétique, la variation ou l'adaptation empêche une population réintroduite d'atteindre la PMV _{99 %} dans le ruisseau Big Otter?

Évaluation des avantages écologiques, des risques et de la faisabilité de la réintroduction du dard de sable en Ontario

Région de l'Ontario et des Prairies

N°	Catégorie	Emplacement d'intérêt	Question
9a	Habitat (abiotique)	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que des conditions abiotiques convenables pour le dard de sable soient disponibles?
9b	Habitat (abiotique)	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que des conditions abiotiques convenables soient disponibles en quantité suffisante pour soutenir 5 000 dards de sable?
9c	Habitat (abiotique)	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que des conditions abiotiques convenables soient disponibles en quantité suffisante pour soutenir une abondance de la population égale à la PMV _{99 %} ?
10	Habitat (abiotique)	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité qu'il y ait une connectivité suffisante entre les habitats pour soutenir tous les stades biologiques d'une population réintroduite?
11a	Habitat (abiotique)	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que des conditions abiotiques convenables pour le dard de sable soient disponibles?
11b	Habitat (abiotique)	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que des conditions abiotiques convenables soient disponibles en quantité suffisante pour soutenir 5 000 dards de sable?
11c	Habitat (abiotique)	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que des conditions abiotiques convenables soient disponibles en quantité suffisante pour soutenir une abondance de la population égale à la PMV _{99 %} ?
12	Habitat (abiotique)	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité qu'il y ait une connectivité suffisante entre les habitats pour soutenir tous les stades biologiques d'une population réintroduite?
13a	Habitat (biotique)	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que des ressources alimentaires convenables pour le dard de sable soient disponibles?
13b	Habitat (biotique)	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que des ressources alimentaires convenables pour le dard de sable soient disponibles en quantité suffisante pour soutenir 5 000 dards de sable?
13c	Habitat (biotique)	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que des ressources alimentaires convenables pour le dard de sable soient disponibles en quantité suffisante pour soutenir une abondance de la population égale à la PMV _{99 %} ?
14 ^a	Habitat (biotique)	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que des ressources alimentaires convenables pour le dard de sable soient disponibles?
14b	Habitat (biotique)	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que des ressources alimentaires convenables pour le dard de sable soient disponibles en quantité suffisante pour soutenir 5 000 dards de sable?
14c	Habitat (biotique)	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que des ressources alimentaires convenables pour le dard de sable soient disponibles en quantité suffisante pour soutenir une abondance de la population égale à la PMV _{99 %} ?

Région de l'Ontario et des Prairies**Évaluation des avantages écologiques, des risques et de la faisabilité de la réintroduction du dard de sable en Ontario**

N°	Catégorie	Emplacement d'intérêt	Question
15a	Habitat (biotique)	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que la concurrence empêche l'établissement du dard de sable durant les 10 années d'efforts de réintroduction?
15b	Habitat (biotique)	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que la préation empêche l'établissement du dard de sable durant les 10 années d'efforts de réintroduction?
16a	Habitat (biotique)	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que la concurrence empêche l'établissement du dard de sable durant les 10 années d'efforts de réintroduction?
16b	Habitat (biotique)	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que la préation empêche l'établissement du dard de sable durant les 10 années d'efforts de réintroduction?
17	Menaces	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que les activités agricoles empêchent l'établissement d'une population de dards de sable durant les 10 années d'efforts de réintroduction?
18	Menaces	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que le gobie à taches noires empêche l'établissement d'une population de dards de sable durant les 10 années d'efforts de réintroduction?
19	Menaces	Rivière Ausable	Quelle est la probabilité que des agents pathogènes ou des parasites empêchent l'établissement d'une population de dards de sable durant les 10 années d'efforts de réintroduction?
20	Menaces	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que les activités agricoles empêchent l'établissement d'une population de dards de sable durant les 10 années d'efforts de réintroduction?
21	Menaces	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que le gobie à taches noires empêche l'établissement d'une population de dards de sable durant les 10 années d'efforts de réintroduction?
22	Menaces	Ruisseau Big Otter	Quelle est la probabilité que des agents pathogènes ou des parasites empêchent l'établissement d'une population de dards de sable durant les 10 années d'efforts de réintroduction?

Besoins du dard de sable en matière d'habitat

Le dard de sable est associé à un habitat très spécifique contenant du sable et du gravier fin tout au long de son cycle biologique. Les recherches sur les populations du Sud-ouest de l'Ontario ont démontré une forte association positive entre la quantité de substrat de sable et de gravier fin sur un site et la présence, l'abondance et la taille des dards de sable (Drake *et al.* 2008, Dextrase 2013, 2014). De plus, des recherches expérimentales ont montré que le dard de sable a la capacité de tolérer des températures relativement élevées et de faibles niveaux d'oxygène dissous (Firth *et al.* 2021a, 2023).

La superficie d'habitat requise pour soutenir une population de dards de sable est généralement inconnue. La superficie minimale pour une population viable (*SMPV*) a été calculée. Elle décrit la quantité d'habitats convenables requise pour soutenir une population à la $PMV_{99\%}$ (Vélez-Espino *et al.* 2010). La *SMPV* médiane pour le dard de sable était d'environ 339 201 m² d'après les estimations de la densité dans le tronçon de Brantford de la rivière Grand, de 1 324 601 m² d'après les estimations de la densité dans le tronçon de Caledonia de la rivière Grand et de 636 486 m² d'après les estimations de la densité dans la rivière Thames. L'habitat total a été estimé à 2 301 090 m² dans la rivière Ausable et à 1 134 382 m² dans le ruisseau Big Otter.

Nous avons étudié la correspondance de l'habitat pour plusieurs caractéristiques de l'habitat présumées importantes pour le dard de sable dans le Sud-ouest de l'Ontario. Nous avons comparé la moyenne, la variance et la fourchette des caractéristiques entre les mesures des réseaux hydrographiques récepteurs potentiels et les sites où des dards de sable ont été capturés dans les rivières Grand et Thames. Les données utilisées pour la correspondance de l'habitat couvrent la période de 2002 à 2022, durant laquelle les données ont été recueillies avec différents objectifs, méthodologies et tailles d'échantillons d'une rivière à l'autre.

En général, le pourcentage de couverture de sable dans la rivière Ausable et le ruisseau Big Otter était inférieur à celui des rivières sources potentielles aux sites où des dards de sable ont été détectés. Cependant, l'échantillonnage ciblé de l'habitat effectué dans le ruisseau Big Otter a révélé une composition moyenne en pourcentage de sable et de gravier fin de 89,8 % et de 95,3 % à six sites à l'intérieur des zones de détection historiques de dards de sable et à six sites à l'extérieur de celles-ci, respectivement (Barnucz *et al.* 2022). Ces valeurs moyennes dépassent le pourcentage de composition de sable et de gravier fin sur un site où des dards de sable ont été régulièrement capturés dans la rivière Grand au cours de la dernière décennie (pont Cockshutt, Brantford).

Des mesures ciblées de l'oxygène dissous (OD; mg/l) ont été prises dans le ruisseau Big Otter pour permettre des comparaisons avec les sites occupés par le dard de sable dans la rivière Grand (Barnucz *et al.* 2022). Plus précisément, les différences d'oxygène dissous à la surface du substrat et à l'intérieur de celui-ci (profondeur = 1 cm) ont été comparées entre les réseaux hydrographiques (rivière Grand, sites historiques dans le ruisseau Big Otter, sites ciblés dans le ruisseau Big Otter). En raison des différences saisonnières entre les relevés, nous avons calculé la différence d'oxygène dissous entre la surface et à une profondeur de 1 cm dans le substrat plutôt que de comparer directement les mesures d'oxygène dissous. Les différences dans les concentrations d'oxygène dissous en surface et dans la subsurface étaient significativement différentes entre les lieux de collecte; les sites ciblés dans le ruisseau Big Otter présentaient une plus grande différence entre l'oxygène dissous de surface et l'oxygène dissous de subsurface (9,69 mg/L \pm 2,76 ET) par rapport aux sites historiques du ruisseau (7,44 \pm 3,59) et de la rivière Grand (7,44 \pm 2,56), ce qui donne à penser qu'il y a moins

d'oxygène dissous disponible à une profondeur de 1 cm dans le substrat aux sites ciblés du ruisseau Big Otter, mais que les sites historiques sont semblables à ceux de la rivière Grand.

Connectivité dans la rivière Ausable et le ruisseau Big Otter pour soutenir tous les stades biologiques (questions 10, 12)

Pour déterminer le degré de connectivité nécessaire pour soutenir une population, il faut comprendre le cycle biologique de l'espèce, ainsi que la direction et l'ampleur des déplacements individuels à l'intérieur des populations autosuffisantes et entre elles. Minns (1995) a établi une relation allométrique entre la taille du domaine vital et la longueur du corps (mm) des poissons de rivière. En supposant une longueur maximale de 56 mm, la taille du domaine vital des populations de rivière de dards de sable est de 42 m².

Il n'y a pas d'obstacles majeurs (barrages) sur le cours principal de la rivière Ausable en aval d'Exeter, en Ontario. Il y a deux ouvrages primaires de régulation du débit dans le bassin versant du ruisseau Big Otter. Le barrage de Norwich est situé dans les eaux d'amont d'un affluent du ruisseau Big Otter, en amont de l'habitat potentiel du dard de sable. L'autre est situé sur le cours principal à Otterville, en Ontario, et marque la limite amont de l'habitat potentiel du dard de sable. De plus, de petits barrages ont été construits sur pratiquement tous les affluents du ruisseau Big Otter pour stocker l'eau à des fins d'irrigation (Loomer 2011). Dans l'ensemble, il y a moins d'obstacles dans le cours principal de la rivière Ausable et du ruisseau Big Otter que dans la rivière Grand.

Disponibilité des ressources alimentaires dans la rivière Ausable (questions 13, 14)

Des ressources alimentaires suffisantes sont nécessaires pour soutenir une population réintroduite de dards de sable dans l'emplacement récepteur. L'analyse des contenus stomachaux a permis de décrire le régime alimentaire du dard de sable comme étant composé de larves de *Chironomidae*, d'*Ostracoda*, de *Cladocera*, d'*Ephemeroptera* et d'*Oligochaeta* (Burbank et al. 2019).

L'Office de protection de la nature d'Ausable-Bayfield (Ausable Bayfield Conservation Authority) a fourni un ensemble de données sur l'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques pour la rivière Ausable. Entre les trois sites étudiés, 17 ordres, 37 familles et au moins 21 genres de macroinvertébrés benthiques ont été identifiés. Bien qu'un seul genre de la famille des *Chironomidae* ait été identifié (*Cricotopus* sp.), les chironomes représentaient 18,8 % des captures aux trois sites, la plus grande densité relative ayant été observée au site le plus en amont. Six familles d'éphéméroptères ont été détectées, composées d'au moins cinq genres.

En octobre 2022, les macroinvertébrés benthiques ont été échantillonnés sur six sites du ruisseau Big Otter. Sur les six sites, quatre étaient des emplacements historiquement occupés et les deux autres étaient considérés comme pouvant convenir au dard de sable en raison des caractéristiques du substrat (Barnucz et al. 2022). Entre les six sites étudiés, 12 ordres, 20 familles et 32 genres de macroinvertébrés benthiques ont été identifiés. Le taxon le plus abondant était *Hesperocorixa vulgaris* ($n = 323$ individus), et *Choronomus* sp. (*Chironomidae*) était présent à la plupart des sites ($n = 5$ sites). Quatre et cinq genres de la famille des *Chironomidae* et du groupe des éphéméroptères, qui avaient été précédemment identifiés comme des composantes majeures du régime alimentaire du dard de sable, ont été détectés aux six sites, respectivement (Burbank et al. 2019).

Influence des espèces coocurrentes sur la réintroduction (questions 15, 16)

Aucune recherche ne permet de penser que le dard de sable a une dépendance spécifique obligatoire, facultative ou parasite qui limiterait sa capacité de réintroduction. Aucune étude n'a quantifié les interactions directes des espèces avec le dard de sable, mais les profils de cooccurrence des espèces ont été étudiés (Lamothe *et al.* 2019a,b). On a déterminé que le dard de sable est associé positivement avec des espèces benthiques telles que le ventre-pourri (*Pimephales notatus*) et le meunier à tête carrée (*Hypentelium nigricans*), et une négativement avec le méné émeraude (*Notropis atherinoides*) et le crapet de roche (*Ambloplites rupestris*; Lamothe *et al.* 2019a). On ignore les mécanismes qui sous-tendent ces relations, mais ils sont probablement liés aux préférences de l'espèce en matière d'habitat plutôt qu'à des interactions directes.

Des listes d'espèces ont été produites pour comparer les communautés de poissons entre les emplacements sources potentiels (zones contenant des habitats essentiels du dard de sable) et les emplacements récepteurs (rivière Ausable : en amont de « The Cut »; ruisseau Big Otter : en amont de Vienna jusqu'à Otterville). Cependant, les données utilisées pour établir ces listes différaient considérablement selon la fréquence de l'échantillonnage, le type d'engin et l'étendue spatiale de l'échantillonnage, de sorte qu'il a fallu faire preuve de prudence pour interpréter les différences entre les communautés. D'après ces données, au moins 61 espèces de poissons étaient présentes dans la rivière Grand au cours de la période d'échantillonnage (de 2002 à 2022), au moins 33 occupaient le ruisseau Big Otter et au moins 66 ont été relevées dans les tronçons central et amont de la rivière Ausable. En tout, 21 prédateurs et 56 concurrents du dard de sable ont été identifiés dans les réseaux sources et récepteurs potentiels. La rivière Ausable et la rivière Thames abritent toutes les deux au moins 17 prédateurs présumés du dard de sable; la rivière Grand en compte au moins 12 et le ruisseau Big Otter, au moins sept. La rivière Thames, la rivière Ausable, la rivière Grand et le ruisseau Big Otter soutiennent respectivement au moins 44, 42, 36 et 24 concurrents présumés.

Activités agricoles (questions 17, 20)

L'augmentation de la turbidité et de la charge en sédiments ainsi que l'introduction de contaminants, de nutriments et de substrats toxiques, sont des conséquences courantes des pratiques agricoles sur les écosystèmes d'eau douce. De plus, la turbidité et la charge en sédiments ont été reconnues comme la principale cause de perte d'habitat du dard de sable et comme une cause probable de la disparition de l'espèce (Holm et Mandrak 1996, COSEPAC 2009, MPO 2012). Les rivières qui soutiennent les populations de dards de sable dans le Sud-ouest de l'Ontario sont toutes situées dans des bassins hydrographiques où la principale forme d'utilisation des terres est l'agriculture. De même, le bassin versant de la rivière Ausable et le sous-bassin versant du ruisseau Big Otter sont dominés par l'agriculture.

Gobie à taches noires (questions 18, 21)

Le gobie à taches noires est considéré comme une menace pour la persistance du dard de sable en Ontario en raison des interactions concurrentielles présumées et du chevauchement de leurs régimes alimentaires (MPO 2012, MPO 2018, Firth *et al.* 2021b). En 2017, le gobie à taches noires a été détecté dans la rivière Ausable en amont jusqu'au chemin Elginfield à Sylvan, mais pas aux sites échantillonnés plus en amont à Arkona. Cependant, il n'y a pas eu d'échantillonnage en aval d'Ailsa Craig depuis 2017.

Les résultats de l'échantillonnage ciblé du dard de sable à 52 sites du ruisseau Big Otter en 2018 indiquent que le gobie à taches noires est l'une des espèces les plus abondantes et les

plus fréquemment rencontrées dans la rivière. Des gobies à taches noires ont été capturés dans le cours principal du ruisseau Big Otter, en amont jusqu'à Tillsonburg (Barnucz *et al.* 2020, McAllister *et al.* 2022); l'aire de répartition du gobe à taches noires dans le ruisseau Big Otter chevauche ainsi tous les enregistrements historiques de dards de sable (Barnucz *et al.* 2020).

Maladies (questions 19, 22)

Les maladies ou les parasites présents à l'emplacement récepteur pourraient empêcher l'établissement d'individus réintroduits en provoquant la mortalité ou la réduction de la valeur adaptative après le lâcher, que la maladie soit déjà présente à l'emplacement récepteur ou qu'elle se soit propagée pendant le processus de transfert des individus d'un site à l'autre (Viggers *et al.* 1993, Sainsbury *et al.* 2012). On connaît mal les effets des maladies ou des parasites sur le dard de sable et sur la plupart des poissons avec lesquels il cohabite.

Étape 3 – Renseignements à l'appui de l'estimation de la probabilité de conséquences imprévues de la réintroduction du dard de sable

La troisième étape du cadre d'aide à la décision consiste à déterminer et à évaluer la probabilité de conséquences négatives imprévues de la réintroduction sur les populations et les écosystèmes sources et récepteurs (figure 2). Comme pour l'étape 2, l'objectif de l'étape 3 est d'évaluer la probabilité que le prélèvement ou l'établissement d'individus aient des conséquences imprévues aux emplacements sources et récepteurs (tableau 2). Les questions présentées ci-après portent sur la probabilité de conséquences imprévues découlant des efforts de réintroduction; les réponses sont fournies en fonction des meilleurs renseignements disponibles. Comme dans la section précédente, ces questions ont été élaborées pour que les experts puissent y répondre pendant la réunion en fonction des données probantes disponibles, tout en fournissant une mesure de l'incertitude fondée sur leur interprétation et leur évaluation de la question.

Tableau 2. Considérations relatives aux risques écologiques pour le taxon cible et les autres composantes de l'écosystème dans les habitats sources et les habitats récepteurs des réintroductions proposées.

N°	Question
23a	Quelle est la probabilité d'une augmentation du taux de dépression consanguine dans la population source pendant le prélèvement, ou dans les trois générations suivantes, de 250 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans?
23b	Quelle est la probabilité d'une augmentation du taux de dépression consanguine dans la population source pendant le prélèvement, ou dans les trois générations suivantes, de 500 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans?
23c	Quelle est la probabilité d'une augmentation du taux de dépression consanguine dans la population source pendant le prélèvement, ou dans les trois générations suivantes, de 1 000 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans?
24a	Quelle est la probabilité de dépression consanguine dans la population réintroduite pendant l'ajout, ou dans les trois générations suivantes, de 250 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans?
24b	Quelle est la probabilité de dépression consanguine dans la population réintroduite, ou dans les trois générations suivantes, de 500 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans?
24c	Quelle est la probabilité de dépression consanguine dans la population réintroduite pendant l'ajout, ou dans les trois générations suivantes, de 1 000 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans?

N°	Question
25a	Quelle est la probabilité qu'un effet fondateur se produise dans l'emplacement récepteur dans le cas d'une réintroduction de 250 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans?
25b	Quelle est la probabilité qu'un effet fondateur se produise dans l'emplacement récepteur dans le cas d'une réintroduction de 500 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans?
25c	Quelle est la probabilité qu'un effet fondateur se produise dans l'emplacement récepteur dans le cas d'une réintroduction de 1 000 individus d'âge 1+ pendant une période maximale de 10 ans?
26	Quelle est la probabilité d'une dépression par croisement éloigné dans l'emplacement récepteur si on utilise les populations des rivières Grand et Thames comme sources d'une réintroduction?
27	Quelle est la probabilité d'une hybridation interspécifique dans l'emplacement récepteur?
28a	Quelle est la probabilité que la réintroduction introduise de nouveaux agents pathogènes ou parasites à l'emplacement récepteur?
28b	Quelle est la probabilité que de nouveaux agents pathogènes ou parasites introduits causent des dommages importants à la communauté d'eau douce réceptrice?
29	Quelle est la probabilité que le prélèvement de 1 000 individus par an pendant 10 ans provoque des changements transformateurs dans l'emplacement source à l'intérieur et à l'extérieur des zones de prélèvement?
30	Quelle est la probabilité que la réintroduction de 1 000 individus par an pendant 10 ans provoque des changements transformateurs dans l'emplacement récepteur à l'intérieur et à l'extérieur des zones d'introduction?

Dépression consanguine dans les populations sources et les populations réceptrices (questions 23, 24)

La dépression consanguine décrit la réduction de la valeur adaptative de la progéniture résultant de l'accouplement d'individus étroitement apparentés par rapport à celle d'individus accouplés au hasard (Hedrick et Kalinowski 2000). Les poissons prélevés dans des populations de plus petite taille et ayant des densités plus petites à l'échelle du site sont plus susceptibles de subir une dépression consanguine que ceux issus de grandes populations à forte abondance au niveau du site. De même, l'introduction d'un nombre relativement petit d'individus à un site pourrait entraîner une dépression consanguine dans le réseau récepteur. En supposant la réintroduction de centaines d'individus sur plusieurs années avec des individus échantillonnes dans l'aire de répartition de l'espèce à l'intérieur de la rivière, une dépression consanguine dans les emplacements sources et les emplacements récepteurs est probablement peu préoccupante.

Effet fondateur dans l'emplacement récepteur (question 25)

L'effet fondateur décrit la perte de variation génétique qui résulte de l'établissement d'une population comptant un petit nombre d'individus non représentatifs du patrimoine de l'espèce (Jamieson 2011). Cet effet est couramment décrit pour les espèces envahissantes et les programmes d'élevage en captivité et peut être préoccupant pour les efforts de réintroduction. L'introduction multiple d'individus non apparentés choisis au hasard et présentant une diversité génétique suffisante de l'emplacement source à l'emplacement récepteur peut réduire la probabilité d'effets fondateurs (Le Gouar *et al.* 2008, Alcaide *et al.* 2010). Le prélèvement

d'individus dans toute l'aire de répartition à l'intérieur de la rivière permet de réduire cette probabilité tout en limitant l'impact des dommages au niveau des sites.

Dépression par croisement éloigné résultant du mélange des populations de la rivière Grand et de la rivière Thames (question 26)

La dépression par croisement éloigné est définie comme une réduction de la valeur adaptative causée par le croisement de populations génétiquement distinctes. Dans le scénario où une population réceptrice s'est établie, la dépression par croisement éloigné pourrait se manifester comme une réduction de la fertilité ou des substituts liés à la valeur adaptative des individus par rapport à l'une ou l'autre des populations sources. La réduction de la valeur adaptative de la population réintroduite la rendrait plus vulnérable à l'effondrement face à des perturbations naturelles et anthropiques. Si une seule population source est envisagée, la dépression par croisement éloigné n'est pas préoccupante.

Hybridation interspécifique dans l'emplacement récepteur (question 27)

L'hybridation interspécifique peut mener à divers résultats des efforts de réintroduction, dont aucun ne sera bénéfique pour la conservation du dard de sable. Le dard de sable provient d'un groupe monophylétique, c'est-à-dire qu'il a un seul ancêtre qui diffère de la plupart des autres espèces de dards (Near *et al.* 2011). Il n'y a pas d'autre espèce du genre *Ammocrypta* au Canada. Il n'y a aucun enregistrement d'hybridation entre le dard de sable et les espèces coocurrentes, bien qu'il coexiste avec plusieurs espèces de dards de deux genres (les espèces *Etheostoma* et *Percina*) dans les rivières Grand et Thames.

Introduction de maladies dans l'emplacement récepteur (question 28)

La translocation d'individus d'un emplacement à un autre présente des risques de déplacement d'agents pathogènes et de parasites qui peuvent nuire aux individus de la population réceptrice. Des espèces migratrices se déplacent dans la plupart des zones des emplacements sources et récepteurs entre les bassins hydrographiques. La fréquence des maladies devrait donc être semblable entre ces emplacements. Cependant, aucune étude n'a été réalisée pour vérifier cette hypothèse, et les connaissances sur les effets des agents pathogènes et des parasites sur le dard de sable et les poissons cooccurrents sont limitées.

Changements transformateurs dans les emplacements sources (question 29)

Le prélèvement de poissons d'un écosystème peut entraîner des changements importants dans la dynamique des communautés de poissons en rendant les ressources disponibles pour d'autres individus ou espèces. La probabilité d'un changement transformateur est directement liée au nombre et à la fréquence des prélèvements. Si on prélève trop de dards de sable d'une population, il y a un risque que d'autres espèces tirent parti des ressources disponibles. Dans un tel scénario, les contraintes sur la croissance d'autres espèces peuvent se trouver réduites et entraîner une nouvelle hiérarchie des espèces dominantes dans l'écosystème source. Une telle transformation pourrait accroître les interactions négatives avec les espèces coocurrentes ou même provoquer des changements dans les conditions abiotiques locales.

Changements transformateurs dans les emplacements récepteurs (question 30)

Il existe de nombreux exemples où le déplacement d'espèces dans des zones auparavant inoccupées a entraîné des changements transformateurs dans la communauté et l'écosystème à l'intérieur et à l'extérieur du lieu d'introduction, comme lors de l'invasion par des espèces. Les changements transformateurs peuvent être des changements physiques ou chimiques de l'habitat ou des modifications importantes de l'occurrence ou de l'abondance du biote. Les

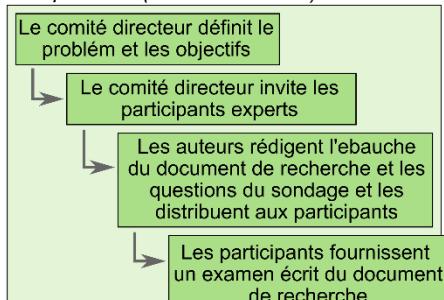
mécanismes qui sous-tendent ces changements transformateurs varient selon l'espèce et la zone qu'elle envahit. Même si le dard de sable occupait auparavant les emplacements récepteurs proposés, suffisamment de temps s'est écoulé pour que la dynamique communautaire ait trouvé un nouvel équilibre qui pourrait être perturbé par sa réintroduction. Néanmoins, le dard de sable n'a pas les caractéristiques des poissons envahissants courants (Olden *et al.* 2011, Karasov-Olson *et al.* 2021); plus précisément, il a une aire de répartition restreinte, une abondance faible, une faible tolérance aux agents de stress et un faible taux de dispersion.

Étape 4 – Compiler et pondérer les preuves scientifiques

Les connaissances scientifiques sur la façon d'améliorer la survie ou le rétablissement des espèces inscrites à la liste de la LEP sont souvent incomplètes, des décisions de gestion doivent être prises malgré les nombreuses incertitudes. Les décisions de gestion dans des conditions d'incertitude élevée peuvent être guidées en intégrant une méthode de consensus structurée avec un groupe d'experts (dans ce cas, les participants au processus du SCAS). Au cours de la réunion du SCAS, une méthode mini-Delphi modifiée a été utilisée pour recueillir l'opinion des participants et leur incertitude sur des questions relatives à la réintroduction potentielle du dard de sable dans la rivière Ausable ou le ruisseau Big Otter (tableau 1; tableau 2) après la discussion du document de recherche (figure 9). Les autres facteurs énumérés à la figure 2, comme d'autres objectifs de gestion ou des considérations socio-économiques, n'ont pas été évalués.

Méthode Mini-Delphi Modifiée

Préparation (avant la réunion)



Application (pendant la réunion)

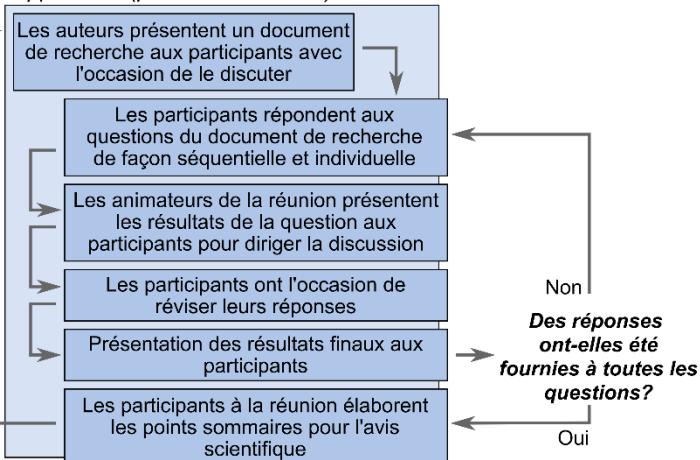


Figure 9. Méthode mini-Delphi modifiée pour évaluer les avantages, la faisabilité et les risques écologiques d'une réintroduction du dard de sable. Trois étapes sont décrites : avant, pendant et après la réunion du SCAS.

Pour chaque question, les participants ont attribué 100 points entre cinq catégories de probabilité afin d'indiquer la probabilité que l'énoncé soit vrai tout en fournissant simultanément un niveau de certitude accompagnant ce jugement perçu. Par exemple, à la question 1a, les participants devaient indiquer quelle était la probabilité que l'abondance de la population de dards de sable dans la rivière Grand soit supérieure à 25 000 individus d'âge 1+. Les participants devaient ensuite répartir 100 points entre cinq catégories :

1. Probabilité très faible ($\leq 5\%$)
2. Probabilité faible (de 6 à 33 %)
3. Probabilité moyenne (de 34 à 66 %)
4. Probabilité élevée (de 67 à 94 %)
5. Probabilité très élevée ($\geq 95\%$).

Si un participant estimait que d'après les données probantes, la probabilité que la population de la rivière Grand dépasse 25 000 individus était raisonnablement élevée, mais qu'il n'était pas entièrement certain de sa réponse, il pouvait attribuer davantage de points à la catégorie 4, « Probabilité élevée (de 67 à 94 %) ». Par ailleurs, s'il n'y avait pas d'information pertinente sur la question 1a et que l'expert n'était pas du tout certain de la probabilité réelle, il pouvait répartir ses points uniformément dans toutes les catégories. Cette approche a permis d'intégrer la certitude relative de chaque participant en fonction de son interprétation de la base de connaissances disponible. Pour chaque question, les participants ont été invités à répondre à la question, les résultats ont été compilés et présentés aux participants, puis les participants ont eu l'occasion de réviser leurs réponses après la discussion. Les résultats des réponses finales sont présentés ci-après.

Résultats de la méthode mini-Delphi modifiée

Entre 15 et 17 experts ont répondu à chaque question du tableau 1 et du tableau 2. Les réponses agrégés des participants aux questions et les raisons qui les soutiennent sont présentées dans Colm *et al.* (2025). Aucune question n'a recueilli une réponse unanime (c.-à-d. 100 % des points dans une catégorie; figure 10 et 11), ce qui traduit un niveau d'incertitude à l'égard de chaque facteur évalué. Il y a eu deux cas où l'une des cinq catégories de probabilité n'a reçu aucun vote : la question 1a (« Très faible ») et la question 12 (« Très faible »).

Les diagrammes de quartiles des figures 10 et 11 récapitulent les résultats de la méthode mini-Delphi. Pour générer ces graphiques, nous avons calculé une note pondérée pour chaque réponse à chaque question par participant. Par exemple, un participant aurait pu attribuer 40, 30, 15, 10 et 5 votes aux catégories Très élevée, Élevée, Moyenne, Faible et Très faible de la question 1a, respectivement. Ces valeurs ont ensuite été multipliées par la probabilité médiane de la catégorie de probabilité, additionnées et divisées par 100 pour générer une note pondérée :

$$(Très élevée \times 0,975) + (Élevée \times 0,805) + (Moyenne \times 0,500) + (Faible \times 0,195) + (Très faible \times 0,025) = Somme pondérée / 100 = Note pondérée.$$

En reprenant l'exemple précédent, nous obtenons :

$$(40 \times 0,975) + (30 \times 0,805) + (15 \times 0,500) + (10 \times 0,195) + (5 \times 0,025) = \frac{72,725}{100} \approx 0,727.$$

La note pondérée représente une moyenne pondérée composite des catégories de probabilité, les valeurs plus proches de 1 représentant la probabilité pondérée la plus élevée et les valeurs plus proches de 0 représentant la probabilité pondérée la plus faible pour chaque question.

Dans les figures 10 et 11, la catégorie de probabilité ayant obtenu le plus de votes (c.-à-d. le mode) est représentée par un carré blanc. Des astérisques ont été inclus dans les graphiques pour indiquer les questions où au moins une personne avait donné une note de 20-20-20-20-20, montrant qu'elle était complètement incertaine de la probabilité réelle. Les notes additionnées mises à l'échelle à 1 pour chaque catégorie de probabilité de chaque question après la dernière

ronde de questions sont présentées dans le tableau A1 et représentées graphiquement sur les figures A1 à A30 dans Colm *et al.* (2025). Le nombre total de personnes qui se sont déclarées complètement incertaines, par question, est présenté dans le tableau A2 dans Colm *et al.* (2025).

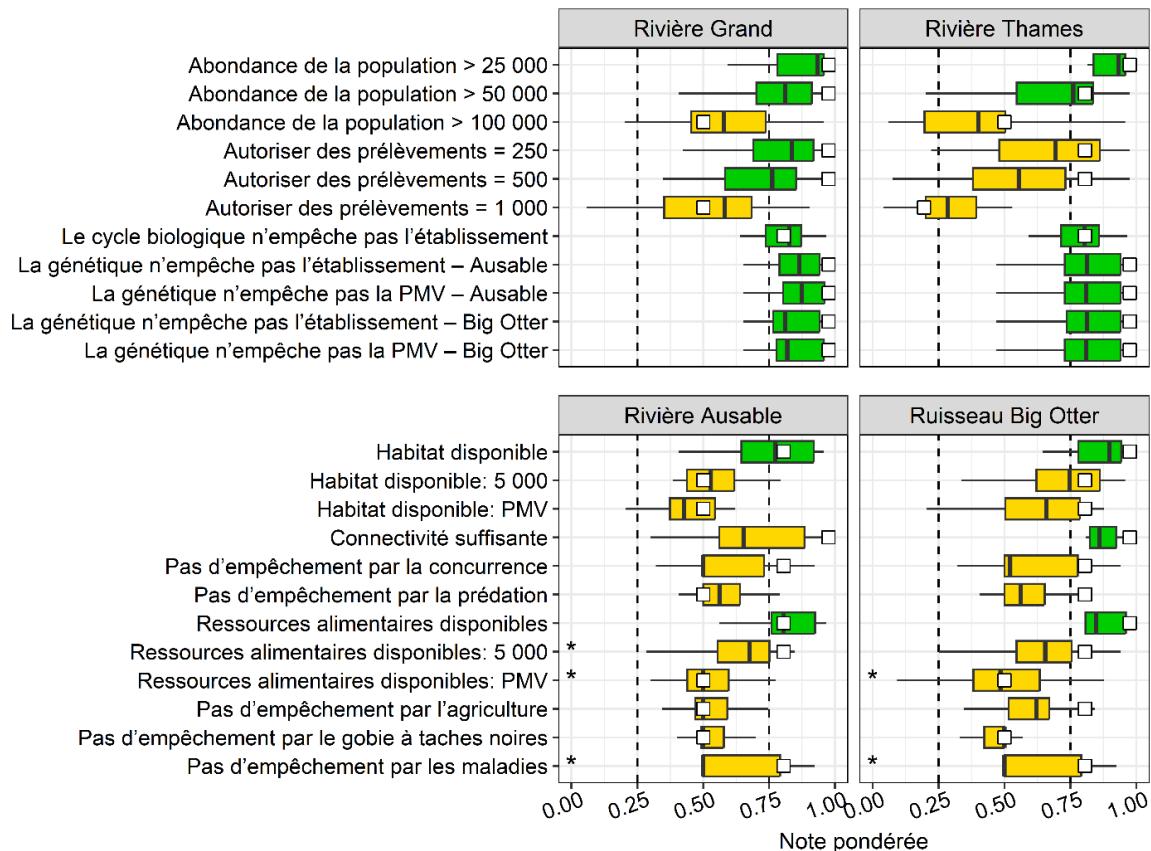


Figure 10. Récapitulatif des notes des participants pour chaque question du tableau 1, qui se rapporte à l'influence des facteurs démographiques, abiotiques, biotiques et liés aux menaces sur le succès de la réintroduction. Les carrés blancs représentent la catégorie de probabilité à laquelle les participants ont attribué le plus de points, par question. Les astérisques indiquent qu'un ou plusieurs participants se sont déclarés complètement incertains pour la question. Les diagrammes de quartiles jaunes indiquent une note médiane entre 0,25 et 0,75 et les diagrammes de quartiles verts, une note médiane supérieure à 0,75. Les notes proches de 1,00 indiquent que les participants estimaient qu'un facteur donné avait une forte probabilité d'être vrai, appuyant donc les efforts de réintroduction. PMV = La population minimale viable.

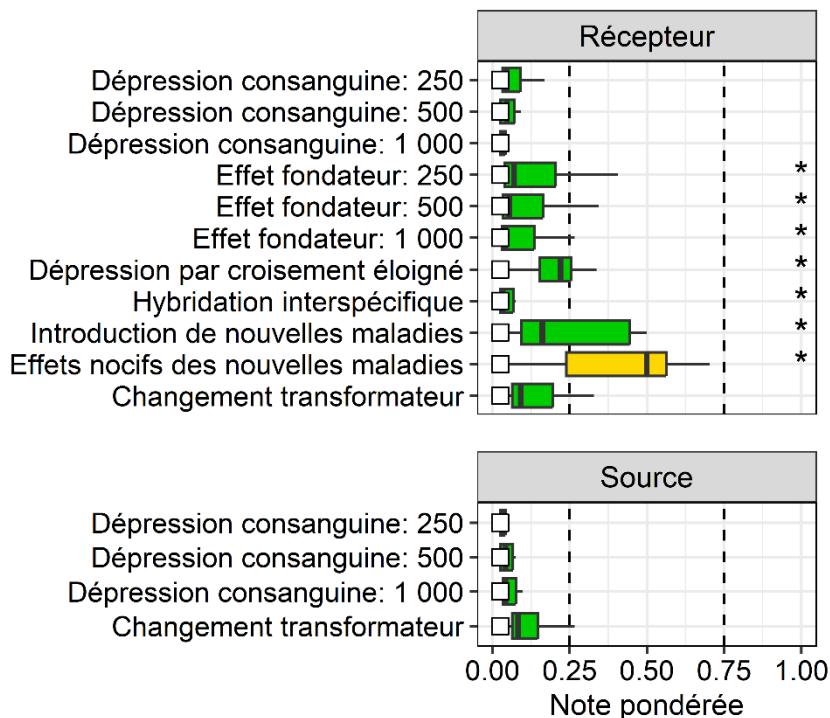


Figure 11. Récapitulatif des notes des participants pour chaque question du tableau 2, qui se rapporte aux conséquences imprévues qui peuvent survenir dans les emplacements sources et les emplacements récepteurs à la suite des efforts de réintroduction. Les carrés représentent la catégorie de probabilité à laquelle les participants ont attribué le plus de points, par question. Les astérisques indiquent qu'un ou plusieurs participants se sont déclarés complètement incertains pour la question. Les diagrammes de quartiles jaunes indiquent une note médiane entre 0,25 et 0,75 et les diagrammes de quartiles verts, une note médiane inférieure à 0,25. Les notes proches de 0,00 indiquent que les participants estimaient que ce facteur avait une faible probabilité d'occurrence, appuyant donc les efforts de réintroduction.

Facteurs démographiques, abiotiques, biotiques et liés aux menaces

La majorité des questions sur l'influence des facteurs de la population source sur le succès de la réintroduction ont obtenu des notes pondérées supérieures à 0,75 (figure 10). Les réponses des participants ont suggéré un niveau élevé de confiance dans le fait que la diversité génétique, la variation ou l'adaptation n'empêcheraient pas le dard de sable de s'établir dans la rivière Ausable ou le ruisseau Big Otter, ni la population d'atteindre la $PMV_{99\%}$, quelle que soit la population source considérée (figure 10). Les participants étaient moins certains des effets potentiels des prélèvements sur les populations de la rivière Grand et de la rivière Thames, indiquant que la population de la rivière Grand avait une probabilité plus élevée de résister aux prélèvements que celle de la rivière Thames (figure 10). La catégorie la plus fréquemment mentionnée pour déterminer si la population pouvait être en mesure de résister aux prélèvements de 250 et 500 femelles d'âge 1+ par année pendant une période maximale de 10 ans était « Très élevée » pour la population de la rivière Grand, mais « Élevée » pour la population de la rivière Thames. Les participants étaient moins confiants dans la capacité de la population source à résister aux prélèvements de 1 000 femelles d'âge 1+ par année pendant une période maximale de 10 ans dans les rivières Grand (mode = Moyenne) ou Thames (mode = Faible). Dans l'ensemble, les experts étaient plus confiants pour dire que la rivière

Grand ou la rivière Thames pouvait résister à des prélèvements de 250 ou 500 individus par année pendant une période maximale de 10 ans et moins confiants en ce qui concerne des prélèvements de 1 000 individus.

L'influence des facteurs abiotiques, biotiques et liés aux menaces sur le succès d'une réintroduction a reçu des notes plus faibles (figure 10). Dans l'ensemble, les réponses des participants indiquaient une plus grande probabilité que des conditions abiotiques convenables pour le dard de sable soient disponibles dans le ruisseau Big Otter que dans la rivière Ausable, et cette disparité est devenue plus perceptible à mesure que l'effectif de la population réintroduite à l'étude augmentait. Lorsqu'on leur a demandé quelle était la probabilité que des habitats convenables pour le dard de sable se trouvent dans le ruisseau Big Otter, les participants ont répondu à 85 % par des votes « Élevée » ou « Très élevée », et à 71,2 % par des votes « Très élevée » ou « Élevée » pour la rivière Ausable. Lorsqu'on leur a demandé s'il y avait suffisamment d'habitats convenables pour soutenir 5 000 individus ou un effectif de population égal à la $PMV_{99\%}$ dans le ruisseau Big Otter, les participants ont répondu à 67,5 % et à 65,9 % par des votes dans les catégories « Élevée » ou « Très élevée », respectivement. En comparaison, 33,7 % et 18,7 % des votes ont été attribués aux catégories « Élevée » ou « Très élevée » pour la question de savoir s'il y avait suffisamment d'habitats convenables dans la rivière Ausable pour soutenir 5 000 individus ou un effectif de population égal à la $PMV_{99\%}$, respectivement. De même, les répondants ont indiqué une plus grande probabilité de connectivité suffisante pour soutenir une population de dards de sable dans le ruisseau Big Otter que dans la rivière Ausable (figure 10), avec 87,7 % de notes « Élevée » ou « Très élevée » pour le ruisseau Big Otter et 56,8 % de notes « Élevée » ou « Très élevée » pour la rivière Ausable.

D'après les réponses des participants, il y avait une forte probabilité que des ressources alimentaires appropriées pour le dard de sable soient disponibles dans la rivière Ausable (mode = Élevée) et le ruisseau Big Otter (mode = Très élevée), mais une plus grande incertitude quant à savoir si la quantité de nourriture était suffisante pour soutenir 5 000 individus (mode = Élevée pour les deux rivières) ou une population égale à la $PMV_{99\%}$ (mode = Moyenne pour les deux rivières; figure 10). Trois participants se sont déclarés complètement incertains sur la question de savoir si la rivière Ausable ou le ruisseau Big Otter contenaient suffisamment de ressources alimentaires pour soutenir une population de dards de sable à la $PMV_{99\%}$. La concurrence et la prédation ont été considérées comme moins limitatives dans le ruisseau Big Otter que dans la rivière Ausable (figure 10), quoique marginalement.

L'agriculture et le gobie à taches noires étaient moins préoccupants pour appuyer la réintroduction du dard de sable dans le ruisseau Big Otter que dans la rivière Ausable (figure 10). Selon 28,8 % des votes des participants, la probabilité que l'agriculture empêche l'établissement dans la rivière Ausable était « Élevée » ou « Très élevée » (mode = Moyenne). De même, 20,3 % des votes des participants indiquaient que la probabilité que le gobie à taches noires empêche l'établissement dans la rivière Ausable était « Élevée » ou « Très élevée » (mode = Moyenne). En comparaison, selon 19,7 % des votes des participants, la probabilité que l'agriculture empêche l'établissement du dard de sable était « Élevée » ou « Très élevée » dans le ruisseau Big Otter (mode = Faible) et 31,1 % des votes indiquaient que la probabilité que le gobie à taches noires empêche l'établissement était « Élevée » ou « Très élevée » (mode = Moyenne). Il convient de noter que les modes présentés à la figure 10 représentent la probabilité que la menace n'empêche pas l'établissement du dard de sable compte tenu de la menace considérée. Enfin, les participants ont donné des réponses similaires lorsqu'on leur a demandé la probabilité que des agents pathogènes ou des parasites

restreignent l'établissement du dard de sable dans la rivière Ausable et le ruisseau Big Otter. Parmi eux, six participants (35,3 %) se sont déclarés complètement incertains pour cette question (figure 10).

Probabilité de conséquences imprévues

Dans l'ensemble, les participants considéraient que la probabilité de conséquences imprévues résultant de la réintroduction était « Très faible » (figure 11). Cependant, il y a eu plus de cas pour lesquels ils se sont déclarés complètement incertains (c.-à-d. 20-20-20-20-20) au sujet des conséquences imprévues que pour les facteurs qui influent sur le succès de la réintroduction. La plus grande incertitude concernait les dommages potentiels à l'écosystème d'eau douce récepteur qui pourraient résulter de l'introduction d'un nouvel agent pathogène ou d'un parasite pendant les efforts de réintroduction; bien que seulement deux personnes aient donné des notes de 20-20-20-20-20, les notes dans toutes les catégories étaient proches de 0,200, dénotant une incertitude importante parmi les participants.

Sources d'incertitude

Cette réunion d'examen régional par les pairs est le premier processus consultatif officiel à utiliser les lignes directrices nationales pour évaluer les avantages et les risques potentiels de la translocation aux fins de conservation d'une espèce d'eau douce inscrite à la liste de la LEP (Lamothe *et al.* 2023). Le cadre a permis de cerner plusieurs incertitudes entourant l'état de la population, les conditions de l'habitat, la dynamique de la communauté et les risques liés à la capacité de réussir une réintroduction.

Premièrement, plusieurs incertitudes liées à la population source sont apparues et pourraient limiter le potentiel de succès, y compris le manque d'estimations définitives de l'abondance de la population et d'information sur la trajectoire de la population. Ces incertitudes découlent, en partie, de l'absence de surveillance à long terme de l'espèce. Des indices de l'abondance de la population ont été élaborés pour le dard de sable à l'aide de modèles construits à partir de données recueillies une seule année (2022 : rivière Grand; 2006 : rivière Thames). L'incertitude a été aggravée par l'imprécision quant à la superficie totale d'habitat convenable pour le dard de sable dans les rivières Grand et Thames, et par l'applicabilité des résultats de la modélisation au-delà des zones échantillonnées. Dans la rivière Grand, les techniques de sonar à balayage latéral n'ont pas permis de différencier le sable des autres sédiments déposés et l'échantillonnage du dard de sable n'a été effectué que dans des habitats accessibles à gué. Il n'y avait pas de données quantitatives sur la superficie totale d'habitat convenable dans la rivière Thames. De ce fait, les estimations de l'abondance de la population étaient très incertaines, les estimations médianes de l'abondance de l'âge 1+ variant entre 41 965 et 119 159 dans la rivière Grand et entre 17 030 et 108 744 dans la rivière Thames, selon la quantité d'habitats convenables et en supposant que les modèles pouvaient être extrapolés entre les habitats accessibles à gué et les habitats non accessibles à gué. De plus, ces valeurs représentent une seule période dans le temps et supposent que la trajectoire de la population est stable ou en croissance. Si ces indices de l'abondance surestiment l'effectif réel de la population source ou si la population source est en déclin, les dommages résultant des prélèvements seraient plus importants que ceux indiqués.

Les simulations utilisées pour évaluer les effets potentiels du prélèvement sur les populations sources supposaient que les populations étaient panmictiques et que les prélèvements à des fins de réintroduction se produiraient au sein de la population dans l'ensemble de la répartition spatiale de l'espèce. Cependant, les modèles pour la rivière Grand montrent que l'abondance

du dard de sable n'est pas uniforme dans l'ensemble de la rivière, le barrage Caledonia limitant probablement les déplacements entre les tronçons de la rivière. L'influence de la répartition non uniforme du dard de sable dans la rivière Grand sur les estimations des dommages causés par les efforts de prélèvement n'est donc pas claire. Il y avait moins de renseignements sur la structure spatiale de la population de la rivière Thames, ce qui accentue l'incertitude des considérations liées à la population pour les populations sources potentielles.

Les modèles élaborés pour évaluer la probabilité de succès de la réintroduction ont utilisé des paramètres du cycle biologique comportant une incertitude importante et ont exclu des variables abiotiques et biotiques qui peuvent soutenir ou nuire à la capacité d'atteindre les objectifs de réintroduction. Le taux de croissance maximal de la population, la longévité, l'âge à la maturité, la variation de la fécondité et le taux de survie ont tous été définis comme des facteurs importants liés aux estimations de la $PMV_{99\%}$, la probabilité de dommages à la population source résultant des prélèvements et de la probabilité de succès de la réintroduction. Une plus grande exactitude de ces paramètres réduirait l'incertitude entourant les seuils de la $PMV_{99\%}$ et la probabilité de succès des efforts de réintroduction. De plus, on pourrait améliorer les prévisions des modèles en intégrant les effets négatifs potentiels des interactions biotiques (c.-à-d. la concurrence, la prédation) et les variations des conditions de l'habitat dans les emplacements sources et les emplacements récepteurs. Néanmoins, l'inclusion des catastrophes dans les modèles de population, déterminée comme une variable importante dans toutes les applications de modèles, expliquait probablement ces facteurs négatifs potentiels.

L'évaluation des conditions de l'habitat dans les emplacements sources et les emplacements récepteurs potentiels a été limitée par l'absence de surveillance à long terme de l'habitat et s'est donc traduite par des analyses sommaires de la qualité de l'habitat. En particulier, les mesures ont été regroupées pour les réseaux fluviaux récepteurs potentiels sur deux décennies d'échantillonnage et évaluées à l'échelle d'une rivière ou d'un tronçon de rivière, avec seulement quelques cas de mesures et d'analyses effectuées pour certaines zones envisagées pour les prélèvements ou la réintroduction. Cela a créé une incertitude quant à la quantité d'habitats convenables disponible dans ces réseaux, à la connectivité entre les habitats et aux différences spatiales ou temporelles dans les conditions de l'habitat qui se produisent de façon saisonnière, annuelle ou interannuelle.

Les mesures quantitatives des menaces pertinentes et des réactions de l'espèce à ces menaces n'étaient pas disponibles. On ne sait donc pas bien comment l'ampleur des menaces dans les emplacements sources et les emplacements récepteurs influence la répartition et l'abondance du dard de sable ou influencerait les résultats d'une réintroduction. Par exemple, la sédimentation et les impacts sur la qualité de l'eau résultant de pratiques agricoles historiques sont reconnus comme la cause probable de la disparition du dard de sable dans le ruisseau Big Otter, mais l'espèce persiste dans des rivières qui sont parmi les réseaux les plus touchés par l'agriculture dans le sud-ouest de l'Ontario (p. ex. rivière Thames, rivière Sydenham). Il existe un consensus général sur le fait que les pratiques agricoles qui influent sur la santé des écosystèmes aquatiques se sont améliorées dans le Sud-ouest de l'Ontario au fil du temps. Néanmoins, la rivière Ausable et le ruisseau Big Otter sont tous deux situés dans des zones où l'utilisation des terres est dominée par l'agriculture et on ne sait donc pas bien comment les menaces liées à l'agriculture peuvent limiter la capacité d'atteindre les objectifs de réintroduction.

Outre l'agriculture, le gobie à taches noires est également considéré comme une menace importante pour le dard de sable, mais les mécanismes d'impact sont mal compris. Des recherches permettent de penser que le dard de sable et d'autres poissons du sud de l'Ontario

ont modifié ou limité leur régime alimentaire à la suite de l'invasion par le gobie à taches noires; malgré tout, les espèces continuent de coexister dans les zones envahies. En fin de compte, on n'est pas certain de la façon dont le gobie à taches noires et d'autres espèces coocurrentes peuvent influer sur l'établissement du dard de sable dans les emplacements récepteurs potentiels.

On ignore quelle quantité de nourriture est nécessaire pour soutenir une population de dards de sable et quelle est la quantité de ressources alimentaires disponibles pour l'espèce dans les emplacements récepteurs. Des études ont confirmé la présence de proies couramment consommées par le dard de sable (*Ephemeroptera*, *Oligochaeta*, *Chironomidae*, *Ostracoda* et *Cladocera*) dans la rivière Ausable et le ruisseau Big Otter, mais elles n'ont pas encore évalué l'abondance au fil du temps. Étant donné que la rivière Ausable et le ruisseau Big Otter abritent une communauté de poissons semblable à celle des rivières Grand et Thames, et que les macroinvertébrés qui composent le régime alimentaire du dard de sable sont présents, on prévoit que des ressources alimentaires suffisantes seront disponibles pour soutenir le dard de sable, mais il faut effectuer d'autres recherches pour le confirmer.

L'occurrence des maladies et les conséquences écologiques potentielles du transfert de maladies ont été définies comme la plus grande incertitude concernant les efforts de réintroduction. Il n'y a pas de recherches publiées sur les communautés de parasites et de maladies dans les emplacements sources et les emplacements récepteurs ni sur les parasites ou les maladies préoccupants pour le dard de sable. Compte tenu du déplacement naturel des espèces de poissons entre les écosystèmes aquatiques du sud-ouest de l'Ontario et du potentiel de propagation des parasites et des maladies, on a émis l'hypothèse que les communautés de parasites et de maladies pourraient être similaires entre les plans d'eau possibles. Cependant, des recherches visant à évaluer la similitude de la composition des parasites et des maladies entre les emplacements sources et les emplacements récepteurs sont la seule façon d'évaluer le risque écologique lié au transfert de maladies.

Il y avait moins d'incertitude chez les participants quant aux effets génétiques potentiels résultant du prélèvement et de la translocation de dards de sable des emplacements sources aux emplacements récepteurs. La dépression par croisement éloigné a été reconnue comme la principale préoccupation génétique, en particulier si des individus des rivières Grand et Thames étaient utilisés pour la réintroduction; cependant, les experts ont estimé qu'elle avait une très faible probabilité d'influencer le succès de la réintroduction. En supposant qu'une seule population soit la source pour les efforts de réintroduction, la dépression par croisement éloigné est peu probable.

Les effets du changement climatique n'ont pas été explicitement explorés dans le document de recherche, mais ils sont pertinents pour la variabilité potentielle des conditions de l'habitat que le dard de sable peut rencontrer dans les emplacements sources et les emplacements récepteurs. Des recherches physiologiques liées à la température et à la tolérance à l'oxygène ont été effectuées pour quantifier l'adaptabilité du dard de sable à différentes conditions environnementales, et ont généralement démontré la plasticité des réactions du dard de sable. Néanmoins, les impacts du changement climatique pourraient limiter la probabilité de succès de la réintroduction en fonction du scénario climatique (p. ex. le degré de réchauffement) réalisé, mais cet élément n'a pas été intégré aux scénarios modélisés.

CONCLUSIONS ET AVIS

Le présent avis scientifique constitue la première application du cadre national d'aide à la décision pour évaluer la pertinence de la translocation à des fins de conservation en tant que mesure de rétablissement. Un document de recherche a défini les objectifs de la réintroduction du dard de sable, évalué l'influence des facteurs démographiques, abiotiques, biotiques et liés aux menaces sur l'atteinte des objectifs, et évalué la probabilité de conséquences imprévues pour les espèces et les écosystèmes cibles. Une approche consensuelle a ensuite été appliquée pour évaluer les preuves scientifiques de la façon dont les facteurs démographiques, abiotiques, biotiques et liés aux menaces, ainsi que les conséquences imprévues, peuvent influencer les résultats de la réintroduction. Dans l'ensemble, les figures 10 et 11 montrent que les experts sont confiants dans le fait que les facteurs démographiques, abiotiques, biotiques et liés aux menaces permettront de réussir la réintroduction, et que la majorité des conséquences imprévues peuvent être évitées. Cependant, les effets des prélèvements sur les populations sources, la quantité d'habitat convenable et les effets potentiels du transfert de maladies ont été mentionnés parmi les facteurs les plus incertains influençant le résultat de la réintroduction. Des recherches visant à réduire l'incertitude entourant ces facteurs réduiraient l'incertitude globale associée à la mise en œuvre de cette mesure de rétablissement. Si la décision était prise de poursuivre la réintroduction de cette espèce, de nombreuses autres considérations scientifiques ont été soulevées au cours de cette réunion consultative scientifique, notamment l'importance d'élaborer un plan expérimental et un plan de mise en œuvre appropriés.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Organisme/Affiliation
Karl Lamothe	MPO – Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Adam van der Lee	MPO – Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Andrew Drake	MPO – Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Jason Barnucz	MPO – Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Marten Koops	MPO – Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Todd Morris	MPO – Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Wendylee Stott	MPO – Science, Région de l'Ontario et des Prairies
Amy Boyko	MPO – Programme sur les espèces en péril, Région de l'Ontario et des Prairies
Bill Glass	MPO – Programme de protection du poisson et de son habitat, Région de l'Ontario et des Prairies
Jeremy Broome	MPO – Science, Région des Maritimes
Gilles Olivier (Présidente)	MPO – Science, Région de la capitale nationale
Alan Dextrase	Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario (à la retraite)
Scott Reid	Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario
Chris Wilson	Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario
Paul Gagnon	Long Point Region Conservation Authority
Kari Jean	Ausable Bayfield Conservation Authority

Nom	Organisme/Affiliation
Britney Firth	Université de Waterloo
Nicholas Mandrak	Université de Toronto Scarborough
Trevor Pitcher	Université de Windsor

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

- Alcaide, M., Negro, J.J., Serrano, D., Antolín, J.L., Casado, S., and Pomarol, M. 2010. Captive breeding and reintroduction of the lesser kestrel *Falco naumanni*: a genetic analysis using microsatellites. *Conserv. Genet.* 11: 331–338.
- Barnucz, J., Gáspárdy, R.C., Colm, J.E., and Drake, D.A.R. 2022. [Aquatic habitat assessment for Eastern Sand Darter \(*Ammocrypta pellucida*\) in Big Otter Creek, Elgin County, Ontario, 2020](#). Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 1343: vii + 21 p.
- Barnucz, J., Reid, S.M., and Drake, D.A.R. 2020. [Targeted surveys for Eastern Sand Darter in the upper Ausable River and Big Otter Creek, 2018](#). Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 1312: vi + 26 p.
- Burbank, J., Finch, M., Drake, D.A.R., and Power, M. 2019. Diet and isotopic niche of eastern sand darter (*Ammocrypta pellucida*) near the northern edge of its range: a test of niche specificity. *Can. J. Zool.* 97(9): 763–772.
- Caswell, H. 2001. Matrix population models: construction, analysis, and interpretation. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 722 p.
- Colm, J.E., Lamothe, K.A., Barnucz, J.M., Boyko, A., Broome, J.E., Dextrase, A.J., Diment, J., Firth, B.L., Gagnon, P., Glass, W.F., Grant, P., Jean, K., Koops, M.A., Mandrak, N.E., Morris, T.J., Olivier, G., Pitcher, T.E., Potts, L., Reid, S.M., Staton S.K., Stott, W., van der Lee, A.S., Wilson, C.S., and Drake, D.A.R. 2025. Proceedings of the Regional peer-review meeting for evaluating the ecological benefits and risks of an experimental Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*) reintroduction in Ontario. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3301: iv + 56 p.
- COSEPAC. 2009. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le dard de sable \(*Ammocrypta pellucida*\), populations de l'Ontario et populations du Québec, au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, ON. vi + 52 p.
- COSEPAC. 2022. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le dard de sable \(*Ammocrypta pellucida*\), population du sud-ouest de l'Ontario, population du Québec et population du lac West au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, ON. xxii + 85 p.
- Dextrase, A.J. 2013. Modelling occupancy and abundance of Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*) while accounting for imperfect detection. Thesis (PhD) Trent University, Peterborough, ON. 352 p.
- Dextrase, A.J., Mandrak, N.E., and Schaeffer, J.A. 2014. Modelling occupancy of an imperilled stream fish at multiple scales while accounting for imperfect detection: implications for conservation. *Freshw. Biol.* 59(9): 1799–1815.

- Drake, D.A.R., Power, M., Koops, M.A., Doka, S.E., and Mandrak, N.E. 2008. Environmental factors affected growth of eastern sand darter (*Ammocrypta pellucida*). *Can. J. Zool.* 86(7): 714–722.
- Firth, B.L., Craig, P.M., Drake, D.A.R., and Power, M. 2023. Seasonal, environmental, and individual effects on hypoxia tolerance of Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*). *Conserv. Physiol.* 11(1): coad008.
- Firth, B.L., Drake, D.A.R., and Power, M. 2021a. Seasonal and environmental effects on upper thermal limits of eastern sand darter (*Ammocrypta pellucida*). *Conserv. Physiol.* 9(1): coab057.
- Firth, B.L., Poesch, M.S., Koops, M.A., Drake, D.A.R., and Power, M. 2021b. Diet overlap of common and at-risk riverine benthic fishes before and after Round Goby (*Neogobius melanostomus*) invasion. *Biol. Invasions* 23: 221–234.
- Gáspárdy, R.C., White, C.J., Barnucz, J., Colm, J.E., and Drake, D.A.R. 2025. Targeted sampling for Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*) in the Grand River, Ontario, 2022. *Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1416 : v + 36 p.
- Ginson, R., Walter, R.P., Mandrak, N.E., Beneteau, C.L., and Heath, D.D. 2015. Hierarchical analysis of genetic structure in the habitat-specialist Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*). *Ecol. Evol.* 5(3): 695–708.
- Hedrick, P.W., and Kalinowski, S.T. 2000. Inbreeding depression in conservation biology. *Ann. Rev. Ecol. System.* 31: 139–162.
- Holm, E., and N.E. Mandrak. 1996. The status of the Eastern Sand Darter *Ammocrypta pellucida* in Canada. *Can. Field-Nat.* 110(3): 462–469.
- Houde, A.L.S., Garner, S.R., and Neff, B.D. 2015. Restoring species through reintroductions: strategies for source population selection. *Restor. Ecol.* 23(6): 746–753.
- Illes, C., Smyth, E.R.B., and Drake, D.A.R. 2025. Acoustic Doppler Current Profile Measurements to Inform the Suitability of the Thames River, Ontario for Asian Carp Spawning. *Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1442: vii + 15 p.
- Jamieson, I.G. 2011. Founder effects, inbreeding, and loss of genetic diversity in four avian reintroduction programs. *Conserv. Biol.* 25(1): 115–123.
- Karasov-Olson, A., Schwartz, M.W., Olden, J.D., Skikne, S., Hellmann, J.J., Allen, S., Brigham, C., Buttké, D., Lawrence, D.J., Miller-Rushing, A.J., Morisette, J.T., Schuurman, G.W., Trammell, M., and Hawkins Hoffman, C. 2021. Ecological risk assessment of managed relocation as a climate change adaptation strategy. *Natural Resource Report NPS/NRSS/CCRP/NRR—2021/2241*. National Park Service, Fort Collins, Colorado. 128 p.
- Lamothe, K.A., Dextrase, A.J., and Drake, D.A.R. 2019a. Aggregation of two imperfectly detected imperilled freshwater fishes: Understanding community structure and co-occurrence for multispecies conservation. *Endang. Sp. Res.* 40: 123–132.
- Lamothe, K.A., Dextrase, A.J., and Drake, D.A.R. 2019b. Characterizing species co-occurrence patterns of imperfectly detected stream fishes to inform species reintroduction efforts. *Conserv. Biol.* 33(6): 1392–1403.

- Lamothe, K.A., van der Lee, A.S., Drake, D.A.R., and Koops, M.A. 2021. The translocation trade-off for eastern sand darter (*Ammocrypta pellucida*): balancing harm to source populations with the goal of re-establishment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 78(9): 1321–1331.
- Lamothe, K.A., Morris, T.J., and Drake, D.A.R. 2023. [Cadre décisionnel pour la translocation aux fins de la conservation de poissons et de moules d'eau douce inscrits sur la liste de la LEP](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/064. viii + 90 p.
- Le Gouar, P., Rigal, F., Boisselier-Dubayle, M.C., Sarrazin, F., Arthur, C., Choisy, J.P., Hatzofe, O., Henriet, S., Lécuyer, C., Susic, G., and Samadi, S. 2008. Genetic variation in a network of natural and reintroduced populations of Griffon vulture (*Gyps fulvus*) in Europe. *Conserv. Genet.* 9: 349–359.
- Loomer, H. 2011. Water Quality Characterization of Three Central Lake Erie Tributaries: Big Otter, Catfish, and Kettle Creeks (2007-2009) [Draft]. Grand River Conservation Authority, Cambridge, Ontario. xi + 177 p.
- Mandrak, N.E., and Crossman, E.J. 1992. Postglacial dispersal of freshwater fishes into Ontario. *Can. J. Zool.* 70(11): 2247–2259.
- McAllister, K., Drake, D.A.R., and Power, M. 2022. Round Goby (*Neogobius melanostomus*) impacts on benthic fish communities in two tributaries of the Great Lakes. *Biol. Invas.* 24: 2885–2903.
- Meffe, G.K. 1995. Genetic and ecological guidelines for species reintroduction programs: applications to Great Lakes fishes. *J. Great Lakes Res.* 21(Suppl. 1): 3–9.
- Minns, C.K. 1995. Allometry of home range size in lake and river fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52(7): 1499–1508.
- MPO. 2011. [Évaluation du potentiel de rétablissement du dard de sable \(*Ammocrypta pellucida*\) au Canada](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2011/020.
- MPO. 2012. [Programme de rétablissement du dard de sable \(*Ammocrypta pellucida*\) au Canada, populations de l'Ontario \[Proposition\]](#). Série des programmes de rétablissement publiés en vertu de la Loi sur les espèces en péril, Pêches et Océans Canada, Ottawa, ON. vii + 65 p.
- MPO. 2018. [Rapport sur les progrès de la mise en œuvre du programme de rétablissement du dard de sable \(*Ammocrypta pellucida*\) au Canada \(populations de l'Ontario\) pour la période 2012-2017](#). Loi sur les espèces en péril, Série de rapports sur les programmes de rétablissement. Pêches et Océans Canada, Ottawa, ON. v + 39 p.
- MPO. 2023. [Cadre décisionnel pour la translocation aux fins de la conservation de poissons et de moules d'eau douce inscrits sur la liste de la LEP](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2022/046.
- Near, T.J., Bossu, C.M., Bradburd, G.S., Carlson, R.L., Harrington, R.C., Hollingsworth Jr., P.R., Keck, B.P., and Etnier, D.A. 2011. Phylogeny and temporal diversification of darters (Percidae: Etheostomatinae). *System. Biol.* 60(5): 564–595.
- Olden, J.D., Kennard, M.J., Lawler, J.J., and Poff, N.L. 2011. Challenges and opportunities in implementing managed relocation for conservation of freshwater species. *Conserv. Biol.* 25(1): 40–47.

- Reisenbichler, R.R., Utter, F.M., and Krueger, C.C. 2003. Genetic concepts and uncertainties in restoring fish populations and species. *In* Strategies for restoring river ecosystems: sources of variability and uncertainty in natural and managed systems. Edited by R.C. Wissmar and P.A. Bisson. American Fisheries Society, Bethesda, ML. pp. 149–183.
- Sainsbury, A.W., Armstrong, D.P., and Ewen, J.G. 2012. Methods of disease risk analyses for reintroduction programs. *In* Reintroduction biology: integrating science and management. Edited by J.G. Ewen, D.P. Armstrong, K.A. Parker, and P.J. Seddon. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK. pp. 336–359.
- Shaffer, M.L. 1981. Minimum population sizes for species conservation. *BioSci.* 31(2): 131–134.
- Vélez-Espino, L.A., Randall, R.G., and Koops, M.A. 2010. [Quantifying habitat requirements of four freshwater species at risk in Canada: Northern Madtom, Spotted Gar, Lake Chubsucker, and Pugnose Shiner](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/115. iv + 21 p.
- Viggers, K.L., Lindenmayer, D.B., and Spratt, D.M. 1993. The importance of disease in reintroduction programmes. *Wildl. Res.* 20(5): 687–698.
- Walter, R.P., Venney, C.J., Mandrak, N.E., and Heath, D.D. 2022. Conservation implications of revised genetic structure resulting from new population discovery: the threatened eastern sand darter (*Ammocrypta pellucida*) in Canada. *J. Fish Biol.* 100(1): 92–98.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région de l'Ontario et des Prairies
Pêches et Océans Canada
501 University Crescent
Winnipeg, Manitoba, R3T 2N6

Courriel : xcna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-78399-4 N° cat. Fs70-6/2025-023F-PDF

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

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



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2025. Évaluation des avantages écologiques, des risques et de la faisabilité de la
réintroduction du dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) en Ontario. Secr. can. des avis sci.
du MPO. Avis sci. 2025/023.

Also available in English:

*DFO. 2025. Evaluating the Ecological Benefits, Risks, and Feasibility of Reintroduction for
Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*) in Ontario. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci.
Advis. Rep. 2025/023.*