



EFFORT D'ÉCHANTILLONNAGE POUR DÉTECTER LES CARPES ASIATIQUES PENDANT LES ACTIVITÉS D'INTERVENTION DANS LE BASSIN DES GRANDS LACS



Efforts d'intervention coordonnés aux îles de Toronto, en juillet 2015, après la détection d'une carpe de roseau.



Figure 1. Sites de surveillance pour la détection précoce dans le cadre du Programme de lutte contre la carpe asiatique de Pêches et Océans Canada (MPO) dans le bassin des Grands Lacs.

Contexte :

Les carpes asiatiques (carpe à grosse tête [*Hypophthalmichthys nobilis*], carpe argentée [*H. molitrix*], carpe de roseau [*Ctenopharyngodon idella*] et carpe noire [*Mylopharyngodon piceus*]) ont été introduites dans le sud des États-Unis à la fin des années 1960 et se sont depuis répandues dans tout le bassin du fleuve Mississippi, causant des pertes importantes en termes de biodiversité et de services écosystémiques. Ces espèces s'approchent du bassin des Grands Lacs et devraient constituer des menaces écologiques et socio-économiques importantes, si elles y arrivent. En réponse à ces menaces, le MPO a élaboré le Programme de lutte contre la carpe asiatique en 2012. Le Programme de lutte contre la carpe asiatique vise à effectuer une surveillance intensive pour la détection précoce autour du bassin des Grands Lacs et de mettre en œuvre un plan d'intervention fondé sur le Système de commandement des incidents (SCI) après la capture confirmée d'une carpe asiatique dans les eaux canadiennes. Lorsque des opérations d'intervention sur l'eau sont menées, le plan d'intervention prévoit un échantillonnage intensif et ciblé à l'aide d'engins traditionnels autour du lieu de capture. L'effort d'échantillonnage est augmenté ou réduit en fonction de la fertilité, du nombre, de l'espèce ou du stade biologique des individus capturés. L'effort d'échantillonnage (durée, intensité) et la zone de recherche sont déterminés à la discrétion de l'équipe du SCI. Des conseils scientifiques ont été demandés afin de fixer les pratiques exemplaires pour la répartition de l'effort d'échantillonnage lors des interventions. L'objectif de cette réunion consultative scientifique était de déterminer la relation entre l'effort d'échantillonnage (temps, intensité, zone de recherche) et la probabilité de détecter les carpes asiatiques si elles sont présentes dans la zone de recherche.

Le présent avis scientifique découle de l'examen par des pairs régional du 13 au 15 janvier 2021 sur l'effort d'échantillonnage pour détecter les carpes asiatiques pendant les activités d'intervention dans le bassin des Grands Lacs. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

SOMMAIRE

- Les programmes d'intervention sont conçus pour retirer de la nature les espèces aquatiques envahissantes nouvellement découvertes et hautement prioritaires. Des conseils sont nécessaires concernant l'effort d'échantillonnage requis pour détecter et éliminer les carpes asiatiques lors des activités d'intervention dans le bassin des Grands Lacs.
- Des modèles de simulation ont été élaborés pour examiner la relation entre l'abondance des poissons, la probabilité de capture et l'effort d'échantillonnage pour la détection et l'enlèvement local selon différents plans d'échantillonnage (systématique, aléatoire, répété, et échantillonnage éclairé), la taille des zones d'intervention ainsi que les comportements supposés des poissons (évitement, regroupement, absence d'émigration).
- La variation de l'effort relatif requis pour la détection et le retrait local était fortement influencée par la probabilité de capture, qui est mal connue pour la plupart des engins et des conditions environnementales.
 - Dans la simulation de base, l'effort relatif requis pour la détection allait de 0,07 à 13,48 passages complets d'une zone d'intervention, tandis que l'effort relatif pour l'élimination locale allait de 0,72 à 69,55 passages complets. Pour une zone d'intervention modélisée de 75 ha, l'équipage d'un bateau de pêche à l'électricité pourrait nécessiter de 5,8 à 1 120,7 h d'échantillonnage pour la détection, tandis que l'enlèvement local pourrait nécessiter de 59,9 à 5 782,1 h d'échantillonnage.
- Un effort de détection plus faible était nécessaire lorsque la probabilité de capture était élevée, lorsque les carpes asiatiques étaient plus abondantes et, dans une moindre mesure, lorsque les poissons ne se regroupaient pas. Il fallait un effort moindre pour le retrait local lorsque la probabilité de capture était élevée et qu'il y avait moins de carpes asiatiques. L'effort total de détection et d'élimination locale était proportionnel à la taille de la zone d'intervention.
- L'échantillonnage éclairé, qui consiste à n'échantillonner que les habitats de prédilection des carpes asiatiques, entraînait la plus grande diminution de l'effort de détection et de retrait local par rapport au modèle de base. L'influence de l'échantillonnage éclairé augmentait avec la spécificité de l'habitat et la capacité des équipes de terrain à cibler ces zones. L'échantillonnage répété, après la détection d'un poisson, réduisait l'effort de retrait local lorsque les poissons étaient regroupés, tandis que l'échantillonnage aléatoire augmentait généralement l'effort de détection et de retrait local.
- Grâce aux données sur l'écologie des espèces et les caractéristiques de l'habitat local, les équipes de terrain peuvent utiliser ces résultats en temps réel pour évaluer la probabilité que les poissons restent dans la zone d'intervention en fonction du nombre de détections et des hypothèses sur la probabilité de capture.
- Les conclusions générales de ce travail peuvent être appliquées aux efforts d'intervention ciblant d'autres espèces aquatiques envahissantes, mais nécessiteront la connaissance de la probabilité de capture des engins utilisés.

INTRODUCTION

Un programme pour la détection précoce et l'intervention dans les eaux canadiennes des Grands Lacs a été mis en œuvre par le Programme de lutte contre la carpe asiatique de Pêches et Océans Canada (MPO) afin de prévenir l'invasion potentielle d'espèces de carpes asiatiques (carpe de roseau [*Ctenopharyngodon idella*], carpe à grosse tête [*Hypophthalmichthys nobilis*], carpe argentée [*H. molitrix*] et carpe noire [*Mylopharyngodon piceus*]). Ces quatre espèces présentent un risque d'invasion modéré à élevé pour les Grands Lacs inférieurs et peuvent pénétrer dans le bassin par plusieurs voies naturelles ou d'origine anthropique (Cudmore *et al.* 2011, 2017; Drake *et al.*, en prép.¹). Aucune de ces espèces de carpe asiatique ne s'est établie dans les eaux canadiennes des Grands Lacs, mais la carpe de roseau s'est reproduite dans les eaux américaines du bassin du lac Érié (Chapman *et al.* 2013, Embke *et al.* 2016).

Le programme de détection précoce et d'intervention du MPO est conçu pour détecter et capturer les carpes asiatiques afin de prévenir leur établissement dans les eaux canadiennes (Marson, 2018). Le programme d'intervention comprend le déploiement d'équipes d'intervention (ci-après dénommées « équipes de terrain ») après la détection de carpes asiatiques. Des détections ont eu lieu dans le cadre du programme de détection précoce du MPO (Figure 1; voir Marson *et al.* 2018 pour une description des sites de surveillance), d'autres organismes ou par l'intermédiaire de la pêche commerciale ou d'actions citoyennes (Colm *et al.* 2018). L'objectif du déploiement des équipes de terrain est de capturer et de retirer toute carpe asiatique restante au point de détection initial. L'ampleur de l'intervention (c.-à-d. le nombre d'équipes de terrain et l'effort de recherche) dépend de l'espèce, de la ploïdie (triploïde ou diploïde) et du stade biologique des individus détectés, ce qui peut entraîner des délais variables entre la détection initiale et l'activité d'intervention. Une fois déployées, les équipes de terrain étudient la zone où la détection initiale a eu lieu en utilisant plusieurs engins d'échantillonnage (principalement la pêche à l'électricité en bateau et des trémails). La pêche à l'électricité en bateau est souvent effectuée selon une approche systématique dans la zone d'intervention en mettant l'accent sur l'habitat approprié de la carpe asiatique, tandis que des trémails sont souvent posés simultanément dans ces zones. Si d'autres carpes asiatiques sont détectées au cours de cette enquête initiale, des équipes de terrain supplémentaires pourront être déployées. Si aucune carpe asiatique supplémentaire n'est détectée, l'effort d'intervention se terminera après une période qui est actuellement déterminée selon le jugement professionnel. Depuis le début du programme de détection précoce et d'intervention en 2013, 11 interventions par des équipes de terrain ont été réalisées, et 13 carpes de roseau ont été capturées par ces équipes (données non publiées du MPO). La majorité des interventions n'ont donné lieu à aucune détection ultérieure après la détection initiale; cependant, les interventions près des îles de Toronto dans le lac Ontario ont permis de capturer une carpe de roseau en juillet 2015 et deux carpes de roseau en septembre 2015. De plus, 10 carpes de roseau ont été capturées dans le lac Gibson (Thorold, Ontario) en juin 2016.

Pour comprendre l'efficacité de l'intervention (c.-à-d. la probabilité de détecter et de retirer les carpes asiatiques, si elles sont présentes), il faut comprendre les relations entre la probabilité de capture et l'effort de pêche nécessaire à la détection et au retrait local. Les objectifs de l'analyse consistaient à déterminer : 1) l'effort d'échantillonnage requis pour capturer un seul individu (c.-à-d. la détection) et capturer toutes les carpes asiatiques présentes localement (c.-

¹ Drake, D.A.R., Baerwaldt, K., Dettmers, J.M., Nico, L.G., et Chapman, D.C. En préparation. Ecological Risk Assessment of Black Carp (*Mylopharyngodon piceus*) for the Great Lakes Basin. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.

à-d. le retrait local) pour les abondances susceptibles d'être rencontrées par les équipes de terrain; et 2) comment la zone d'intervention, le plan d'échantillonnage (échantillonnage systématique, aléatoire, éclairé et répété), les regroupements de poissons et l'évitement des poissons dans la zone d'intervention influencent ces estimations.

ANALYSE

Des modèles de simulation ont été utilisés afin de calculer l'effort nécessaire pour détecter et retirer localement les carpes asiatiques dans la zone d'intervention. L'effort a été évalué pour différentes abondances de poissons et probabilités de capture ainsi que pour calculer l'effet de différents plans d'échantillonnage, de la taille de la zone d'intervention et des estimations des regroupements de poissons ou de l'évitement de l'équipe de terrain par les poissons dans la zone échantillonnée. Le modèle de base était fondé sur une matrice carrée de 173 x 173 pour représenter une zone d'intervention d'environ 75 ha, chaque cellule de la grille (appelée ici « site ») représentant 0,0025 ha (25 m²). Des abondances multiples de poissons dans la zone d'intervention ont été utilisées (c.-à-d. 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 et 25 poissons) pour déterminer comment l'effort de détection et de retrait local peut varier en fonction de l'abondance des poissons. Les poissons ont été assignés de façon aléatoire à des sites répartis dans la matrice de la zone d'intervention où ils resteraient pendant la simulation; cependant, la probabilité qu'un poisson soit assigné à un site occupé était basée sur le taux de regroupement. Cinq taux de regroupement ont été utilisés (c.-à-d. 0,00, 0,25, 0,50, 0,75 et 1,00), reflétant la probabilité qu'un poisson individuel soit assigné à un site habité par d'autres poissons, afin de déterminer comment les regroupements de poissons peuvent influencer la détection et le retrait local. L'échantillonnage par les équipes de terrain dans la zone d'intervention a été réalisé en utilisant une approche d'échantillonnage systématique, selon lequel les équipes de terrain devaient se déplacer (tout en échantillonnant) dans la matrice de la zone d'intervention, ligne par ligne. Lorsque les équipes de terrain échantillonnaient un site occupé, la capture d'une carpe asiatique individuelle était basée sur des valeurs de probabilité de capture prédéterminées (de 0,05 à 1,00, avec des incréments de 0,05). Les résultats du modèle pour des valeurs de probabilité de capture allant de 0,05 à 0,70 sont présentés, car cette plage a été considérée comme probable au regard des estimations de capturabilité issues de la littérature (Smyth *et al.* 2022).

Les modèles de simulation ont été exécutés pendant 5 000 itérations pour chaque valeur d'abondance, regroupement de poissons et probabilité de capture (ci-après appelés « scénarios »). Pour chaque itération, l'équipe de terrain échantillonnait systématiquement chaque site de la zone d'intervention jusqu'à ce que les 29 929 sites de la zone d'intervention soient échantillonnés. Lorsqu'un poisson était capturé, le nombre de sites échantillonnés jusqu'à la capture était enregistré, puis l'échantillonnage continuait jusqu'à ce que tous les poissons soient capturés et retirés de la zone d'intervention. L'effort nécessaire à la détection reflète le nombre de sites échantillonnés jusqu'à la capture du premier poisson à chaque itération, tandis que l'effort nécessaire au retrait local reflète le nombre de sites échantillonnés jusqu'à la capture du dernier poisson à chaque itération.

En plus du modèle de base, des tailles différentes de la zone d'intervention, des plans d'échantillonnage (échantillonnage systématique, aléatoire, répété et éclairé), et des taux d'évitement des poissons dans la zone d'intervention ont été intégrés pour déterminer leur incidence sur l'efficacité de l'intervention. Des tailles différentes de zone d'intervention ont été examinées en calculant l'effort de détection et de retrait local lorsque la zone d'intervention était de ~37,50 ha (50 % de la zone d'intervention du modèle de base) et de ~18,75 ha (25 % de la zone d'intervention du modèle de base). Le plan d'échantillonnage aléatoire a été étudié en

échantillonnant au hasard des sites (avec remise) dans une zone d'intervention. Le plan d'échantillonnage répété prenait en compte une situation où les équipes de terrain échantillonnaient de nouveau un site immédiatement après la capture d'un seul poisson. Des taux d'échantillonnage répétés multiples ont été envisagés (c.-à-d. 3, 4 et 5 échantillonnages par site). Le plan d'échantillonnage éclairé envisageait une situation où seule une partie de la zone d'intervention serait propice à la présence de carpes asiatiques et où les équipes échantillonnaient dans cette zone réduite d'habitat propice (l'effet de l'échantillonnage de toute la zone d'intervention lorsque les poissons n'occupaient que la zone d'habitat réduite a aussi été pris en compte). Les carpes asiatiques ont été assignées de manière aléatoire à des sites situés dans 50 % (37,50 ha) ou 25 % (18,75 ha) de la zone d'intervention et les équipes ont échantillonné soit la totalité de la zone d'intervention de 75,00 ha (« grande zone tampon »; indique que les équipes de terrain avaient moins confiance dans la sélection d'un habitat propice et ont donc échantillonné la totalité de la zone d'intervention), soit des zones d'habitat réduites (« petite zone tampon »). L'évitement par les poissons a été modélisé en intégrant des probabilités multiples (c.-à-d. 0,05, 0,25, 0,50 et 0,75) que les poissons puissent quitter un site immédiatement avant l'échantillonnage et être assignés au hasard à un autre site dans la zone d'intervention.

Résultats

L'effort nécessaire pour détecter la présence de carpes asiatiques était fonction à la fois de la probabilité de capture et de l'abondance des poissons. L'effort relatif moyen requis pour la détection allait de 0,07 à 13,48 passes de la zone d'intervention totale, sur la base de probabilités de capture allant de 0,05 à 0,70 (Figure 2). Si le temps d'échantillonnage par site était de ~10 s (par exemple, lors d'une pêche à l'électricité en bateau), de 5,8 à 1 120,7 heures d'échantillonnage seraient nécessaires pour détecter une carpe asiatique dans une zone d'intervention de 75 ha. Lorsque la probabilité de capture ou l'abondance des poissons augmentait, l'effort requis pour la détection diminuait de manière non linéaire. Dans l'ensemble, l'effort relatif requis pour la détection ne variait pas en fonction des taux de regroupement, sauf lorsque l'abondance et les taux de regroupement étaient élevés. Dans ce scénario extrême, tous les poissons occuperaient un seul site dans la zone d'intervention.

L'effort relatif moyen requis pour le retrait local était sensiblement plus important que l'effort requis pour la détection et variait de 0,72 à 69,55 passages selon des taux de probabilité de capture de 0,05 à 0,70 (Figure 3). Si le temps d'échantillonnage par site était de ~10 s, de 59,9 à 5 782,1 heures d'échantillonnage seraient nécessaires pour retirer localement les carpes asiatiques dans une zone d'intervention de 75 ha. Au fur et à mesure que la probabilité de capture augmentait ou que l'abondance diminuait, la quantité d'effort requise pour le retrait local diminuait de manière non linéaire (Figure 3). Comme pour la détection, lorsque la probabilité de capture ou l'abondance des poissons augmentait, l'effort requis pour le retrait local diminuait de manière non linéaire; cependant, l'effort relatif moyen requis pour le retrait local variait peu selon les taux de regroupement.

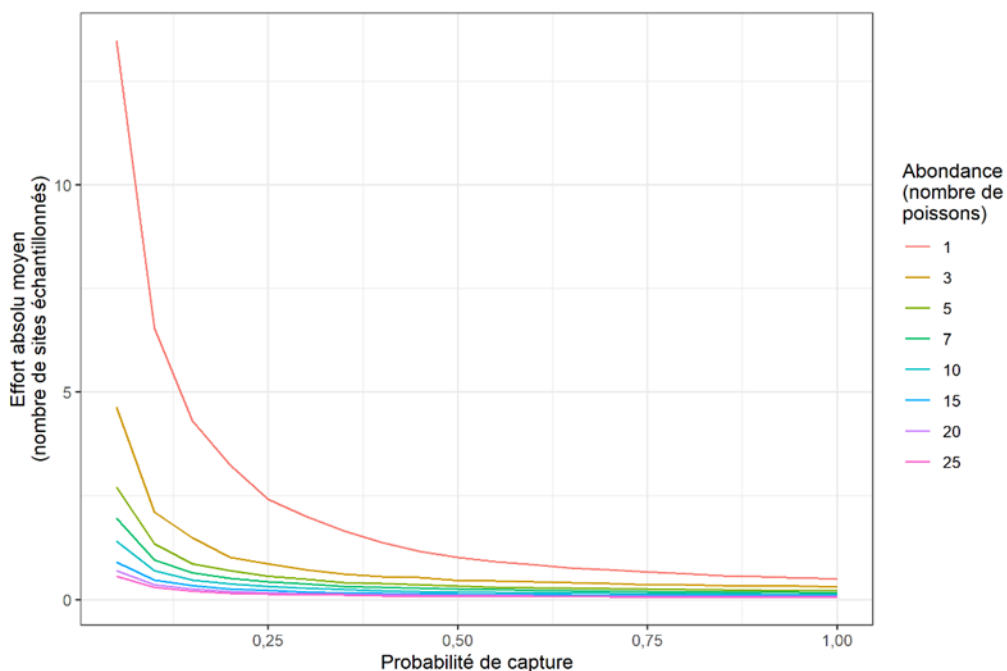


Figure 2. Effort relatif moyen requis pour la détection d'une seule carpe asiatique en fonction de la probabilité de capture et de plusieurs abondances de poissons (c.-à-d. 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 et 25 poissons) pour un échantillonnage systématique et un taux de regroupement de 0,50.

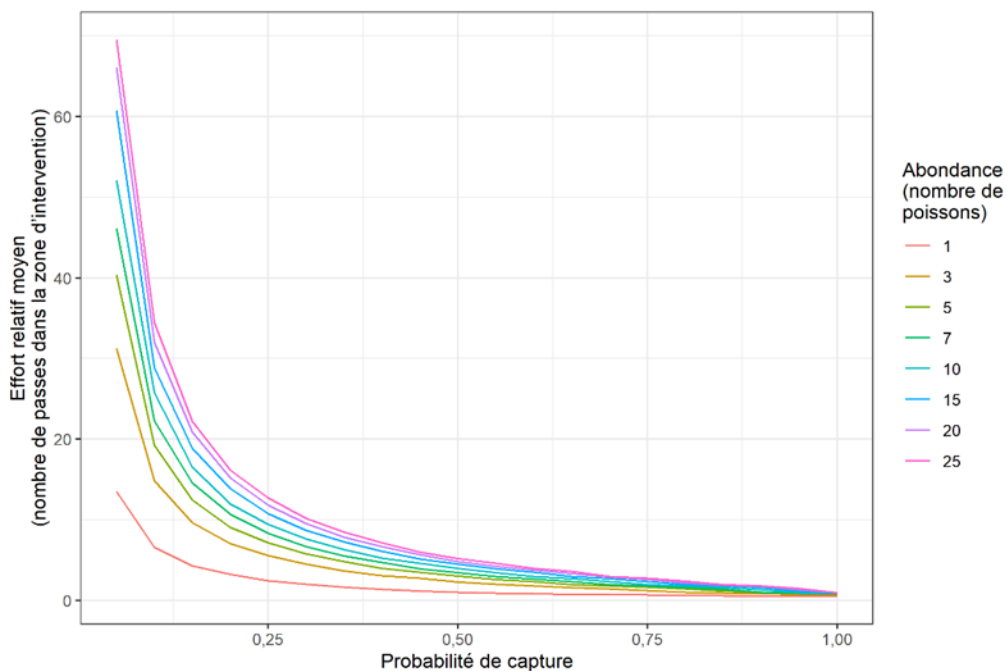


Figure 3. Effort relatif moyen requis pour le retrait local des carpes asiatiques en fonction de la probabilité de capture et de plusieurs abondances de poissons (c.-à-d. 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 et 25 poissons) pour un échantillonnage systématique et un taux de regroupement de 0,50.

L'effort requis pour le retrait local a démontré que même cinq passages complets de la zone d'intervention étaient insuffisants pour obtenir une probabilité élevée de retrait pour de nombreux scénarios (Figure 4). Un seul passage était insuffisant pour obtenir une probabilité élevée de retrait local ($p = 0,80$), à moins que la probabilité de capture soit de 1,00 pour les abondances modérées à élevées (c.-à-d. > 5 poissons) et de 0,95 pour les faibles abondances (c.-à-d. < 3 poissons). Pour obtenir une probabilité élevée de retrait local ($p = 0,80$) en cinq passages, la probabilité de capture devrait être $> 0,25$ pour les faibles abondances (c.-à-d. 1 poisson) et $> 0,55$ pour les abondances élevées (c.-à-d. 20 poissons).

L'effort requis pour la détection et le retrait local pour chacun des autres scénarios (taille de la zone d'intervention, plan d'échantillonnage et taux d'évitement des poissons) en fonction de la probabilité de capture, de l'abondance des poissons et des taux de regroupement des poissons (dans le cas d'un échantillonnage répété) est présenté dans Smyth *et al.* (2022). Certains de ces résultats ont été comparés au modèle de base pour évaluer l'incidence de chaque autre scénario sur l'effort de détection (Figure 5) et de retrait local (Figure 6). L'échantillonnage éclairé (c.-à-d. avec une petite zone tampon) lorsque les poissons occupaient 50 % de la zone d'intervention du modèle de base a permis de réduire systématiquement de 50 % l'effort de détection et de retrait local par rapport au modèle de base. Bien que l'échantillonnage éclairé ait entraîné le plus grand changement dans l'effort requis pour la détection par rapport au modèle de base, le regroupement des poissons a entraîné le plus grand changement dans l'effort requis pour la détection lorsque l'abondance était de 25 poissons (Figure 5d). En outre, le comportement d'évitement du poisson a eu un effet négatif constant sur l'effort de détection, entraînant des augmentations substantielles de l'effort (de 13 % à 34 %) par rapport au modèle de base, surtout si la probabilité de capture était élevée (Figure 5). L'échantillonnage éclairé (c.-à-d. une petite zone tampon) a entraîné le plus grand changement dans l'effort requis pour le retrait local, sauf lorsque l'abondance était de 25 et que la probabilité de capture était de 0,70, auquel cas l'échantillonnage aléatoire a entraîné le plus grand changement dans l'effort (figure 5d). L'échantillonnage répété a entraîné des diminutions variables (entre 4 % et 38 %) de l'effort, tandis que l'évitement du poisson a entraîné des augmentations variables (entre 16 % et 29 %) de l'effort requis pour le retrait local, en particulier lorsque la probabilité de capture était élevée (Figure 6).

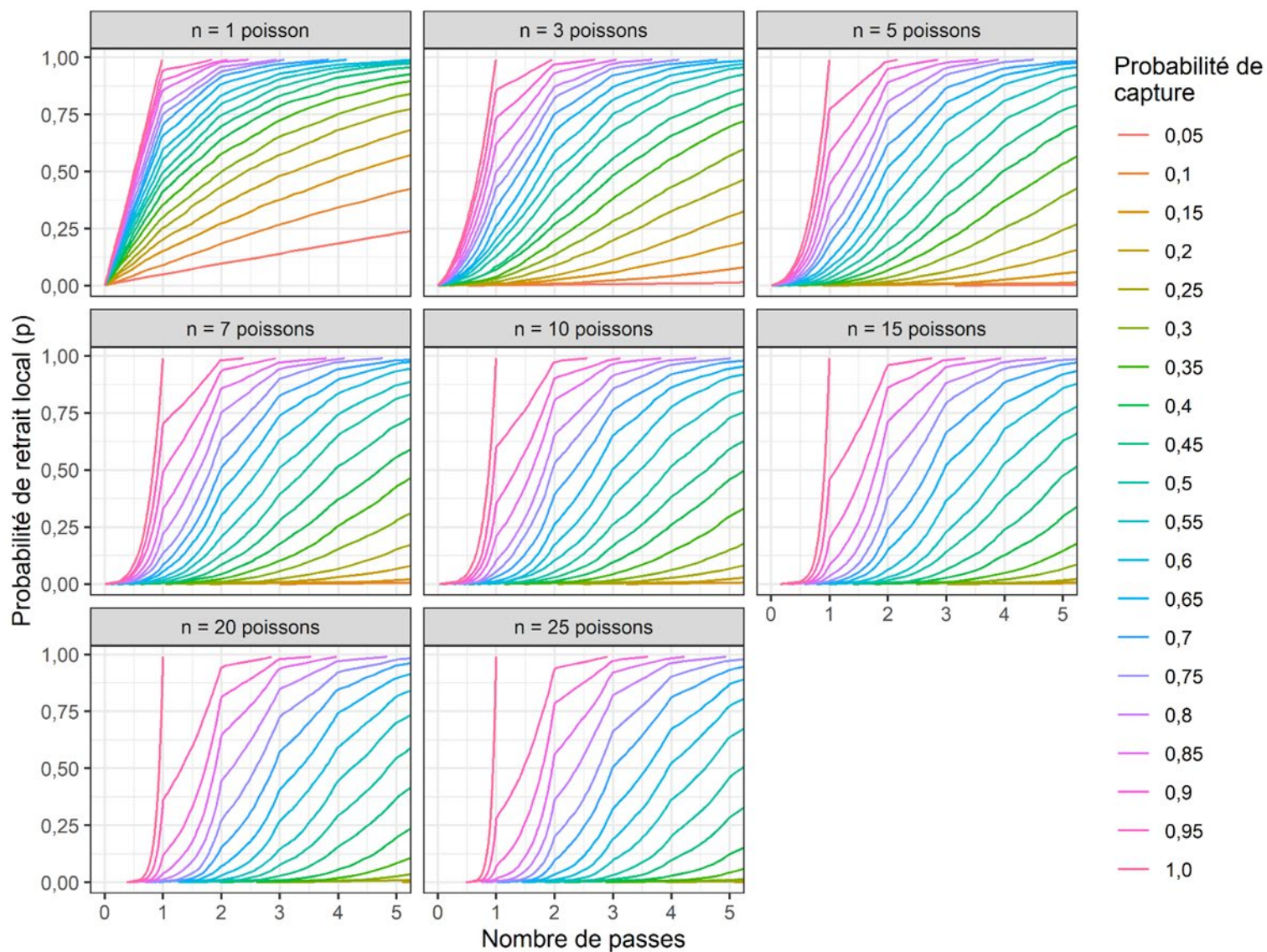
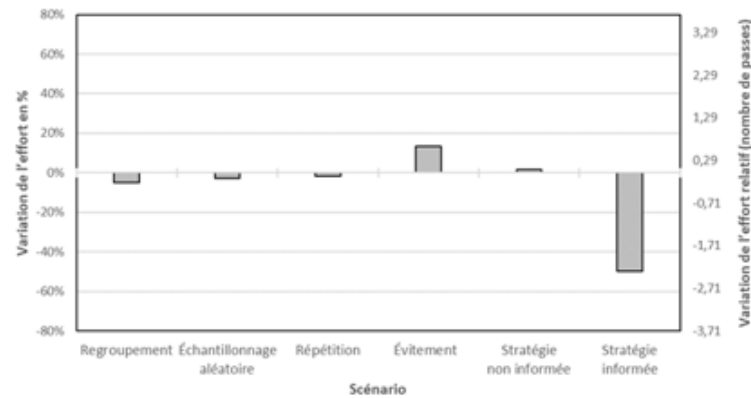
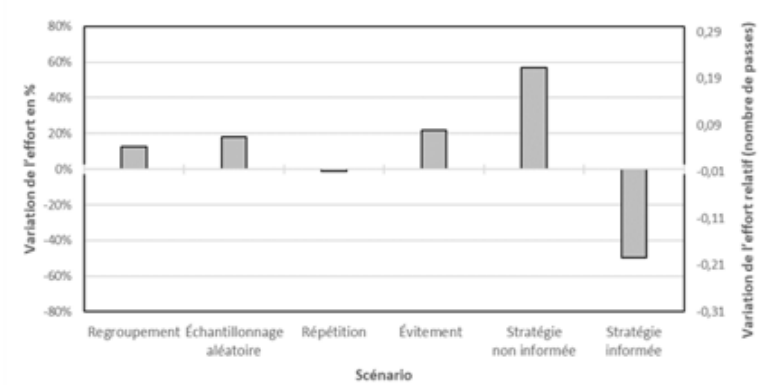


Figure 4. Probabilité de retirer localement n carpes asiatiques dans la zone d'intervention (indiquée en haut de chaque panneau) avec un taux de regroupement de 0,50. Les lignes dans les graphiques représentent des valeurs de probabilité de capture allant de 0,05 à 1,00.

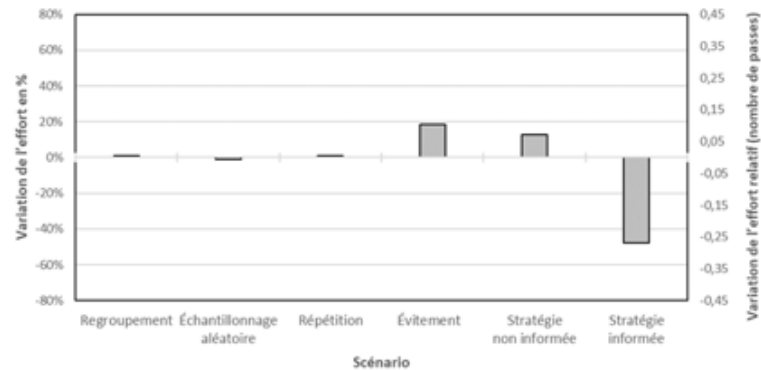
a) Abondance de 3 avec une probabilité de capture de 0,05



b) Abondance de 3 avec une probabilité de capture de 0,70



c) Abondance de 25 avec une probabilité de capture de 0,05



d) Abondance de 25 avec une probabilité de capture de 0,70

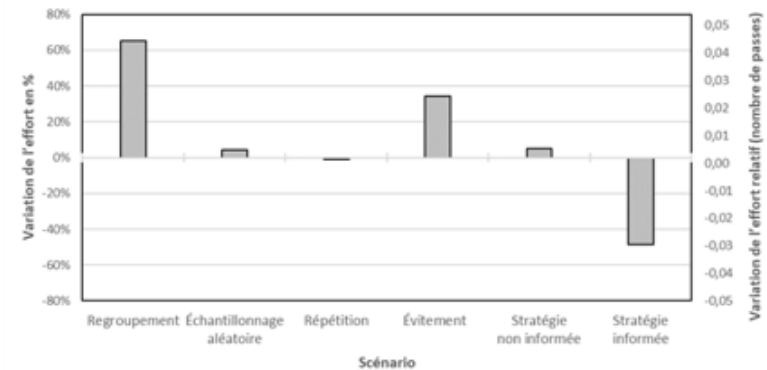
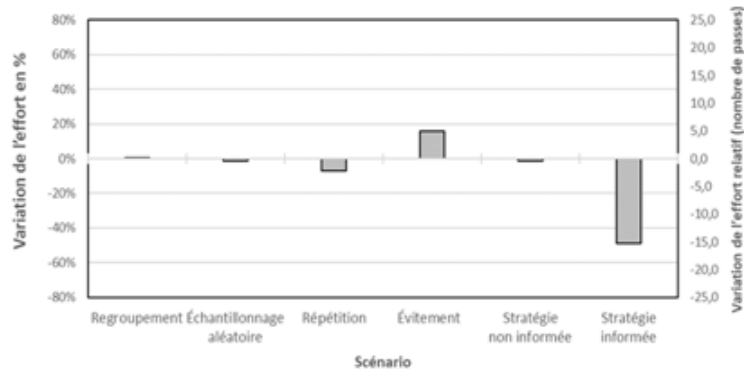
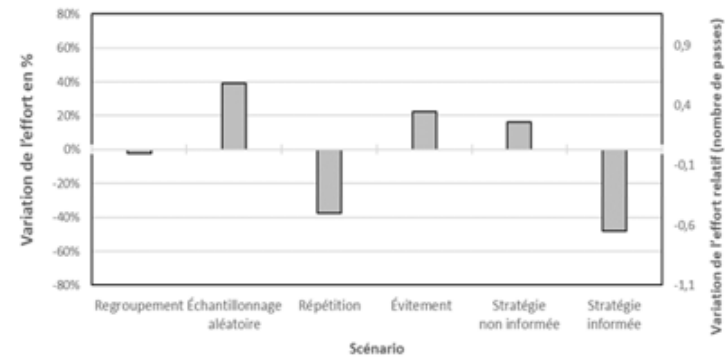


Figure 5. Pourcentage de changement dans l'effort (par rapport aux résultats du modèle de base) pour la détection des carpes asiatiques lorsque : des regroupements de poissons de l'ordre de 0,75 se produisaient (regroupement), un échantillonnage aléatoire était mis en œuvre (échantillonnage aléatoire), un échantillonnage répété avait lieu avec trois échantillons par site (répétition), les poissons affichaient un comportement d'évitement avec un taux de 0,25 (évitement), les équipes échantillaient la totalité de la zone d'échantillonnage de 75 ha, mais seulement 50 % de la zone d'intervention convenait aux carpes asiatiques (grande zone tampon), et lorsque les équipes étaient informées et échantillaient seulement la zone appropriée pour les carpes asiatiques qui correspondait à 50 % de la zone d'intervention (petite zone tampon). Les scénarios ont été comparés aux conditions du modèle de base qui différaient pour chaque panneau, avec des regroupements de poissons de 0,50 lorsque l'abondance était de 3 poissons et a) une probabilité de capture de 0,05 et b) de 0,70; et, lorsque l'abondance était de 25 poissons avec c) une probabilité de capture de 0,05 et d) de 0,70.

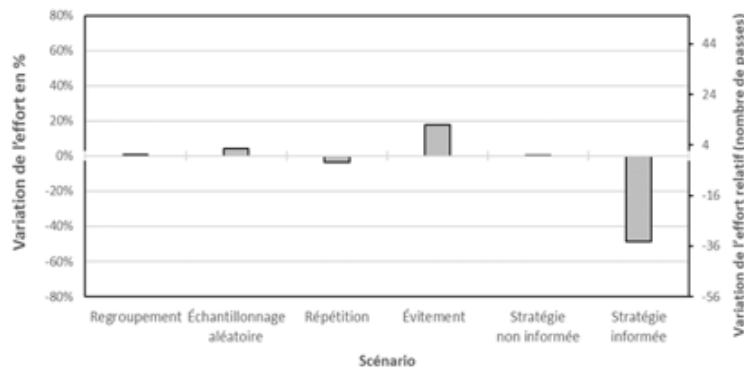
a) Abondance de 3 avec une probabilité de capture de 0,05



b) Abondance de 3 avec une probabilité de capture de 0,70



c) Abondance de 25 avec une probabilité de capture de 0,05



d) Abondance de 25 avec une probabilité de capture de 0,70

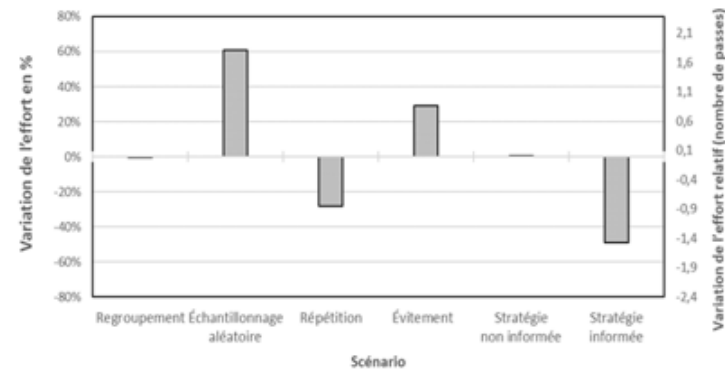


Figure 6. Pourcentage de changement dans l'effort (par rapport aux résultats du modèle de base) pour le retrait local des carpes asiatiques lorsque : des regroupements de poissons de l'ordre de 0,75 se produisaient (regroupement), un échantillonnage aléatoire était mis en œuvre (échantillonnage aléatoire), un échantillonnage répété avait lieu avec trois échantillons par site (répétition), les poissons affichaient un comportement d'évitement avec un taux de 0,25 (évitement), les équipes échantillaient la totalité de la zone d'échantillonnage de 75 ha, mais seulement 50 % de la zone d'intervention convenait aux carpes asiatiques (grande zone tampon), et lorsque les équipes étaient informées et échantillaient seulement la zone appropriée pour les carpes asiatiques qui correspondait à 50 % de la zone d'intervention (petite zone tampon). Les scénarios ont été comparés aux conditions du modèle de base qui différaient pour chaque panneau, avec des regroupements de poissons de 0,50 lorsque l'abondance était de 3 poissons et a) une probabilité de capture de 0,05 et b) de 0,70; et, lorsque l'abondance était de 25 poissons avec c) une probabilité de capture de 0,05 et d) de 0,70.

Sources d'incertitude

- L'effort de détection et de retrait local des carpes asiatiques était fortement influencé par la probabilité de capture, qui est mal connue pour la plupart des engins d'échantillonnage et qui varie en fonction de la taille des poissons, de leur abondance et des caractéristiques de l'habitat. La connaissance de la probabilité de capture pour les engins actuellement utilisés par les équipes de terrain permettra de préciser les estimations de l'effort de détection et de retrait local pour les engins actuels.
- La taille du corps est connue pour influencer la vulnérabilité à la capture et peut engendrer une variation interindividuelle (hétérogénéité) dans la probabilité de capture. Les analyses présentées supposaient que tous les poissons étaient vulnérables aux engins de manière égale. S'il existe une hétérogénéité entre les individus, cela pourrait influencer les prédictions du modèle, en particulier pour le retrait local.
- La probabilité que les poissons quittent le site d'intervention et ne puissent donc pas être capturés par les équipes de terrain augmente avec le temps d'échantillonnage. Le mouvement des poissons vers l'intérieur et l'extérieur du site d'intervention n'a pas été intégré à l'analyse.
- Le modèle actuel intègre une réponse d'évitement par les poissons à l'activité de pêche, mais suppose autrement que les poissons restent stationnaires dans le site d'intervention pendant l'échantillonnage. Si les poissons se déplacent dans des sites déjà échantillonnés, l'effort nécessaire pour trouver tous les poissons augmentera.
- Les combinaisons de plans d'échantillonnage (p. ex. échantillonnage éclairé plus échantillonnage répété) et de plans d'échantillonnage itératif n'ont pas été évaluées, mais peuvent être associées à des réductions supplémentaires de l'effort par rapport au modèle de base et à l'échantillonnage éclairé.
- Bien que la simulation ait été généralisée à l'ensemble des espèces, des habitats et des méthodes d'échantillonnage, elle se rapproche le plus de la pêche active de manière systématique ou aléatoire. D'autres travaux sont nécessaires pour comprendre si les différentes méthodes de déploiement des engins correspondent aux résultats modélisés.
- La capacité de l'échantillonnage répété à réduire l'effort de retrait local est sensible au degré de regroupement des poissons, qui demeure largement inconnu pour les carpes asiatiques.

Malgré l'analyse de plusieurs scénarios de modèles, de nombreuses incertitudes subsistent. Lors des interventions, les équipes de terrain mettent en œuvre de multiples engins d'échantillonnage, notamment des trémails et des activités de pêche à l'électricité en bateau, et ce, dans divers types d'habitats. La probabilité de capture de ces engins dans les conditions du site d'intervention reste incertaine. L'analyse a intégré une gamme de taux de probabilité de capture fixes (principalement entre 0,05 et 0,70) pour tenir compte de la capturabilité variable selon le type d'engin et les conditions de l'habitat (voir Smyth *et al.* 2022). Cependant, les grandes différences dans l'effort requis pour la détection et le retrait local selon les valeurs de probabilité de capture démontrent qu'il est essentiel de comprendre la probabilité de capture par les équipes de terrain dans diverses conditions d'intervention pour aussi comprendre l'efficacité des efforts d'échantillonnage actuels sur le terrain.

En outre, l'incidence de la taille du poisson sur la probabilité de capture selon les types d'engins demeure relativement inconnue. Seuls des poissons adultes ont été capturés dans le cadre des efforts d'intervention (données non publiées du MPO); toutefois, il est possible que des

poissons juvéniles habitent dans les zones d'intervention. Les poissons plus petits peuvent être plus susceptibles d'éviter la capture, au point de l'éviter complètement pour certains types d'engins (voir Hubert *et al.* 2012, et Hayes *et al.* 2012). L'hétérogénéité de la taille des poissons dans le site d'intervention peut entraîner un effort plus important pour le retrait local que si une seule classe de taille plus importante est présente. Une connaissance plus approfondie de la relation entre la probabilité de capture et la taille du poisson pour les différents types d'engins permettrait de préciser la gamme probable d'efforts requis pour le retrait local.

La possibilité que les carpes asiatiques quittent le site d'intervention après la détection initiale ou pendant les activités d'intervention reste incertaine. Si les poissons ont tendance à quitter le site d'intervention, les interventions qui demandent beaucoup de temps (c.-à-d. >10 passages complets du site d'intervention) ou qui sont retardées après la détection initiale peuvent permettre aux poissons d'échapper à la capture. Les facteurs qui influencent les mouvements de la carpe asiatique à petite échelle (quelques centaines de mètres) sont difficiles à généraliser et, par conséquent, n'ont pas été intégrés à l'analyse. Des données sur les déplacements des poissons à l'intérieur et à l'extérieur du site d'intervention permettraient de peaufiner les estimations de l'effort et de déterminer éventuellement les plans pour lesquels le retrait local est difficile compte tenu du départ des carpes asiatiques restantes dans le site d'intervention. De même, un degré élevé de déplacements dans le site d'intervention peut augmenter l'effort requis pour la détection et le retrait local. Des données supplémentaires sur les mouvements à petite échelle des carpes asiatiques pourraient améliorer les estimations des déplacements pendant une intervention et, par conséquent, préciser les estimations de l'effort de détection et de retrait local.

L'étude a examiné plusieurs scénarios d'intervention (taille de la zone d'intervention, plan d'échantillonnage et taux d'évitement des poissons) de manière indépendante; cependant, certains scénarios combinés (p. ex. échantillonnage documenté plus échantillonnage répété) peuvent montrer des avantages cumulatifs sur l'effort requis pour la détection et le retrait local. L'exploration de ces combinaisons peut fournir aux équipes de terrain d'autres options afin de réduire l'effort requis pour la détection et le retrait local sur le terrain.

L'analyse simule l'échantillonnage par une approche de pêche active; toutefois, l'incidence des engins de pêche passifs (ou des engins actifs et passifs combinés) sur la détection et le retrait demeure incertaine. Les équipes de terrain utilisent actuellement la pêche à l'électricité en bateau et les trémails lors des interventions; toutefois, les trémails sont échantillonnés activement, les filets étant récupérés immédiatement après la pêche à l'électricité en bateau ou d'autres techniques de perturbation autour du filet (données non publiées du MPO). Si les trémails sont échantillonnés passivement, l'effort de détection et de retrait local peut être plus sensible aux déplacements des poissons entre les sites par rapport aux méthodes actives d'échantillonnage des poissons. En outre, les résultats peuvent ne pas s'appliquer aux déploiements d'engins qui ne se comportent pas de manière systématique standard ou aléatoire à l'échelle du système. Par conséquent, des engins de remplacement peuvent donner des résultats substantiellement différents et une analyse plus approfondie pourrait documenter de tels effets.

Le regroupement des carpes asiatiques peut avoir un effet sur l'efficacité de certains plans d'échantillonnage, surtout l'échantillonnage répété. Il a été constaté que l'échantillonnage répété diminuait considérablement l'effort de retrait local, en particulier lorsque l'abondance des poissons était élevée; toutefois, l'avantage de l'échantillonnage répété était sa sensibilité au regroupement des poissons, où un regroupement plus important (grands groupes de poissons dans un site) entraînait une diminution de l'effort de retrait local lorsque toutes les autres conditions étaient égales (Smyth *et al.* 2022). Des regroupements de carpes de roseau ont été

observés sur le terrain par la capture de plusieurs poissons dans le même filet et au même site (p. ex. au lac Gibson; données non publiées du MPO), mais il est difficile de comprendre la prévalence de ce comportement en raison des données limitées. Une meilleure compréhension du degré de regroupement des poissons serait utile pour déterminer si l'effort d'échantillonnage répété serait rendu plus efficace par l'échantillonnage de sites supplémentaires non échantillonnés, par exemple lorsque le regroupement est faible.

CONCLUSIONS ET AVIS

L'effort requis pour détecter les carpes asiatiques était plus faible lorsque l'abondance des carpes asiatiques était plus importante, que la probabilité de capture de l'engin était élevée et que les poissons avaient moins tendance à se regrouper. De petites augmentations de la probabilité de capture au-delà de 0,05 ont considérablement diminué l'effort nécessaire à la détection lorsque l'abondance de poissons était faible. Par exemple, lorsque la probabilité de capture était de 0,05, en moyenne 13,48 passages étaient nécessaires pour la détection lorsqu'un seul poisson était présent; cependant, lorsque la probabilité de capture était augmentée à 0,25, seulement 2,42 passages en moyenne étaient nécessaires pour la détection. L'effort requis pour la détection diminuait également avec une hausse de l'abondance des poissons. Par exemple, lorsque la probabilité de capture était de 0,05, seulement 4,64 passages en moyenne étaient nécessaires pour la détection lorsque trois poissons étaient présents, contre 13,48 passages en moyenne lorsqu'un seul poisson était présent.

L'effort requis pour le retrait local des carpes asiatiques était plus faible lorsqu'il y avait moins de carpes asiatiques et que la probabilité de capture était élevée. Par exemple, lorsque cinq poissons étaient présents et que la probabilité de capture était de 0,05, une moyenne de 40,36 passages était nécessaire pour le retrait local, mais 7,16 passages en moyenne étaient nécessaires lorsque la probabilité de capture passait à 0,25. L'effort requis pour le retrait local augmentait en fonction de l'abondance des poissons. Par exemple, lorsque la probabilité de capture était de 0,05, 31,25 passages étaient nécessaires en moyenne lorsque l'abondance était de trois poissons, contre 13,48 passages en moyenne lorsque l'abondance était d'un seul poisson.

Lorsque la probabilité de capture était faible, l'effort de détection et de retrait local était sensible à l'échantillonnage ciblé (p. ex. l'échantillonnage éclairé avait un fort effet sur l'effort requis; Figures 4 et 5). Lorsque la probabilité de capture était élevée, l'effort était sensible à plus de variables; la détection était surtout sensible au comportement d'évitement et de regroupement, tandis que le retrait local était principalement sensible à l'évitement et au plan d'échantillonnage.

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Organisme/Affiliation
Becky Cudmore	MPO – Programme de carpe asiatique / Espèces aquatiques envahissantes, région de l'Ontario et des Prairies
Dave Marson	MPO – Programme de carpe asiatique, région de l'Ontario et des Prairies
Tessa Brinklow (rapporteuse)	MPO – Science, région de l'Ontario et des Prairies
Julia Colm (présidente)	MPO – Science, région de l'Ontario et des Prairies
Andrew Drake	MPO – Science, région de l'Ontario et des Prairies
Eva Enders	MPO – Science, région de l'Ontario et des Prairies

**Effort d'échantillonnage pour détecter les
carpes asiatiques**

Région de l'Ontario et des Prairies

Nom	Organisme/Affiliation
Kevin Hedges	MPO – Science, région de l'Ontario et des Prairies
Marten Koops	MPO – Science, région de l'Ontario et des Prairies
Adam Rego (rapporteur)	MPO – Science, région de l'Ontario et des Prairies
Jaclyn Hill	MPO – Science, région de l'Ontario et des Prairies
Eric Smyth	MPO – Science, région de l'Ontario et des Prairies
Justin Shead	MPO – CSAS, région de l'Ontario et des Prairies
Collin Gyles	MPO – Politique et économie, région de l'Ontario et des Prairies
Tim Johnson	Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario
Annick Drouin	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
Frédéric Lecomte	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
Patrick Kocovsky	United States Geological Survey
Brian Leung	Université McGill
Lucas Nathan	Michigan Department of Natural Resources
Kelly Robinson	Michigan State University
Nicholas Mandrak	Université de Toronto, Scarborough

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen par des pairs régional du 13 au 15 janvier 2021 sur l'effort d'échantillonnage pour détecter les carpes asiatiques pendant les activités d'intervention dans le bassin des Grands Lacs. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

Chapman, D.C., Davis J.J., Jenkins, J.A., Kocovsky, P.M., Miner, J.G., Farver, J., and Jackson, P.R. 2013. First evidence of Grass Carp recruitment in the Great Lakes Basin. *J. Great Lakes Res.* 39(4): 547–554.

Cudmore, B., Mandrak, N.E., Dettmers, J.M., Chapman, D.C., and Kolar, C.S. 2011. [Binational ecological risk assessment of Bigheaded carps \(*Hypophthalmichthys* spp.\) for the Great Lakes basin](#). DFO Can. Sci. Adv. Sec. Res. Doc. 2011/114. vi + 57 p.

Cudmore, B., Jones, L.A., Mandrak, N.E., Dettmers, J.M., Chapman, D.C., Kolar, C.S., and Conover, G. 2017. [Ecological risk assessment of Grass Carp \(*Ctenopharyngodon idella*\) for the Great Lakes basin](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/118. vi + 115 p.

Embke, H.S., Kocovsky, P.M., Richter, C.A., Pritt, J.J., Mayer, C.M., and Qian, S.S. 2016. First direct confirmation of grass carp spawning in a Great Lakes tributary. *J. Great Lakes Res.* 42(4): 899–903.

Hayes, D.B., Ferreri, C.P., and Taylor, W.W. 2012. Active Fish Capture Methods. *In* Fisheries Techniques, 3rd Edition. Edited by A.V. Zale, D.L. Parrish, and T.M. Sutton. American Fisheries Society, Bethesda, MD. pp. 267–304.

Hubert, W.A., Pope, K.L., and Dettmers, J.M. 2012. Passive Capture Techniques. *In* Fisheries Techniques, 3rd Edition. Edited by A.V. Zale, D.L. Parrish, and T.M. Sutton. American Fisheries Society, Bethesda, MD. pp. 223–265.

Smyth, E.R.B., Koops, M.A., et Drake, D.A.R. 2022. [Chercher une aiguille dans une botte de foin : Effort d'échantillonnage pour détecter et retirer les carpes asiatiques lors des activités d'intervention dans le bassin laurentien des Grands Lacs](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2022/023. viii + 54 p.

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

ISSN 1919-5117
ISBN 978-0-660-43127-7 N° cat. Fs70-6/2022-011F-PDF
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2022



MPO. 2022. Effort d'échantillonnage pour détecter les carpes asiatiques pendant les activités d'intervention dans le bassin des Grands Lacs. Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2022/011.

Also available in English:

DFO. 2022. Sampling effort to detect Asian carps during response activities in the Great Lakes basin. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2022/011.