



MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DU POTENTIEL DE RÉTABLISSEMENT DU CHAT-FOU DU NORD (*NOTURUS STIGMOSUS*) AU CANADA, 2012 À 2021



Chat-fou du Nord (*Noturus stigmosus*) capturé dans la rivière Détroit, 2012. Photo : J. Barnucz, MPO.

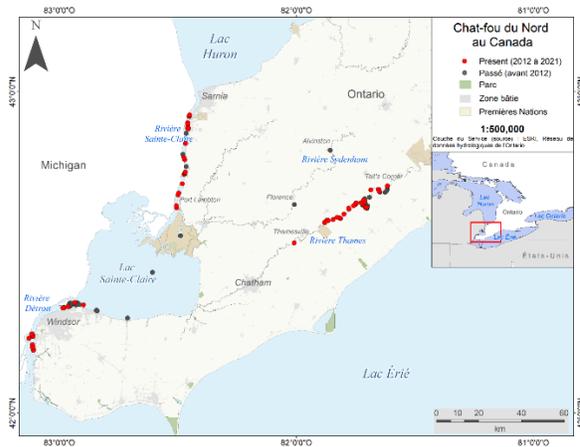


Figure 1. Répartition actuelle (à 2021) et antérieure (avant 2012) du chat-fou du Nord au Canada.

Contexte :

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué la situation du chat-fou du Nord (*Noturus stigmosus*) pour la première fois en avril 1993. Il a classé l'espèce dans la catégorie « données insuffisantes ». En avril 1998, le COSEPAC a réévalué l'espèce et l'a désignée « préoccupante ». En novembre 2002, il a de nouveau évalué l'espèce et l'a désignée « en voie de disparition ». À la suite de sa désignation par le COSEPAC, le chat-fou du Nord a été ajouté à l'annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril (LEP) lorsque celle-ci est entrée en vigueur en juin 2003. On a demandé aux Sciences de Pêches et Océans Canada (MPO) d'entreprendre une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) le 19 mai 2012 afin de recueillir des données scientifiques pour appuyer la prise de décisions concernant les permis et les ententes en lien avec la LEP. Le chat-fou du Nord a de nouveau fait l'objet d'une évaluation par le COSEPAC en mai 2012, et son statut d'espèce en voie de disparition a été confirmé. La raison justifiant cette désignation est qu'il s'agit de l'un des poissons d'eau douce les plus rares de l'Ontario, que l'on ne trouve que dans quatre localités fortement et continuellement menacées par l'envasement, la turbidité, les espèces exotiques et les composés toxiques. Il y a un déclin continu inféré de la qualité de l'habitat dans toute son aire de répartition.

On a demandé aux Sciences du MPO de mettre à jour l'EPR, compte tenu des nouveaux renseignements importants obtenus depuis l'EPR précédente, afin d'éclairer les mises à jour des documents de rétablissement et la délivrance de permis.

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs régional du 29 au 30 novembre 2022 sur l'évaluation actualisée du potentiel de rétablissement du chat-fou (*Noturus stigmosus*), 2012-2022.

Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

SOMMAIRE

- La répartition actuelle du chat-fou du Nord (*Noturus stigmosus*) (Figure 1) est restreinte à quatre localités distinctes au Canada : la rivière Sainte-Claire, le lac Sainte-Claire et les rivières Thames et Détroit. L'espèce semble être disparue de la rivière Sydenham.
- Les données probantes révélant de grandes différences dans la structure génétique des populations entre les rivières Détroit et Sainte-Claire indiquent que le lac Sainte-Claire pourrait représenter une barrière naturelle au déplacement entre ces deux localités fluviales. La structure génétique de la population de la rivière Thames n'a pas été évaluée.
- Le chat-fou du Nord adulte occupe divers milieux caractérisés par des eaux claires à turbides; il est présent dans de grandes rivières au courant allant de modéré à fort, et parfois dans des lacs. On sait peu de choses sur l'habitat des jeunes de l'année et des juvéniles, mais il est probablement semblable à celui des adultes. Des débris ligneux grossiers, des substrats rocheux complexes ou d'autres objets superposés ont été utilisés par l'espèce pour s'abriter et aux fins de nidification.
- Le chat-fou du Nord occupe des résidences durant les périodes de fraie et de grossissement. La fraie commence lorsque la température de l'eau atteint environ 20 °C et a lieu dans des nids situés dans des cavités; les mâles veillent sur les œufs puis sur les jeunes jusqu'à environ un mois après l'éclosion (juillet à août) au Canada. On ne sait pas exactement quand le chat-fou du Nord commence à construire son nid.
- Pour atteindre une probabilité de persistance d'environ 99 % sur 100 ans, une population minimale viable (PMV) doit compter environ 97 000 (IC : 29 000 à 230 000) chats-fous du Nord adultes et juvéniles (en supposant un âge à la maturité de 3 ans et un âge maximal de 5 ans). Compte tenu des données probantes concernant la structure de la population (isolement reproductif), chaque population a besoin d'une abondance conforme à la PMV pour atteindre la viabilité à long terme. Compte tenu des estimations de densité actuelles, une abondance conforme à la PMV pour chaque population nécessiterait environ 1 900 ha d'habitat convenable dans la rivière Sainte-Claire, environ 1 600 ha dans la rivière Thames et environ 1 700 ha dans la rivière Détroit.
- La période de rétablissement a été évaluée grâce à la simulation d'une population initiale correspondant à 10 % de la PMV. La période moyenne pour parvenir au rétablissement (c.-à-d., la PMV) était de 17 ans, et 95 % des populations ont atteint la PMV en 58 ans ou moins.
- Les principales menaces pesant sur la survie et le rétablissement du chat-fou du Nord au Canada sont les espèces envahissantes, les changements climatiques, la pollution ainsi que les travaux dans des chenaux de navigation.
- Le taux de croissance et l'abondance des populations sont très sensibles aux perturbations de la survie des juvéniles, à la fécondité et à la survie des jeunes de l'année, et sont moins sensibles à la survie des adultes.
- Il reste de nombreuses sources d'incertitude relatives à la biologie et au cycle vital du chat-fou du Nord, aux estimations de l'abondance des populations et aux tendances connexes au fil du temps, à la situation dans la rivière Sydenham et le lac Sainte-Claire, ainsi qu'à l'étendue totale de l'habitat. De plus, on ne connaît pas bien les nombreuses menaces pesant sur les populations de chat-fou du Nord.

INTRODUCTION

Le chat-fou du Nord (*Noturus stigmosus*, Taylor 1969) a été évalué pour la première fois lors de la réunion d'avril 1993 du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), qui l'a classé dans la catégorie « données insuffisantes ». En avril 1998, le COSEPAC a réévalué l'espèce et l'a désignée « préoccupante ». En novembre 2002, il a de nouveau évalué l'espèce et l'a désignée « en voie de disparition » d'après le rapport de situation de 1998 accompagné d'un addenda. À la suite de cette désignation par le COSEPAC, le chat-fou du Nord a été ajouté à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) lorsque celle-ci est entrée en vigueur en juin 2003. Le COSEPAC a réévalué et confirmé la situation de l'espèce en mai 2012 (COSEPAC 2012) en indiquant qu'il s'agit de l'un des poissons d'eau douce les plus rares en Ontario, puisqu'il n'est présent qu'à quatre localités dans les réseaux hydrographiques du sud-ouest de l'Ontario. Les menaces importantes et persistantes dans ces rivières comprennent l'envasement, la turbidité, les espèces exotiques et les composés toxiques; ces menaces ont toutes été évaluées comme présentant un niveau de préoccupation élevé. Bien qu'il pourrait y avoir une certaine amélioration localisée de l'habitat, dans l'ensemble il y a un déclin continu inféré de la qualité de l'habitat et d'importantes menaces persistantes dans toute l'aire de répartition de l'espèce. Pêches et Océans Canada (MPO) a élaboré un processus d'évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) afin de fournir l'information et les avis scientifiques nécessaires pour satisfaire aux exigences de la LEP, y compris l'élaboration de programmes de rétablissement et la délivrance d'autorisations pour mener des activités qui, autrement, enfreindraient la LEP (MPO 2007a, b). En mars 2012, une EPR a été réalisée pour le chat-fou du Nord (MPO 2012). Le processus général d'EPR a depuis été mis à jour pour inclure un modèle normalisé comprenant 22 éléments du potentiel de rétablissement (MPO 2007a, données inédites du MPO). De plus, de nouvelles données (2012 à 2021) découlant des efforts d'échantillonnage au Canada et des populations adjacentes aux États-Unis sont disponibles pour mettre à jour l'avis sur l'EPR. Des mises à jour des renseignements de base sur le chat-fou du Nord et de la modélisation du rétablissement des populations figurent dans Colm *et al.* (2024) et Fung et Koops (2024), respectivement; les deux documents permettent d'éclairer les 22 éléments de l'EPR pour cette espèce.

Biologie, aire de répartition et paramètres du cycle vital

Le chat-fou du Nord est un petit poisson benthique de la famille des ictaluridés. Il s'agit d'une espèce rare ayant une aire de répartition discontinue; sa présence est connue dans le bassin du fleuve Mississippi (rivières Ohio et Tennessee) et le bassin inférieur des Grands Lacs (lacs Érié et Sainte-Claire) dans sept États américains et dans la province de l'Ontario. En Ontario, l'espèce n'a été observée que dans la rivière Détroit, la rivière Sainte-Claire, le lac Sainte-Claire et deux affluents de ce dernier, soit les rivières Sydenham (de laquelle elle semble avoir disparu) et Thames.

L'espèce est dotée de glandes à venin associées à ses épines pectorales (Scott et Crossman 1973). Comme tous les chats-fous, le chat-fou du Nord présente une phototaxie négative et cherche un abri pendant la journée; il cherche de la nourriture pendant la nuit. Sa peau est généralement tachetée et présente trois marques foncées irrégulières en forme de selle sur le dos. Les nageoires dorsale et adipeuse du chat-fou du Nord ont des bords distaux pâles. Trois ou quatre barres falciformes irrégulières sont présentes sur la nageoire caudale; habituellement, la barre du milieu s'étend des rayons supérieurs aux rayons inférieurs de la queue et touche le pédoncule caudal. Deux taches pâles dont le diamètre fait environ les trois quarts de celui de l'œil sont habituellement présentes juste devant la nageoire dorsale. La nageoire adipeuse est presque complètement séparée de la nageoire caudale par une encoche

profonde. Le bord postérieur des épines pectorales est fortement dentelé, présentant cinq à dix dents. L'espèce présente un dimorphisme sexuel pendant la fraie; chez les mâles, la tête s'aplatit, un pigment sombre se répand, et des renflements voyants apparaissent autour de la tête (Holm *et al.* 2009, Page et Burr 2011). L'aire de répartition du chat-fou du Nord chevauche celle de trois autres chats-fous en Ontario. Il se distingue facilement du chat-fou brun (*N. gyrinus*) et de la barbotte des rapides (*N. flavus*), qui ne sont pas tachetés et dont les épines pectorales sont faiblement dentelées. Il se distingue aussi du chat-fou tacheté (*N. miurus*) qui présente une nageoire adipeuse basse en continuité avec la nageoire caudale, une tache sombre à l'extrémité de la nageoire dorsale, et une bande sombre qui s'étend jusqu'au bord supérieur de la nageoire adipeuse, et dont les nageoires dorsales et adipeuses n'ont pas de bords distaux pâles.

Dans le bassin des Grands Lacs, le chat-fou du Nord atteint la maturité à l'âge de deux ou trois ans et vit probablement jusqu'à l'âge de cinq ou six ans (Manny *et al.* 2014, Conard 2015, Utrup *et al.* 2023). La fraie semble avoir lieu en juillet dans une bonne partie de son aire de répartition, y compris en Ontario, lorsque la température de l'eau varie de 20 à 25 °C (MacInnis 1998, Scheibly *et al.* 2008, Johnson *et al.* 2021). Des activités de plongée sous-marine effectuées dans la rivière Sainte-Claire en 2022 ont permis d'observer des chats-fous du Nord mâles qui veillaient sur les nids contenant des œufs dès le 12 juillet (20,0 °C) jusqu'au 22 juillet (20,8 °C); aucun œuf ou mâle gardien n'a été observé le 30 juin (18,1 °C) (B. Utrup, Michigan Department of Natural Resources, comm. pers.). La femelle pond ses œufs dans un nid situé dans une cavité, et un mâle veille sur celui-ci. Les nids peuvent être creusés par le mâle, ou des cavités ou creux naturels ou artificiels peuvent être utilisés. La taille des pontes signalées à l'échelle de l'aire de répartition varie d'environ 30 à 300 œufs, avec une moyenne de 178 œufs par poisson ($n = 10$) observée dans le réseau hydrographique des rivières Sainte-Claire et Détroit (Utrup *et al.* 2023). On pense que les œufs se développent en environ 10 à 13 jours, et que les alevins vésiculés se développent au cours d'une période supplémentaire de dix jours jusqu'à l'absorption du sac vitellin. Les mâles veillent sur les jeunes jusqu'à ce qu'ils atteignent une longueur totale d'environ 20 mm (Scheibly *et al.* 2008). D'après les observations précédentes, la longueur maximale totale du chat-fou du Nord adulte était de 132 mm en Ontario; toutefois, des détections récentes ont révélé que l'espèce peut atteindre une longueur totale de 156 mm (Holm *et al.* 2009, Johnson *et al.* 2021, Utrup *et al.* 2023). On ne sait pas si des individus plus grands ont toujours été présents et n'ont pas été détectés, ou si les possibilités de croissance se sont améliorées dans le réseau hydrographique des rivières Sainte-Claire et Détroit. La longueur totale moyenne de 173 individus capturés en Ontario entre 2003 et 2020 était de 53,4 mm (fourchette comprise entre 14 et 131 mm) ([base de données sur la biodiversité des poissons](#)). Des évaluations récentes de l'âge des individus capturés dans le réseau hydrographique des rivières Sainte-Claire et Détroit laissent entendre que le chat-fou du Nord vit jusqu'à l'âge de cinq ou six ans, et que les épines pectorales ou dorsales peuvent constituer des structures de détermination de l'âge appropriées aux fins d'échantillonnage non légal (Manny *et al.* 2014, Conard 2015, Utrup *et al.* 2023). La longueur selon l'âge et la relation entre la longueur et le poids prédites à partir de la fonction de croissance de von Bertalanffy sont illustrées à la Figure 2 (consulter Fung et Koops 2024).

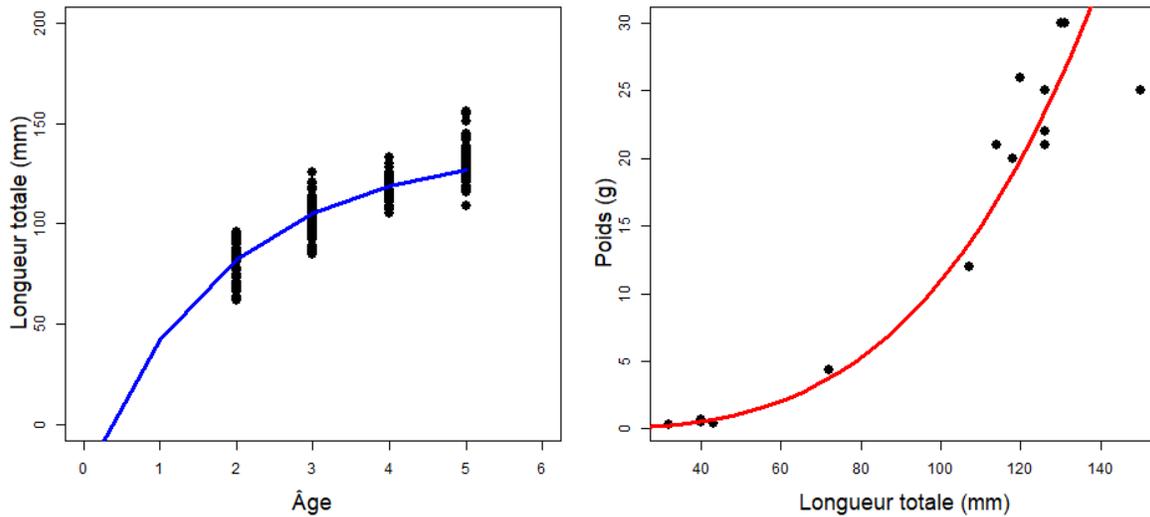


Figure 2. Le graphique de gauche représente la courbe de croissance de von Bertalanffy ajustée pour le chat-fou du Nord, basée sur les données et les valeurs des paramètres du Michigan Department of Natural Resources (MDNR; $n = 690$). Le graphique de droite illustre la relation entre la longueur et le poids à partir des données du MDNR et du MPO ($n = 15$).

Le chat-fou du Nord se nourrit de macro-invertébrés aquatiques tels que les éphéméroptères, les trichoptères, les chironomidés, les mouches noires et les perlidés, mais il consomme également des petits poissons et des crustacés amphipodes. Le chat-fou du Nord est généralement un prédateur opportuniste, et son régime alimentaire peut varier en fonction de la période de l'année (selon les périodes d'apparition des macro-invertébrés benthiques), de la taille des individus, ainsi que de la profondeur ou du débit du plan d'eau (French et Jude 2001, Burkett et Jude 2015, Utrup *et al.* 2023).

Une étude récente a comparé la structure des populations de chats-fous du Nord échantillonnés du côté américain des rivières Détroit et Sainte-Claire et a déterminé que dans les deux rivières, l'espèce présentait une structure génétique importante; les populations de ces rivières peuvent donc fonctionner comme des populations distinctes (Utrup *et al.* 2023). Neuf locus microsatellites ont été géotypés, et l'ADN mitochondrial a été analysé. Les résultats démontraient une structure de populations entre les deux rivières, et les deux ensembles de données indiquaient une plus grande diversité génétique dans la rivière Sainte-Claire par rapport à la rivière Détroit. Des données probantes indiquaient également une augmentation récente de la population dans les deux rivières, ce qui, selon les auteurs, pourrait être lié aux activités d'assainissement et aux améliorations de l'habitat, et/ou à la stabilisation de la taille des populations de gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) dans les zones où cette espèce cohabite avec le chat-fou du Nord (Utrup *et al.* 2023). Le matériel génétique des individus de la rivière Thames n'était pas disponible.

ÉVALUATION

Situation actuelle de l'espèce

Rivière Sainte-Claire

La répartition du chat-fou du Nord dans la rivière Sainte-Claire est relativement continue, depuis l'aval de Sarnia jusqu'à la décharge du lac Sainte-Claire. L'espèce a été recueillie pour la première fois du côté canadien de la rivière Sainte-Claire par le MPO en 2003. En 2010, six individus ont été recueillis entre l'île Stag et le ruisseau Clay ([base de données sur la biodiversité des poissons](#)). Le chat-fou du Nord a été capturé lors de relevés benthiques au chalut effectués par le MPO en 2012 (été et automne; n = 27), 2013 (n = 7) et 2014 (été; n = 16), ce qui représente des détections dans 14 % des sites échantillonnés, avec une probabilité de détection de 0,160 ($\pm 0,017$) (Kindree et Mandrak 2020, Lamothe *et al.* 2020).

Lac Sainte-Claire

Les observations de chats-fous du Nord dans le lac Sainte-Claire ont été peu fréquentes et discontinues. La plupart des observations (y compris les activités de fraie observées) proviennent de l'extrémité sud-ouest du lac, à la source de la rivière Détroit. En 1999, un individu a été capturé près du delta de la rivière Sainte-Claire (ROM 72038). En 2010, le MPO a capturé un individu lors d'un relevé au chalut mené à l'embouchure du ruisseau Pike. En 2012 et 2013, le MPO a échantillonné 54 sites avec un chalut le long de la rive sud du lac Sainte-Claire, entre l'embouchure de la rivière Thames et la rivière Détroit, y compris les principaux affluents de la rive sud : ruisseaux Pike et Puce, et rivières Belle, Ruscom et Thames (Barnucz *et al.* 2015); trois chats-fous du Nord ont été capturés en 2012 dans un site entre l'embouchure du ruisseau Pike et la rivière Détroit ([base de données sur la biodiversité des poissons](#)).

On ne sait pas dans quelle mesure le lac Sainte-Claire contribue à la production de chats-fous du Nord. Les détections ayant été relativement peu fréquentes dans le lac, il est possible que des individus aient été chassés de certaines sources fluviales (c.-à-d., les rivières Sainte-Claire ou Thames); des travaux génétiques récents indiquent qu'il n'y a aucune preuve de flux génétique récent entre les rivières Sainte-Claire et Détroit (Utrup *et al.* 2023).

Rivière Sydenham

Par le passé, il y a eu des chats-fous observés dans la rivière Sydenham près d'Alvinston [ROM 6675] en 1929 et près de Florence [MCN 75-1623] en 1975 (Edwards *et al.* 2012). Malgré plusieurs efforts d'échantillonnage ciblés au cours des dernières années, aucun chat-fou du Nord n'a été prélevé dans la rivière Sydenham depuis 1975; l'espèce est donc probablement disparue de celle-ci.

Rivière Thames

La présence du chat-fou du Nord est connue sur un tronçon d'environ 54 km de la rivière Thames, depuis Tait's Corners jusqu'à l'aval de Thamesville; la majorité des individus ont été observés près de la zone de conservation Big Bend. L'espèce a été recueillie pour la première fois dans la rivière Thames en 1991 près de Wardsville. Un individu juvénile a été capturé en août 1997 au même endroit. En 2003, un individu a été capturé par un navire de pêche à l'électricité près de la zone de conservation de Big Bend. Entre 2004 et 2010, 31 chats-fous du Nord ont été recueillis dans 27 sites par l'intermédiaire d'activités de pêche à la senne et au chalut menées dans la rivière Thames entre Littlejohn Road et Tait's Corners. Le chat-fou du Nord a été recueilli en 2013 (n = 19), 2014 (n = 16), 2015 (n = 18), 2016 (n = 2) et 2020 (n = 9)

au cours de divers chalutages ciblés et non ciblés effectués par le MPO ([base de données sur la biodiversité des poissons](#), Barnucz et Drake 2021). La probabilité de détection du chat-fou du Nord calculée d'après les activités de chalutage de 2012 à 2016 était de 0,192 ($\pm 0,013$; IC à 95 %) (Lamothe *et al.* 2020). Un individu supplémentaire a été capturé en 2018 à l'aide d'un appareil portatif de pêche à l'électricité près de Big Bend (données non publiées du ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario).

Rivière Détroit

Dans la partie canadienne de la rivière Détroit, un seul spécimen a été observé pour la première fois en 1994 (ROM 68328) du côté nord-est de l'île aux Pêches (près du premier site de capture dans le lac Sainte-Claire). L'espèce peut être observée dans deux zones de la partie canadienne de la rivière Détroit : au niveau de l'affluent du lac Sainte-Claire autour de l'île aux Pêches et de l'île Belle (États-Unis), et au milieu de la rivière autour de l'île Fighting; elle semble être plus abondante dans la première zone (Manny *et al.* 2014, Conard 2015). Le chat-fou du Nord a été recueilli dans la zone entourant l'île aux Pêches en 1996 (n = 11), 2003 (n = 7), 2005 (n = 15), 2006 (n = 42), 2008 (n = 183), 2009 (n = 9), 2010 (n = 2), 2011 (n = 20), 2013 (n = 5) et 2018 (n = 1). Le chat-fou du Nord a été observé près de l'île Fighting en 2009 (n = 7), 2010 (n = 2), 2011 (n = 1), 2012 (n = 3), 2013 (n = 2), 2015 (n = 1), 2017 (n = 7), 2018 (n = 2) et 2019 (n = 1) ([base de données sur la biodiversité des poissons](#), données du USGS/USFWS). La plupart des chats-fous du Nord de la rivière Détroit ont été capturés lors de relevés benthiques au chalut ou dans des pièges à ménés (parfois avec appâts).

Abondance

Les estimations de l'abondance des populations de chats-fous du Nord font défaut au Canada. Moins de 500 chats-fous du Nord ont été capturés dans les eaux canadiennes. La densité des populations a été estimée de façon approximative (en vue de déterminer les effets possibles des traitements anti-lamproies sur le chat-fou du Nord) dans les rivières Détroit, Sainte-Claire et Thames comme suit : 0,57 poisson/100 m² ($\pm 0,30$), 0,51 poisson/100 m² ($\pm 0,29$) et 0,60 poisson/100 m² ($\pm 0,29$), respectivement, d'après les données de capture pour lesquelles la zone d'échantillonnage a été consignée (Smyth et Drake 2021); ces estimations ne tiennent pas compte de la détection imparfaite. Les estimations de la densité théorique ont été établies à partir d'une relation entre la longueur et le poids par individu de la zone d'échantillonnage (Randall *et al.* 1995), corrigée pour chaque classe d'âge en fonction des estimations de la longueur selon l'âge; les estimations de la densité obtenues étaient comprises entre 0,12 (à l'âge 5) et 4,65 (à l'âge 1) poissons/m² pour les habitats lacustres, et entre 0,4 et 11,87 poissons/m² pour les habitats riverains (Fung et Koops 2024). Des données de capture supplémentaires sont présentées pour chaque zone occupée dans le Tableau 1. À titre de comparaison, les estimations de la densité du chat-fou (*N. placidus*; classé dans la catégorie « en voie de disparition » à l'échelle fédérale aux États-Unis) variaient de 3,3 à 11,7 poissons/100 m², la limite inférieure représentant les individus recueillis par l'intermédiaire d'une pêche à la senne au moyen d'un filet troubleau pendant la journée au cours d'une année à haut débit, et la limite supérieure représentant ceux issus d'une pêche électrique à la senne au moyen d'un filet troubleau pendant la nuit (Wenke *et al.* 1992, Bulger et Edds 2001, Fuselier et Edds 1994).

Tableau 1. Résumé des données sur les prises de chat-fou du Nord (CFN) issues des activités de chalutage ciblées effectuées dans l'aire de répartition canadienne, de 2012 à 2021 ([base de données sur la biodiversité des poissons](#)). ^a Estimations de la densité (poissons/100 m²) extraites de Smyth et Drake (2021). CPUE = capture par unité d'effort. La superficie estimée occupée est estimée de façon approximative en fonction des méthodes figurant dans Mandrak et al. (2014).

Plan d'eau	Nombre de sites avec CFN	Nombre de sites échantillonnés	Proportion de chaluts avec CFN	CPUE moyennes	Nombre moyen de prises (lorsque n > 0)	Densité ^a poissons/100 m ² (± ET)	Superficie estimée occupée (m ²)
Rivière Détroit	17	281	0,060	0,100	1,647	0,57 (± 0,30)	13 874 641
Lac Sainte-Claire	2	95	0,021	0,021	2,000	-	31 805 930
Rivière Sainte-Claire	36	420	0,086	0,115	1,528	0,51 (± 0,29)	24 636 117
Rivière Thames	50	192	0,260	0,283	1,480	0,60 (± 0,29)	3 218 385

Évaluation des populations

Afin d'évaluer la situation des populations de chats-fous du Nord au Canada, on a attribué à chaque population une cote en fonction de son abondance (indice d'abondance relative) et de sa trajectoire (trajectoire de la population). Un niveau de certitude a été associé à chaque évaluation (1 = analyse quantitative; 2 = CPUE ou échantillonnage normalisé; 3 = opinion d'experts). Les valeurs de l'indice d'abondance relative et de la trajectoire de la population ont été combinées dans la matrice de la situation de la population afin de déterminer l'état de chaque population en lui attribuant une cote, soit « mauvaise », « passable », « bonne », « inconnue » ou « disparue » (Tableau 2). La certitude associée à chaque situation de la population reflète le niveau de certitude le moins élevé en lien avec l'un ou l'autre des paramètres initiaux. La situation initiale de la population provient de McCulloch et Mandrak (2012); toutefois, ces évaluations sont indépendantes les unes des autres et représentent la situation relative de la population au moment de l'évaluation. Veuillez consulter Colm *et al.* (2024) pour les méthodes détaillées utilisées lors de l'évaluation de la situation des populations.

Les données récentes sur les prises des populations canadiennes (Tableau 1) indiquent que les prises (et la densité) sont semblables dans les rivières Détroit, Sainte-Claire et Thames; toutefois, la superficie totale d'habitat disponible est plus grande dans les rivières Détroit et Sainte-Claire (du côté canadien et américain) que dans la rivière Thames; par ailleurs, ces réseaux hydrographiques plus grands devraient pouvoir soutenir des populations totales plus importantes. Étant donné que cette évaluation est fondée sur des données limitées pour l'indice d'abondance relative et la trajectoire de la population, des données supplémentaires pourraient donner lieu à une situation différente.

Tableau 2. Situation de toutes les populations de chats-fous du Nord au Canada d'après une analyse de l'indice d'abondance relative et de la trajectoire de chaque population. La certitude associée à chaque situation reflète le niveau de certitude le moins élevé en lien avec l'un ou l'autre des paramètres initiaux. Les résultats de l'évaluation de la situation initiale de chaque population proviennent de McCulloch et Mandrak (2012), mais ces évaluations sont indépendantes.

Population	Situation initiale de la population (certitude)	Situation révisée de la population (certitude)
Rivière Sainte-Claire	Mauvais (3)	Passable (3)
Lac Sainte-Claire	Mauvais (3)	Mauvais (3)
Rivière Sydenham	Vraisemblablement disparue (3)	Vraisemblablement disparue (3)
Rivière Thames	Mauvais (3)	Mauvais (3)
Rivière Détroit	Mauvais (3)	Passable (3)

Exigences en matière d'habitat et de résidence

Adultes

Au Canada, le chat-fou du Nord occupe divers milieux caractérisés par des eaux claires à turbides; il est présent dans de grandes rivières au courant allant de modéré à fort, et parfois dans des lacs. L'environnement lentique se situe généralement près d'une source lotique, et on y observe un certain courant. La vitesse varie généralement de 0,1 à 1,1 m/s avec une moyenne d'environ 0,5 m/s (Sheibly *et al.* 2008, Manny *et al.* 2014, Johnson *et al.* 2021, [base de données sur la biodiversité des poissons](#)). L'espèce est présente dans des zones d'habitat composées de sable, de gravier et de roches, avec occasionnellement du limon, des débris, des débris accumulés et des troncs tombés ou d'autres débris ligneux grossiers, et parfois même des macrophytes. Les modèles d'occupation ont révélé que le substrat de gravier constituait une covariable importante de l'habitat pour le chat-fou du Nord dans les rivières Thames et Sainte-Claire (Lamothe *et al.* 2020). Le chat-fou du Nord a été capturé à des profondeurs allant de moins de 1 m dans la rivière Thames à environ 14 m dans la rivière Sainte-Claire ([base de données sur la biodiversité des poissons](#), Johnson *et al.* 2021); sa plage de profondeurs de prédilection serait de 3 à 7 m dans le réseau hydrographique des rivières Sainte-Claire et Détroit (Conard 2015). Des études récentes ont montré que les captures de chats-fous du Nord dépendaient de la turbidité et de la température de l'eau (Johnson *et al.* 2021, Rodriguez *et al.* 2021). On ne connaît pas la limite supérieure de la tolérance thermique du chat-fou du Nord.

De la fraie à l'éclosion

Le chat-fou du Nord fraie dans un nid, qu'il construit dans des cavités ou des dépressions sous de grosses roches; des rondins ou autres débris ligneux et dans des terriers d'écrevisses; ou dans des débris anthropiques, comme des bouteilles, des boîtes de conserve et des boîtes, ou dans des cavités creusées à environ 5 cm sous ces objets (Taylor 1969, MacInnis 1998, B. Utrup, comm. pers.). Les nids se situent généralement dans une zone caractérisée par un courant modéré et des fonds sablonneux et/ou de galets entourés de lits de macrophytes. La profondeur des sites de nidification dans la rivière Détroit varie de 1,5 à 1,8 m (MacInnis 1998). Au Kentucky, Scheibly *et al.* (2008) ont observé à la mi-juillet des chats-fous du Nord nidifiant dans des cavités situées à une profondeur de 4 à 7 cm sous de grandes dalles rocheuses dans

un plat courant situé en amont d'un grand radier. La température de l'eau variait de 23 à 25 °C, et la vitesse du courant variait de 0,36 à 0,69 m/s. Les nids étaient situés à une profondeur variant de 0,26 à 0,46 m.

Jeunes de l'année et juvéniles

Très peu de données sont disponibles sur les exigences en matière d'habitat pour les larves et les juvéniles du chat-fou du Nord. MacInnis (1998) a observé des jeunes de l'année (avec un sac vitellin attaché ou non) dans des nids gardés par des mâles adultes environ un mois après que l'occupation de ces nids a été observée pour la première fois. Lorsque les nids ont été retirés, les jeunes de l'année ont été observés en train de s'abriter dans les macrophytes environnants. Au Kentucky, des jeunes d'une longueur standard de 20 mm se sont déplacés en amont depuis un plat courant de fraie jusqu'à la tête d'un grand radier environ un mois après l'éclosion également, et ils étaient, d'après les observations, répartis dans le plat courant de fraie et le radier (comme des adultes) à la fin de septembre (Scheibly *et al.* 2008). De 2009 à 2020, dans dix sites échantillonnés par le MPO, on a observé des chats-fous du Nord d'âges et de tailles variables, d'une longueur totale allant de 19 à 114 mm, ce qui indique que les jeunes de l'année, les juvéniles et les adultes peuvent parfois occuper les mêmes milieux ou des milieux semblables. Scheibly (2003) a noté que les juvéniles occupent une « niche précise » dans l'habitat de prédilection des adultes, et que la couverture végétale est plus importante au stade de juvénile.

Fonctions, éléments et caractéristiques

Une description des fonctions, des éléments et des caractéristiques associés à l'habitat du chat-fou du Nord se trouve dans le Tableau 3. L'habitat nécessaire à chacun des stades du cycle vital de l'espèce s'est vu attribuer une fonction du cycle vital qui correspond à un besoin biologique du chat-fou du Nord. En plus de la fonction correspondant à un besoin biologique, un élément de l'habitat a été attribué à chaque stade du cycle vital. Un élément est une composante structurelle de l'habitat qui est nécessaire à la survie de l'espèce. Le Tableau décrit également les caractéristiques de l'habitat; il s'agit de composantes mesurables décrivant la façon dont les éléments de l'habitat soutiennent la fonction de chacun des stades du cycle vital. Les fonctions, les éléments et les caractéristiques de l'habitat décrits dans le Tableau 3 ont été adaptés d'après l'arrêté visant l'habitat essentiel du chat-fou du Nord (MPO 2016), et complétés par des renseignements supplémentaires et récents en vue de guider toute désignation future de l'habitat essentiel de l'espèce.

Tableau 3. Résumé des fonctions, des éléments et des caractéristiques essentiels de l'habitat pour chaque stade du cycle vital du chat-fou du Nord au Canada.

Stade du cycle vital	Fonctions	Éléments	Caractéristiques		
			Documentation	Connaissances actuelles	Aux fins de désignation de l'habitat essentiel
De la fraie à l'éclosion	Fraie Abri Zone d'alevinage	Tronçons de rivière caractérisés par des substrats variables adaptés à la nidification dans des cavités	Température de l'eau comprise entre 20 et 23 °C et courant modéré (environ 0,50 m/s); substrats plus gros (c.-à-d., galets, petits rochers, rondins tombés, bouteilles, boîtes de conserve) recouvrant des substrats plus mous (c.-à-d., boue, sable, gravier fin) propices au creusage de cavités (MacInnis 1998, Scheibly 2003, Scheibly <i>et al.</i> 2008)	Utilisation de débris ligneux comme sites de nidification observée dans la rivière Sainte-Claire (B. Utrup, comm. pers.); œufs observés lorsque la température de l'eau atteint 20 C.	<ul style="list-style-type: none"> •Eaux chaudes (début de la fraie ≥ 20 °C) •Substrats complexes où des cavités naturelles (ou artificielles) existent ou peuvent être creusées •Courant modéré
Jeune de l'année (LT < 45 mm)	Alimentation Abri Zone d'alevinage	Tronçons de rivière caractérisés par des substrats variables adaptés à la nidification dans des cavités, et par la présence de macrophytes aquatiques à proximité	Comme ci-dessus; les jeunes de l'année peuvent rester près du nid, surtout s'il y a des lits de macrophytes aquatiques à proximité, ou se déplacer vers des zones où le débit est légèrement plus lent (p. ex. tête du radier) (Scheibly 2003)	Température moyenne de l'eau : 16,26 °C (plage : 8,75-25,92); conductivité moyenne : 377,20 $\mu\text{s/cm}$ (175,0-755,0); oxygène dissous moyen : 9,41 mg/L (3,76-11,94); pH moyen : 8,65 (8,12-9,23); turbidité moyenne : 27,42 uTN (0-165,3); profondeur moyenne du cours d'eau : 3,12 m (0,97-8,00); vitesse moyenne du cours d'eau : 0,477 m/s (0,067-1,24) composition moyenne du substrat : 47 % sable (0-100), 42 % gravier (0-90), 10 % argile (0-80)	<ul style="list-style-type: none"> •Substrats complexes où des cavités naturelles (ou artificielles) existent ou peuvent être creusées •Courant modéré •Macrophytes aquatiques (p. ex. <i>Chara</i> spp., <i>Vallisneria americana</i>, <i>Cladophora</i> spp.) ou autre élément servant d'abri dans le cours d'eau
Juvenile (âge 1 à 2; ou LT d'environ 45 à 67 mm)	Alimentation Abri	Rivières (ou lacs) de taille moyenne à grande caractérisées par des courants modérés à rapides et des substrats variables de	-	Température moyenne de l'eau : 18,64 °C (plage : 8,75-24,09); conductivité moyenne : 510,99 $\mu\text{s/cm}$ (176,0-755,0); oxygène dissous moyen : 8,41 mg/L (3,48-11,68); pH moyen : 8,58 (8,09-9,28); turbidité moyenne : 73,86 uTN (0,70-167,31); profondeur moyenne du cours d'eau : 2,32 m (1,07-5,63); vitesse moyenne du cours d'eau : 0,604 m/s (0,077-1,233) composition moyenne du substrat : 34 %	Présumé identique à celui de l'adulte

Stade du cycle vital	Fonctions	Éléments	Caractéristiques		
			Documentation	Connaissances actuelles	Aux fins de désignation de l'habitat essentiel
		galets, de gravier, de sable		gravier (0-90), 34 % galets (0-100), 32 % sable (0-80), 21 % argile (0-80)	
Adulte (≥ âge 2 ou 3)	Alimentation Abri	Rivières (ou lacs) de taille moyenne à grande caractérisées par des courants modérés à rapides et des substrats variables de galets, de gravier, de sable	<p>Rivière Détroit : profondeur moyenne 6,7-9,23 m; vitesse moyenne de l'eau 0,3 à 0,6 m/s; profondeur moyenne d'après le disque de Secchi 2,12-2,77 m; plage de température 7,71-27,73 °C; substrats dominants : dreissenidés (n = 1), galets (n = 1), fines (n = 2) (Johnson <i>et al.</i> 2021); prises les plus importantes à l'île aux Pêches, profondeur moyenne 6,83 m, vitesse moyenne 0,55 m/s, sable/sable grossier; dans tous les sites occupés, profondeur de l'eau 4,73-8,23 m; vitesse modélisée 0,35-0,70 m/s, substrat principalement rocheux [allant de la boue/sable boueux à un fond dur (calcaire avec roches/galets)] (Manny <i>et al.</i> 2014).</p> <p>Rivière Sainte-Claire : profondeur moyenne 10,6-14,83 m; vitesse moyenne de l'eau 0,47-1,22 m/s; profondeur moyenne d'après le disque de Secchi 2,82-3,64 m; plage de température 10,10-24,15 °C; substrats dominants : dreissenidés (n = 3), galets (n = 1), fines (n = 2) (Johnson <i>et al.</i> 2021).</p>	<p>Température moyenne de l'eau : 18,32 °C (plage : 9,98-25,20); conductivité moyenne : 441,36 µs/cm (plage : 176,0-755,0); oxygène dissous moyen : 9,48 mg/L (plage : 7,10-16,86); pH moyen : 8,61 (plage : 8,07-9,27); turbidité moyenne : 61,95 uTN (plage : 0-187,69); profondeur moyenne du cours d'eau : 2,21 m (plage : 0,30-5,50); vitesse moyenne du cours d'eau : 0,468 m/s (plage : 0,063-1,12)</p> <p>composition moyenne du substrat : 42 % sable (plage : 0-100 %), 30 % gravier (plage : 0-100 %), 26 % galets (plage : 0-90 %), 16 % argile (plage : 0-100 %).</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Eau relativement profonde (généralement > 1 m, avec une préférence pour 3-8 m) et lotique (environ 0,50 m/s) •Substrats mixtes; principalement des galets, du gravier et du sable •Présence adéquate d'espèces proies (p. ex. chironomidés, éphéméroptères, trichoptères, petits poissons, crustacés)

Résidence

La LEP définit la résidence comme un « gîte – terrier, nid ou autre aire ou lieu semblable – occupé ou habituellement occupé par un ou plusieurs individus pendant tout ou partie de leur vie, notamment pendant la reproduction, l'élevage, les haltes migratoires, l'hivernage, l'alimentation ou l'hibernation ». Selon l'interprétation du MPO, la résidence est construite, créée ou, au moins, modifiée par l'organisme. Dans le contexte de la description narrative faite précédemment des exigences en matière d'habitat, le chat-fou du Nord occupe des résidences durant les périodes de fraie et de grossissement. Il aménage son nid dans une cavité, par exemple une dépression sous une grosse pierre ou un tronc d'arbre ou dans un terrier d'écrevisse, ou encore dans des débris anthropiques comme des bouteilles, des boîtes de conserve et autres contenants. Selon les observations, le chat-fou du Nord creuse des crevasses d'une profondeur de 5 cm sous les nids artificiels du gobie à taches noires dans le lac Sainte-Claire (MacInnis 1998). Ce sont les mâles qui veillent sur les nids jusqu'à ce que les jeunes de l'année aient environ un mois, moment auquel les mâles et les jeunes quittent le nid (MacInnis 1998, Scheibly *et al.* 2008).

Étendue de l'habitat et contraintes spatiales

L'étendue spatiale du chat-fou du Nord a été quantifiée dans Mandrak *et al.* (2014) à l'aide de plusieurs méthodes (consulter le Tableau 1); cependant, l'étendue spatiale des caractéristiques de l'habitat définies dans le Tableau 3 n'a pas été quantifiée. Des données bathymétriques pourraient être prises en compte avec les données sur le substrat et le débit en vue de quantifier l'étendue de l'habitat convenable dans toutes les localités occupées.

Le lac Sainte-Claire peut représenter un obstacle aux déplacements de cette espèce de petite taille entre les rivières Détroit, Sainte-Claire et probablement Thames. Des analyses génétiques récentes ont permis d'obtenir des données probantes solides de la structure génétique des populations entre les rivières Détroit et Sainte-Claire, suggérant un isolement reproductif entre les deux rivières (Utrup *et al.* 2023); des échantillons génétiques provenant d'individus de la rivière Thames n'étaient pas disponibles.

Menaces et facteurs limitatifs

De nombreuses menaces ont une incidence négative sur le chat-fou du Nord dans toute son aire de répartition. Les principales menaces pesant sur sa survie et sa persistance sont liées à la compétition exercée par les espèces envahissantes, aux changements climatiques, aux composés toxiques, à l'envasement et à la turbidité excessive, à la charge en éléments nutritifs et à la dégradation et/ou à la perte d'habitat en raison du dragage. Un grand nombre d'entre elles sont directement liées à l'utilisation des terres agricoles et à l'urbanisation qui dominent le paysage environnant. Il est important de noter que la plupart des populations de chat-fou du Nord sont confrontées à plus d'une menace, et que les répercussions cumulées de ces nombreuses menaces peuvent aggraver le déclin de ces populations. Il est difficile de quantifier ces interactions; par conséquent, chaque menace est abordée de façon indépendante. Les menaces ont été classées d'après le système de classification des menaces de l'Union internationale pour la conservation de la nature et Salafsky *et al.* (2008).

Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques

Le gobie à taches noires a été détecté pour la première fois dans la rivière Sainte-Claire en 1990, et a joué un rôle dans le déclin de plusieurs autres espèces benthiques dans les Grands Lacs. Au Canada, son aire de répartition chevauche l'ensemble de celle du chat-fou du Nord puisqu'il est présent dans 57 % des sites où le chat-fou du Nord a été capturé au cours des

activités de chalutage du MPO (2012 à 2021). À l'aide de données d'échantillonnage récentes et d'une modélisation de l'occupation de deux espèces, Lamothe *et al.* (2020) ont déterminé que la probabilité de détecter le chat-fou du Nord dans les rivières Thames ($0,192 \pm 0,013$, IC à 95 %) et Sainte-Claire ($0,160 \pm 0,017$, IC à 95 %) était considérablement plus faible que la probabilité de détecter le gobie à taches noires ($0,833 \pm 0,020$, IC à 95 % et $0,826 \pm 0,005$, IC à 95 %, respectivement). Le gobie à taches noires peut entrer en compétition avec le chat-fou du Nord pour la nourriture et les sites de nidification. Un chevauchement important a été constaté entre le régime alimentaire des deux espèces dans la rivière Sainte-Claire à des profondeurs de 3 m, mais pas à des profondeurs plus importantes (French et Jude 2001). La compétition sur le plan alimentaire est moindre lorsque les moules dreissénidées sont abondantes (Burkett et Jude 2015, Carman *et al.* 2006), probablement parce que les espèces présentent des comportements différents de recherche de nourriture (p. ex. le chat-fou du Nord cherche de la nourriture pendant la nuit), mais il a été démontré que le gobie à taches noires augmente le chevauchement entre les régimes alimentaires des poissons présents dans les communautés benthiques indigènes, créant alors des interactions compétitives indirectes (Firth *et al.* 2021). Le gobie à taches noires est connu pour défendre farouchement son territoire et son nid. Le gobie à taches noires mâle peut entrer en compétition avec le chat-fou du Nord mâle pour les sites de nidification, en particulier sur les substrats de gravier, mais le chat-fou du Nord peut être davantage capable de rivaliser lorsqu'il s'agit de sites plus sablonneux, en particulier si un élément servant d'abri (p. ex. des débris ligneux grossiers) est présent (MacInnis 1998, Utrup *et al.* 2023). Le gobie à taches noires peut consommer les œufs et les larves du chat-fou du Nord, mais ce comportement n'a pas été directement observé.

Le gobie de la mer Noire (*Proterorhinus marmoratus*) peut également entrer en compétition avec le chat-fou du Nord pour la nourriture ou d'autres ressources. Il ne consomme pas de moules dreissenidées et peut donc entrer en compétition avec le chat-fou du Nord dans une plus grande mesure sur le plan alimentaire, mais il préfère les milieux à végétation plus dense, de sorte que le chevauchement spatial avec le chat-fou du Nord peut s'avérer moins préoccupant que pour le gobie à taches noires. En utilisant des modèles d'occupation pour deux espèces, Lamothe et ses collaborateurs (2020) ont déterminé que la probabilité de détecter le gobie de la mer Noire dans la rivière Sainte-Claire ($0,294 \pm 0,028$, IC à 95 %) était plus élevée que la probabilité de détecter le chat-fou du Nord ($0,166 \pm 0,012$, IC à 95 %). Les effets négatifs que pourraient avoir la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et la moule quagga (*Dreissena bugensis*) sur le chat-fou du Nord comprennent une réduction de la colonisation de cavités de nidification potentielles, de même qu'une altération de la dynamique du réseau alimentaire et de la qualité de l'eau (Edwards *et al.* 2012).

Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents

Selon les observations, le chat-fou du Nord présente une vulnérabilité modérée aux impacts des changements climatiques en raison de sa répartition restreinte, des changements dans sa niche hydrologique physiologique (changements prévus des régimes d'écoulement au-delà de la fourchette de débits connue des milieux qu'il occupe) et de la présence de barrières naturelles (grande zone géographique d'habitat lacustre ouvert ne présentant pas de conditions de débit appropriées) (Doka *et al.* 2006, Brinker *et al.* 2018). Les changements dans les régimes d'écoulement (notamment les sécheresses) qui sont susceptibles d'être les plus importants dans la rivière Thames, un réseau hydrographique essentiellement alimenté par les eaux de surface, sont particulièrement préoccupants. D'autres incidences sur l'écosystème, telles que l'augmentation des températures de l'air et de l'eau, la réduction de la durée de la couverture de glace, l'augmentation de la fréquence des événements météorologiques extrêmes, l'augmentation de la prévalence des maladies et la modification de la dynamique

entre les prédateurs et les proies, sont susceptibles d'avoir également des répercussions sur le chat-fou du Nord et les espèces cooccurrentes (Lemmen et Warren 2004).

Pollution

Plusieurs sources de pollution sont préoccupantes pour le chat-fou du Nord, notamment celles qui découlent des pratiques agricoles (c.-à-d., les pesticides, la sédimentation, la charge en éléments nutritifs), les effluents industriels (traitement du pétrole et des produits chimiques) ainsi que les eaux usées domestiques et urbaines (c.-à-d., le ruissellement des routes et les effluents d'eaux usées).

Le Bayluscide granulaire est un traitement chimique anti-lamproies appliqué stratégiquement autour des affluents du bassin des Grands Lacs pour lutter contre la lamproie marine envahissante (*Petromyzon marinus*) qui peut constituer une menace pour le chat-fou du Nord. On a constaté qu'il provoquait une réaction d'évitement et un taux de mortalité élevé (67 %) chez le chat-fou brun (*Noturus gyrinus*) lors d'essais en laboratoire (Boogaard *et al.* 2016). Bien que la présence du chat-fou du Nord soit peu probable dans les milieux utilisés par les larves de lamproie marine, des applications ont eu lieu dans l'aire de répartition connue du chat-fou du Nord et ces applications, combinées à la toxicité élevée du traitement, ont entraîné un risque relatif élevé pour le chat-fou du Nord (Andrews *et al.* 2021). Smyth et Drake (2021) ont constaté que le risque de mortalité induite par le Bayluscide granulaire est relativement faible pour le chat-fou du Nord, mais que dans 5 % des cas, les applications pourraient entraîner des mortalités importantes dans les rivières Détroit, Sainte-Claire et Thames, et que le pire scénario se produisait lorsque les applications avaient lieu tous les cinq ans ou moins. Les pesticides provenant du ruissellement des champs agricoles peuvent avoir une incidence négative sur la disponibilité des proies que représentent les invertébrés benthiques (Bartlett *et al.* 2016).

La charge en éléments nutritifs et en sédiments résultant de l'utilisation des terres agricoles (p. ex. l'utilisation de fumier et d'engrais, l'accès du bétail aux cours d'eau, le transport terrestre des sédiments, le drainage par canalisations enterrées) a entraîné des répercussions généralisées sur les écosystèmes. Les charges en éléments nutritifs entraînent une augmentation de la productivité primaire, qui peut entraîner une diminution de l'oxygène dissous, en particulier pendant les périodes de décomposition. La sédimentation peut entraîner une diminution de la croissance des macrophytes, qui constituent un abri important pour les jeunes de l'année, et le dépôt de sédiments peut recouvrir les substrats grossiers. Cela peut alors réduire la disponibilité de proies, ainsi que la capacité de l'espèce à installer son nid dans les cavités, et donc diminuer la capacité de survie des œufs (Dextrase *et al.* 2003, Beermann *et al.* 2018).

Les effluents industriels dans les rivières Détroit et Sainte-Claire provenant des installations de traitement du pétrole et des produits chimiques ont entraîné la désignation de ces systèmes à titre de secteurs préoccupants. Les composés toxiques, notamment les biphényles polychlorés (BPC), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le dichloro-diphényl-trichloréthane (DDT) et leurs dérivés, les métaux, les huiles et les graisses, ont diminué dans les tissus des poissons depuis les années 1970 (bien que le taux de diminution ait ralenti depuis le milieu des années 1990) grâce aux activités d'assainissement menées dans ces zones (Gewurtz *et al.* 2010). Les répercussions sur le chat-fou du Nord restent inconnues, mais certaines études ont évalué d'autres invertébrés benthiques et ont constaté que, bien que les concentrations dans les tissus restent supérieures aux recommandations formulées pour la consommation humaine, elles ne semblent pas atteindre un niveau préoccupant pour la santé des poissons (Muttray *et al.* 2020, Muttray *et al.* 2021).

Divers polluants provenant des eaux usées domestiques et urbaines sont présents dans l'aire de répartition du chat-fou du Nord, mais leurs effets directs sont inconnus. Le chlorure provenant du sel de déglacage des routes est susceptible d'entraîner une diminution de la diversité des invertébrés benthiques et de l'abondance des taxons sensibles, et peut s'avérer préoccupant pour tous les taxons aquatiques pendant les pics lors de la fonte printanière (Beermann *et al.* 2018, Sorichetti *et al.* 2022). De même, les métaux lourds et autres composés inorganiques (p. ex. la 6PPD-quinone) provenant du ruissellement des routes peuvent avoir un effet négatif sur les invertébrés benthiques, les macrophytes aquatiques et/ou les poissons. Les effluents des eaux usées urbaines peuvent contenir des composés œstrogéniques provenant de produits pharmaceutiques pouvant entraîner une féminisation ainsi que d'autres perturbations neuroendocriniennes chez les poissons et les invertébrés, ce qui a des conséquences sur la reproduction (Gagné *et al.* 2004, Gagné *et al.* 2011, Tetreault *et al.* 2011). Les eaux usées peuvent également contenir des sels provenant des adoucisseurs d'eau, de même que des éléments nutritifs, notamment en cas de débordement des eaux usées ou de systèmes septiques défectueux (Edwards *et al.* 2012).

Corridors de transport et de service

La perte d'habitat résultant du dragage et de la canalisation à des fins agricoles ou de navigation a joué un rôle dans le déclin de nombreuses espèces de chat-fou en Amérique du Nord, probablement en raison des modifications importantes des substrats et des débits des cours d'eau. Les corridors de transport dragués de la rivière Sainte-Claire jusqu'au lac Érié, ainsi que les modifications des rives du lac et de la rivière en vue d'installer l'infrastructure de transport (p. ex. projets de stabilisation des rives, quais, marinas) le long de la rivière Détroit et du lac Sainte-Claire, peuvent entraîner des conséquences négatives sur le chat-fou du Nord (Edwards *et al.* 2012). Ces activités homogénéisent l'habitat (c.-à-d., le substrat et les débits), ce qui peut augmenter le risque de prédation, diminuer la disponibilité de proies (et, par conséquent, le succès de la recherche de nourriture) et réduire le caractère convenable des sites de nidification.

Évaluation des menaces

Une évaluation des menaces a été réalisée pour le chat-fou du Nord conformément aux lignes directrices fournies par le MPO (2014). Chaque menace a été classée en fonction de sa probabilité de réalisation, du niveau des répercussions et de la certitude causale. La probabilité de réalisation et le niveau des répercussions pour chaque population ont ensuite été combinés dans la matrice du risque des menaces, ce qui a permis d'obtenir une évaluation du risque des menaces à l'échelle de la population (Tableau 4). Les termes utilisés pour décrire les catégories de menace sont indiqués au Tableau 5. Les menaces ont ensuite été regroupées pour créer une évaluation des menaces à l'échelle de l'espèce présentée dans le Tableau 6. Voir Colm *et al.* (2024) pour connaître les méthodes détaillées.

Tableau 4. Évaluation du niveau des menaces pesant sur toutes les populations de chats-fous du Nord au Canada, tirée de l'analyse de la probabilité d'occurrence et du niveau des répercussions de chaque menace. Le chiffre entre parenthèses représente le niveau de certitude causale associé aux répercussions de la menace (1 = très élevé; 2 = élevé; 3 = moyen; 4 = faible; 5 = très faible).

Catégorie de menace	Sous-catégorie	Détails	Rivière Détroit	Lac Sainte-Claire	Rivière Sainte-Claire	Rivière Thames
Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	-	Gobie à taches noires, gobie de la mer Noire, moules dreissenidées	Moyen (4)	Moyen (4)	Moyen (4)	Moyen (4)
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	-	Changements dans les conditions de débit (sécheresses, tempêtes violentes), changements généralisés du réseau trophique	Faible (4)	Faible (4)	Faible (4)	Moyen (4)
Pollution	Effluents agricoles et sylvicoles	Pesticides (Bayluscide, glyphosate)	Élevé (2)	Moyen (4)	Élevé (2)	Élevé (2)
		Charges en éléments nutritifs	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)
		Sédimentation	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)	Moyen (5)
	Effluents industriels et militaires	Industrie pétrolière et chimique (BPC, HAP, métaux, huiles, graisses)	Moyen (5)	Moyen (5)	Moyen (5)	Faible (5)
	Eaux usées domestiques et urbaines	Chlorure, métaux et composés inorganiques provenant des routes; éléments nutritifs et composés œstrogéniques provenant des eaux usées	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)
Corridors de transport et de service	Voies de transport par eau	Chenaux dragués	Moyen (4)	Faible (2)	Moyen (4)	Moyen (4)

Tableau 5. Définition et termes utilisés pour décrire la probabilité de réalisation, le niveau des répercussions, la certitude causale, la réalisation de la menace à l'échelle de la population, la fréquence de la menace à l'échelle de la population et l'étendue de la menace à l'échelle de la population d'après DFO (2014).

Terme	Définition
Probabilité de réalisation	
Menace connue ou très susceptible de se réaliser	Cette menace a été observée dans 91 % à 100 % des cas.
Menace susceptible de se réaliser	Il y a de 51 % à 90 % de chance que cette menace se réalise.
Peu probable	Il y a de 11 à 50 % de chance que cette menace se réalise.
Faible	Il y a de 1 à 10 % de chance ou moins que cette menace se réalise.
Inconnue	Il n'y a pas de données ni de connaissances préalables sur la réalisation de cette menace, maintenant ou à l'avenir.
Niveau des répercussions	
Extrême	Déclin important de la population (p. ex. 71 à 100 %) et possibilité de disparition du Canada.
Élevé	Perte de population importante (de 31 à 70 %) ou menace <u>compromettant</u> la survie ou le rétablissement de la population.
Moyen	Perte modérée de population (de 11 à 30 %) ou menace <u>susceptible de compromettre</u> la survie ou le rétablissement de la population.
Faible	Peu de changements dans la population (de 1 à 10 %) ou menace <u>peu susceptible de compromettre</u> la survie ou le rétablissement de la population.
Inconnu	Aucune connaissance, documentation ou donnée antérieure pour orienter l'évaluation de la gravité de la menace pour la population.
Certitude causale	
Très élevée (1)	Des preuves très solides indiquent que la menace se réalise et que l'ampleur des répercussions sur la population peut être quantifiée.
Élevée (2)	Des preuves concluantes établissent un lien de cause à effet entre la menace et le déclin de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.
Moyenne (3)	Certaines preuves établissent un lien de cause à effet entre la menace et le déclin de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.
Faible (4)	Il y a des preuves limitées soutenant un lien théorique entre la menace et les déclins de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.
Très faible (5)	Il y a un lien plausible sans aucune preuve indiquant que la menace entraîne un déclin de la population ou met en péril sa survie ou son rétablissement.
Réalisation de la menace à l'échelle de la population	
Passée	On sait qu'une menace s'est concrétisée par le passé et a eu un impact négatif sur la population.
Actuelle	Une menace qui existe actuellement et qui a un impact négatif sur la population.
Anticipée	Une menace dont on anticipe la concrétisation à l'avenir et qui aura un impact négatif sur la population.

Terme	Définition
Fréquence de la menace à l'échelle de la population	
Unique	La menace se réalise une fois.
Récurrente	La menace se réalise périodiquement ou à répétition.
Continue	La menace se réalise sans interruption.
Étendue de la menace à l'échelle de la population	
Considérable	De 71 à 100 % de la population est touchée par la menace.
Vaste	De 31 à 70 % de la population est touchée par la menace.
Étroite	De 11 à 30 % de la population est touchée par la menace.
Limitée	De 1 à 10 % de la population est touchée par la menace.

Tableau 6. Évaluation des menaces à l'échelle de l'espèce pour le chat-fou au Canada, fondée sur une synthèse de l'évaluation des menaces à l'échelle de la population. L'évaluation des menaces à l'échelle de l'espèce conserve le niveau de risque le plus élevé pour toute population, toutes les catégories de réalisation et de fréquence des menaces sont conservées, et l'étendue de la menace à l'échelle de l'espèce est établie comme étant le mode de l'étendue des menaces à l'échelle de la population. Le chiffre entre parenthèses représente le niveau de certitude causale associé à l'impact de la menace (1 = très élevé; 2 = élevé; 3 = moyen; 4 = faible; 5 = très faible).

Catégorie de menace	Sous-catégorie	Détails	Risque de menace à l'échelle de l'espèce	Réalisation de la menace à l'échelle de l'espèce	Fréquence de la menace à l'échelle de l'espèce	Étendue de la menace à l'échelle de l'espèce
Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	-	Gobie à taches noires, gobie de la mer Noire, moules dreissenidées	Moyen (4)	Passée, actuelle, anticipée	Continue	Considérable
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	-	Changements dans les conditions de débit (sécheresses, tempêtes violentes), changements généralisés du réseau trophique	Moyen (4)	Passée, actuelle, anticipée	Récurrente	Vaste
Pollution	Effluents agricoles et sylvicoles	Pesticides (Bayluscide, glyphosate)	Élevé (2)	Passée, actuelle, anticipée	Récurrente	Vaste
		Charges en éléments nutritifs	Faible (5)	Passée, actuelle, anticipée	Continue	Vaste
		Sédimentation	Moyen (5)	Passée, actuelle, anticipée	Continue	Vaste
	Effluents industriels et militaires	Industrie pétrolière et chimique (BPC, HAP, métaux, huiles, graisses)	Moyen (5)	Passée, actuelle, anticipée	Continue	Vaste

Catégorie de menace	Sous-catégorie	Détails	Risque de menace à l'échelle de l'espèce	Réalisation de la menace à l'échelle de l'espèce	Fréquence de la menace à l'échelle de l'espèce	Étendue de la menace à l'échelle de l'espèce
	Eaux usées domestiques et urbaines	Chlorure, métaux et composés inorganiques provenant des routes; éléments nutritifs et composés œstrogéniques provenant des eaux usées	Faible (5)	Passée, actuelle, anticipée	Continue	Vaste
Corridors de transport et de service	Voies de transport par eau	Chenaux dragués	Moyen (2)	Passée, actuelle, anticipée	Récurrente	Vaste

Modélisation du rétablissement (objectifs de rétablissement et dommages admissibles)

La modélisation du potentiel de rétablissement a été réalisée en trois étapes principales. Tout d'abord, on a compilé l'information sur les taux vitaux pour créer des matrices de projection qui intègrent l'incertitude des paramètres, la stochasticité et la dépendance à la densité. Ensuite, l'effet des dommages anthropiques sur les populations a été quantifié grâce à des analyses de l'élasticité et des simulations. Enfin, des estimations des objectifs de rétablissement pour l'abondance et l'habitat ont été réalisées en fonction de l'estimation de la population minimale viable (PMV) et de la superficie minimale pour la viabilité de la population. Veuillez consulter Fung et Koops (2024) pour obtenir les méthodes complètes.

Dommages admissibles

L'incidence des dommages anthropiques sur les populations de chats-fous du Nord a été évaluée à l'aide d'une analyse d'élasticité déterministe sur la croissance des populations et sur les densités des stades du cycle vital, et au moyen de simulations des populations. Cette combinaison de méthodes a permis d'évaluer les répercussions des changements des taux vitaux sur le taux de croissance d'une population dans des situations de changements permanents (élasticité) et de dommages transitoires/périodiques (simulations).

Les populations de chats-fous du Nord sont le plus sensibles aux changements touchant la survie des juvéniles, suivis par la fertilité et la survie des jeunes de l'année; la survie des adultes a eu le moins d'impact. Les tendances liées à ces résultats ne changent pas dans le cadre de scénarios caractérisés par des taux de croissance démographique différents, bien que le degré de sensibilité à la modification des taux vitaux (c.-à-d., les valeurs d'élasticité) diffère légèrement. Lorsqu'il est question d'influence de la densité, on constate que la survie des juvéniles a encore eu la plus grande influence sur l'abondance des adultes, suivie par la survie des jeunes de l'année; la survie des jeunes de l'année, suivie par la capacité limite des œufs, a eu la plus grande influence sur l'abondance des juvéniles. En fonction de la valeur médiane de l'élasticité de la survie des juvéniles sur la population adulte, une réduction du taux de survie des juvéniles d'environ 9 % entraînerait un déclin de la population adulte de 25 % par rapport à sa capacité limite initiale. Les résultats de la simulation évaluant les conséquences des perturbations périodiques ont également montré que le stade de juvénile était le plus sensible, suivi une fois encore par les dommages au stade de jeune de l'année et, enfin, par les dommages au stade d'adulte. Les relations entre des activités anthropiques particulières et les changements dans les taux vitaux n'ont pas encore été établies pour le chat-fou du Nord, mais les analyses d'élasticité peuvent être utiles pour guider les décisions fondées sur la taille d'une population connue (ou estimée) et le niveau de dommage attendu.

Objectifs de rétablissement

Abondance (population minimale viable)

Le concept de durabilité démographique a été utilisé afin de déterminer les cibles potentielles de rétablissement du chat-fou du Nord en utilisant le concept de la PMV. La PMV a été évaluée au moyen de simulations stochastiques de la population dépendantes de la densité. On a effectué les simulations pour une période de 100 ans en utilisant des abondances initiales allant de 100 à 10 000 femelles adultes et en incorporant différentes fréquences (de 5 à 20 % par génération) et degrés de gravité (déclin de 50 à 100 % de la taille de la population) en ce qui concerne les événements catastrophiques pour tenir compte des incertitudes de la nature; ces simulations ont par ailleurs utilisé un seuil de quasi-extinction de 25 femelles adultes, en dessous duquel une population est probablement non viable.

La taille estimée de la PMV était d'environ 2 400 (IC : 700 à 5 600) femelles adultes avec un risque d'extinction de 5 % et d'environ 7 900 femelles adultes (IC : 2 400 à 18 600) avec un risque d'extinction de 1 %. Compte tenu de la répartition stable selon l'âge pour le chat-fou du Nord, soit 84 % de juvéniles (âges 1-2) et 16 % d'adultes (âges 3-5), et d'un rapport des sexes de 1:1, le nombre de femelles adultes peut être converti en une taille de population totale d'environ 29 000 individus (IC : 8 900 à 68 000) avec une probabilité de persistance de 95 % sur 100 ans, et d'environ 97 000 individus (IC : 29 000 à 230 000) avec une probabilité de persistance de 99 % sur 100 ans. Ces valeurs de PMV ont été estimées pour une population isolée. Si les populations de chat-fou du Nord des localités occupées sont isolées les unes des autres sur le plan de la reproduction, la valeur de PMV doit être appliquée à chaque population individuelle.

Selon cette analyse, l'âge à la maturité était de 3 ans, et l'âge maximal était de 5 ans; toutefois, le chat-fou du Nord peut atteindre la maturité à l'âge de 2 ans et vivre jusqu'à l'âge maximum de 6 ans. Au cas où ces scénarios de rechange concernant le cycle vital s'avéraient exacts, les tailles révisées de la PMV sont présentées dans le Tableau 7.

Tableau 7. Valeurs de la PMV et de l'IC à 95 % pour deux scénarios de rechange concernant le cycle vital (maturité à l'âge de 2 ans et longévité jusqu'à 6 ans) par rapport au scénario standard. Les valeurs de PMV ont été estimées pour une probabilité de persistance de 99 % sur 100 ans. Les valeurs sont présentées pour les femelles adultes et pour tous les individus de 1 an et plus.

Scénarios	PMV – Femelles adultes	PMV – Individus de 1 an et plus
Maturité à 3 ans, longévité jusqu'à 5 ans (scénario standard)	7 900 (2 400 à 18 600)	97 000 (29 000 à 230 000)
Maturité à 2 ans	9 400 (2 500 à 24 000)	52 000 (14 000 à 133 000)
Longévité jusqu'à 6 ans	7 000 (2 100 à 17 000)	80 000 (24 000 à 193 000)

Habitat (superficie minimale pour une population viable)

La superficie minimale pour une population viable (SMPV) correspond à la quantité d'habitat nécessaire pour soutenir une population de la taille de la PMV; elle est estimée comme étant la PMV divisée par la densité moyenne de la population. Les densités ont été estimées à 0,57 ($\pm 0,30$), 0,51 ($\pm 0,29$) et 0,60 ($\pm 0,29$) individu par 100 m² pour les rivières Détroit, Sainte-Claire et Thames, respectivement. Ces estimations ont été calculées d'après les données établies par relevé au chalut lorsque la zone d'échantillonnage était disponible (Smyth et Drake 2021; Tableau 1). La SMPV pour une population totale de 97 000 chats-fous du Nord (c.-à-d., PMV avec un risque d'extinction de 1 %) serait d'environ 1 700 ha pour la rivière Détroit, d'environ 1 900 ha pour la rivière Sainte-Claire et d'environ 1 600 ha pour la rivière Thames.

De plus, des estimations de densité théoriques ont été établies d'après la relation entre la longueur et le poids par individu de la zone pour les habitats lacustres et fluviaux (Randall *et al.* 1995), corrigée pour la répartition stable selon l'âge. Cette démarche a donné des estimations de densité allant de 4,65 (à l'âge 1) à 0,12 (à l'âge 5) poissons/m² pour les milieux lacustres, et de 11,87 à 0,4 poissons/m² pour les milieux fluviaux. De même, on a pu établir une SMPV d'environ 13,9 ha pour les milieux lacustres, et d'environ 4,5 ha pour les milieux

riverains. L'écart important entre les résultats liés à la SMPV est dû aux différences entre les estimations empiriques de la densité et les estimations théoriques.

Temps de rétablissement

Comme on ne connaît pas l'abondance des populations de chats-fous en Ontario, le temps de rétablissement a été estimé à l'aide de simulations effectuées avec, au départ, une taille de population initiale fixée à 10 % de la PMV. Cette approche donne les temps de rétablissement les plus longs pour une population viable. Ces simulations reflètent une situation où la quantité d'habitat disponible est suffisante ou qui permet une élimination de menaces ou de concurrents de sorte que les taux vitaux reviennent à un état qui permet à la population de croître et d'atteindre la capacité limite. Les simulations intégraient la stochasticité, la dépendance à la densité et les événements catastrophiques, de la même manière que les simulations de la PMV. Les simulations de rétablissement ont permis une répartition des temps de rétablissement, mais le temps médian de rétablissement était de 17 ans, et 95 % des populations se sont rétablies en 58 ans ou moins.

Mesures d'atténuation et solutions de rechange

Il est possible de limiter les menaces qui pèsent sur la survie et le rétablissement de l'espèce en adoptant des mesures d'atténuation qui réduiront ou élimineront les effets néfastes susceptibles de découler des projets qui sont réalisés dans l'habitat du chat-fou du Nord. On a effectué un examen pour résumer les types d'ouvrages, d'entreprises et d'activités réalisés dans l'habitat occupé par le chat-fou du Nord au Canada pendant la période allant de novembre 2013 à août 2022 (Tableau 8). Les renseignements détaillés se trouvent dans Colm *et al.* (2024). Les types de projets les plus fréquents étaient liés à la protection du littoral, à l'infrastructure de la navigation de plaisance et des marinas (p. ex. les hangars à bateaux, les rampes de mise à l'eau, les brise-lames, les quais, les jetées), aux autres infrastructures (ponts/ponceaux) et au dragage et à l'excavation. En supposant que les futures pressions exercées par l'aménagement seront similaires aux pressions antérieures, il est à prévoir que des types de projets similaires continueront, dans les années à venir, d'être réalisés dans l'habitat du chat-fou du Nord ou à proximité.

Des directives ont été élaborées sur les mesures d'atténuation des 18 séquences des effets pour la protection des espèces aquatiques en péril dans la région de l'Ontario et des Prairies (anciennement région du Centre et de l'Arctique) (Coker *et al.* 2010), qu'il faut consulter lorsque l'on envisage des mesures d'atténuation et des stratégies de rechange pour les menaces liées à l'habitat. Le MPO a également élaboré un code de pratique pour le dragage d'entretien périodique lié à la navigation à consulter pour les projets de dragage menés dans les rivières Détroit et Sainte-Claire (MPO 2022). Le chat-fou du Nord semble utiliser tous les objets servant d'abri disponibles (p. ex. les grandes dalles rocheuses, les rochers, les rondins et autres débris ligneux grossiers, les boîtes de conserve, les bouteilles, les nids artificiels) pour se protéger et nicher, et il est important de s'assurer que de tels objets servant d'abri sont disponibles pour l'espèce à la suite de modifications de l'habitat, particulièrement pendant la saison de fraie. Des mesures d'atténuation supplémentaires et des mesures de rechange liées aux applications d'un traitement anti-lamproies pour lutter contre la lamproie marine, ainsi que d'autres préoccupations liées aux espèces envahissantes sont énumérées ci-dessous.

Tableau 8. Menaces pesant sur les populations canadiennes de chats-fous du Nord et séquences des effets associées à chaque menace; ce tableau complète l'ouvrage de Coker et al. (2010) et présente les détails sur les mesures d'atténuation de chaque menace liée à l'habitat. 1 – Élimination de la végétation; 2 – Nivellement; 3 – Excavation; 4 – Utilisation d'explosifs; 5 – Utilisation d'équipement industriel; 6 – Nettoyage ou entretien de ponts et d'autres structures; 7 – Plantation riveraine; 8 – Paissance du bétail sur le bord des cours d'eau; 9 – Relevés sismiques dans l'eau; 10 – Mise en place de matériaux ou de structures dans l'eau; 11 – Dragage; 12 – Extraction d'eau; 13 – Gestion des déchets organiques; 14 – Gestion des eaux usées; 15 – Ajout ou élimination de végétation aquatique; 16 – Modification de la période, de la durée et de la fréquence du débit; 17 – Problèmes associés au passage des poissons; 18 – Retrait des structures.

Ouvrage, entreprise ou activité	Menaces (associées aux ouvrages, entreprises ou activités)						Cours d'eau/plan d'eau (nombre de projets entre 2013 et 2022)			
	Pollution : pesticides	Pollution : charges en éléments nutritifs	Pollution : sédimentation	Pollution : effluents industriels	Pollution : eaux usées domestiques et	Corridors de transport et de service	Rivière Sainte-Claire	Lac Sainte-Claire	Rivière Thames	Rivière Détroit
Séquences des effets applicables (Coker et al. 2010) pour l'atténuation des menaces	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18	1, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18	1, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18	1, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18	-			
Franchissements de cours d'eau (ponts, ponceaux, tranchées ouvertes)	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-	1	1
Travaux sur les berges (p. ex. stabilisation, remblai, murs de soutènement, gestion de la végétation riveraine)	✓	-	✓	✓	✓	✓	4	9	-	8
Travaux dans les cours d'eau (entretien des chenaux, restauration, modifications, réorientation, dragage et enlèvement de la végétation aquatique)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	5	4	-	4

Ouvrage, entreprise ou activité	Menaces (associées aux ouvrages, entreprises ou activités)						Cours d'eau/plan d'eau (nombre de projets entre 2013 et 2022)			
	Pollution : pesticides	Pollution : charges en éléments nutritifs	Pollution : sédimentation	Pollution : effluents industriels	Pollution : eaux usées domestiques et	Corridors de transport et de service	Rivière Sainte-Claire	Lac Sainte-Claire	Rivière Thames	Rivière Détroit
Séquences des effets applicables (Coker et al. 2010) pour l'atténuation des menaces	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18	1, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18	1, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18	1, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18	-			
Gestion de l'eau (gestion des eaux de ruissellement, prélèvement d'eau)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-
Structures dans l'eau (rampes de mise à l'eau, quais, émissaires d'évacuation, prises d'eau, barrages)	-	✓	✓	✓	✓	✓	5	6	-	3
Introductions d'espèces envahissantes (accidentelles et intentionnelles)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Application de Bayluscide granulaire

Le Bayluscide granulaire est un traitement chimique anti-lamproies appliqué à de nombreux endroits dans le bassin des Grands Lacs, plus particulièrement dans des affluents où l'on trouve des types de substrats mous, pour évaluer la présence de la lamproie marine envahissante et lutter contre cette dernière. Des inquiétudes ont été soulevées quant aux répercussions que l'application du traitement anti-lamproies peut avoir sur les espèces non ciblées, notamment les espèces de poissons et de moules dont la conservation est préoccupante. Des avis scientifiques ont été élaborés dans le but de quantifier et d'atténuer les répercussions et sont résumés ci-dessous (MPO 2021).

Mesures d'atténuation

- La diminution du nombre ou de la taille des sites d'application réduit la fourchette de résultats de la mortalité (c.-à-d., le résultat moyen est peu susceptible de changer, mais réduit la probabilité d'événements catastrophiques).
- La diminution de la fréquence des applications (d'une fois par an à une fois tous les dix ans) réduit la probabilité d'effondrement des populations de chats-fous du Nord. En général, les petites populations ont connu des diminutions proportionnelles de l'abondance plus importantes à la suite d'événements de mortalité, ce qui a eu des conséquences plus importantes à l'échelle de la population.
- D'autres mesures d'atténuation existent, telles que la réduction des concentrations cibles de Bayluscide granulaire, l'application du produit dans les zones situées en dehors de l'habitat essentiel ou en dehors des parcelles à haute densité d'espèces en péril, la récupération ou l'exclusion des poissons et des moules dont la conservation est préoccupante avant l'application du produit, et l'application saisonnière de Bayluscide granulaire en dehors des périodes de reproduction. Avant de les mettre en œuvre, il convient de tester empiriquement les mesures d'atténuation pour s'assurer que les avantages escomptés pour les espèces dont la conservation est préoccupante sont réalisés.

Espèces envahissantes

Le gobie à taches noires (et peut-être le gobie de la mer Noire) a probablement déjà une incidence sur le chat-fou du Nord, car il entre en compétition avec lui pour la nourriture et les sites de nidification. D'autres espèces aquatiques envahissantes (EAE), notamment les poissons benthiques ou les écrevisses, peuvent entrer en compétition avec le chat-fou du Nord pour les ressources ou s'en nourrir.

Mesures d'atténuation

- Établir des zones d'exclusion des EAE dans les endroits qui, d'après les rapports, comprennent un habitat convenable pour le chat-fou du Nord.
- Élaborer des campagnes de sensibilisation du public et encourager l'utilisation des systèmes de signalement des espèces envahissantes existants (p. ex. la ligne d'urgence du Programme de sensibilisation aux espèces envahissantes de l'Ontario, EDDMapS).
- Enlever physiquement les espèces non indigènes des zones qu'on sait occupées par le chat-fou du Nord.
- Effectuer une surveillance ou un suivi de la détection précoce des espèces envahissantes qui peuvent avoir un effet négatif direct sur les populations de chats-fous du Nord ou sur l'habitat de prédilection du chat-fou du Nord.

- Élaborer un plan d'intervention portant sur les risques possibles, les répercussions ainsi que les mesures proposées si la surveillance permet de détecter l'arrivée ou l'établissement d'une espèce exotique ou envahissante.

Solutions de rechange

- Introductions non autorisées
 - Aucune
- Introductions autorisées
 - Ne pas ensemercer des espèces non indigènes dans les zones fréquentées par chat-fou du Nord.
 - Ne pas améliorer l'habitat d'espèces non indigènes dans les zones fréquentées par le chat-fou du Nord.
 - Respecter le *Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques* pour toute introduction d'organisme aquatique (MPO 2017).

Sources d'incertitude

- Il existe une incertitude quant aux paramètres du cycle vital utilisés dans la modélisation, notamment : l'âge à la maturité (c.-à-d., 2 ou 3 ans), la fécondité (actuellement basée sur une petite taille d'échantillons), le taux et la gravité des catastrophes, la survie des jeunes de l'année, la structure selon l'âge et les estimations de la mortalité (basées sur des données regroupées et produites à partir de spécimens dont l'âge a été déterminé selon une clé de longueur selon l'âge). La plupart des paramètres ont été estimés à partir d'individus recueillis dans la rivière Sainte-Claire et ont été appliqués aux deux autres rivières.
- Les estimations d'abondance et de densité, ainsi que leurs tendances au fil du temps, font défaut. Les estimations empiriques de la densité sont basées sur des données d'échantillonnage provenant de projets de chalutage non liés où la zone échantillonnée a été mesurée et ne tiennent pas compte de la détection imparfaite, tandis que les estimations théoriques supposent que la capacité de production des populations est à son maximum, ce qui peut ne pas être vrai. Un échantillonnage normalisé au fil du temps permettrait d'obtenir des estimations plus fiables de l'abondance et de la trajectoire. Un échantillonnage conçu pour estimer la densité serait utile pour comprendre laquelle des estimations empiriques ou théoriques utilisées convient le mieux, et pourrait améliorer les calculs de la SMPV.
- Des lacunes subsistent dans la répartition. On ne sait pas dans quelle mesure l'espèce utilise le lac Sainte-Claire; les détections sont sporadiques, sauf dans l'extrémité sud-ouest près de l'embouchure de la rivière Détroit, et les preuves génétiques indiquent que ce réseau hydrographique constitue une barrière aux déplacements. L'espèce n'a pas été détectée dans la rivière Sydenham depuis 1975, et on pense qu'elle en est disparue, mais elle pourrait persister en faible abondance. L'ADN environnemental du chat-fou du Nord a été détecté dans la rivière Grand et la rivière Thames (en amont de l'aire de répartition connue), mais des spécimens vivants sont nécessaires pour confirmer ces résultats.
- La structure génétique de la population de la rivière Thames et son lien avec la structure de la population des rivières Détroit et Sainte-Claire sont inconnus. Cela pourrait influencer sur l'interprétation des estimations de la PMV et de la SMPV.

- L'étendue de l'habitat dans les quatre localités offrant une profondeur, un débit et des substrats appropriés est inconnue, tout comme les besoins saisonniers en matière d'habitat par stade du cycle vital, en particulier pour les jeunes de l'année et les juvéniles.
- Le mécanisme d'impact, ainsi que l'étendue et l'ampleur des menaces, notamment les interactions avec les espèces envahissantes, les changements climatiques, les impacts de divers polluants (Bayluscide granulaire, substances toxiques dans le réseau hydrographique des rivières Sainte-Claire et Détroit) et les tolérances environnementales (p. ex. à la turbidité), sont inconnus.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Considérations sur l'échantillonnage

Le chat-fou du Nord est une petite espèce cryptique qui occupe des milieux difficiles à échantillonner, et qui peut se cacher dans des crevasses ou sous des objets servant d'abris. Il est actif pendant la nuit, ce qui peut présenter des défis logistiques pour l'échantillonnage. Les observations sur le terrain au cours de l'échantillonnage ont indiqué que le chat-fou du Nord occupe des zones de transition entre les berges peu profondes et les chenaux profonds intérieurs des rivières; il est donc difficile de maintenir une inclinaison appropriée de l'équipement et de situer ces localités sans un balayage latéral considérable au préalable (Lamothe *et al.* 2020). La pêche à la senne s'est avérée efficace pour échantillonner d'autres espèces rares de chat-fou lorsque l'habitat est peu profond, surtout lorsqu'elle est combinée à un échantillonnage par retournement et un balayage ou lorsqu'un appareil portatif de pêche à l'électricité est utilisé (Fuselier et Edds 1994, Bulger et Edds 2001, Tiemann et Tiemann 2004). Wagner *et al.* (2019) ont constaté qu'une senne doit être utilisée sur dix transects de 100 m pour être certain à 95 % que le *Noturus gladiator* (étroitement apparenté au chat-fou du Nord et occupant des milieux semblables) est réellement absent; la pêche à la senne s'est révélée 6,7 fois plus efficace pour détecter cette espèce que l'autre méthode efficace, à savoir l'utilisation d'un appareil portatif de pêche à l'électricité). Cette étude a également démontré que les sennes étaient moins sélectives en ce qui concerne la taille que les pièges à ménés ou les appareils portatifs de pêche à l'électricité, qui sélectionnent tous deux les individus de grande taille. Les chaluts benthiques se sont avérés efficaces pour capturer des jeunes de l'année, des juvéniles et des adultes (LT de 19 à 130 mm) de l'espèce chat-fou du Nord en Ontario, mais de nombreux traits répétés sont nécessaires (11 à 16 non-détections répétées) pour être certain à 95 % que l'espèce est réellement absente, selon la rivière (Lamothe *et al.* 2020). Les pièges à ménés de style Gee ont permis de capturer plus de 800 chats-fous du Nord dans le réseau hydrographique des rivières Sainte-Claire et Détroit de 2010 à 2022 (Utrup *et al.* 2023). Selon une étude d'évaluation des appâts, l'efficacité des pièges utilisant des vers comme appâts (lombrics communs) était environ 4,5 fois supérieure à celle des pièges utilisant du fromage comme appât, et bien supérieure aux pièges utilisant des appâts tels que la nourriture pour chiens ou ceux qui ne contiennent pas d'appât (Johnson *et al.* 2021). Ces pièges à ménés peuvent rebondir sur le fond s'ils sont installés dans des débits élevés et s'ils ne sont pas lestés correctement (Manny *et al.* 2014). Les pièges à ménés peuvent cependant être sélectifs sur le plan de la taille, capturant généralement des adultes dont la longueur totale est supérieure à 110 mm (Manny *et al.* 2014, Utrup *et al.* 2023). Des soucoupes de pots en terre cuite empilées ensemble comme structures de nidification artificielles placées le long de transects et fouillées par des plongeurs ont permis d'échantillonner d'autres chats-fous rares; cette méthode est probablement plus efficace pendant la saison de fraie, mais ces structures de nidification ont

également attiré des chats-fous qui s'en servent pour s'abriter en dehors de la saison de fraie (Midway *et al.* 2010a; Cope *et al.* 2019).

En plus d'être une stratégie d'échantillonnage utile, ces nids artificiels semblaient constituer une bonne mise en valeur de l'habitat. Certains des nids originaux ont été localisés par Cope et ses collaborateurs (2019) près de dix ans après avoir été placés pour la première fois par Midway et ses collaborateurs (2010a), et ils étaient occupés par des chats-fous. Ces nids en terre cuite ont été privilégiés par le *Noturus furiosus* par rapport aux objets servant d'abris naturels dans le cadre d'une étude de laboratoire (Midway *et al.* 2010b), et sont utilisés dans les projets d'élevage du *Noturus gladiator* dans une écloserie du Mississippi (M. Wagner, USWFS, comm. pers.).

LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Organisme d'appartenance
Dave Balint	MPO - Gestion des espèces en péril
Jason Barnucz	MPO - Science
Justin Chiotti	United States Fish and Wildlife Service - Alpena FWCO
Roanne Collins (coprésidente)	MPO - Science
Julia Colm	MPO - Science
Whitney Conard	University of Notre Dame
Andrew Drake	MPO - Science
Simon Fung	MPO - Science
Jan-Michael Hessenauer	Michigan Department of Natural Resources
Marten Koops	MPO - Science
Ashley Lindley	MPO - Programme de protection du poisson et de son habitat
Vicki McKay	Lower Thames Valley Conservation Authority
Emily Morton	MPO - Programme de protection du poisson et de son habitat
Craig Paterson	St. Clair Region Conservation Authority
Karine Robert (coprésidente)	MPO - Science
Ed Roseman	United States Geological Survey - Great Lakes Science Centre
Josh Stacey	MPO Gestion des espèces en péril
Gerald Tetreault*	Environnement et Changement climatique Canada Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario
Mike Thorn	University of Illinois (Urbana-Champaign)
Jeremy Tiemann	University of Illinois (Urbana-Champaign)
Brad Utrup	Michigan Department of Natural Resources
Adam van der Lee	MPO - Science
Matthew Wagner*	United States Fish and Wildlife Service

* Ils ont uniquement fourni des révisions par écrit.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs régional du 29 au 30 novembre 2022 sur l'évaluation actualisée du potentiel de rétablissement du chat-fou (*Noturus stigmosus*), 2012-2022. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, [sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

- Andrews, D.W., Smyth, E.R.B., Lebrun, D.E., Morris, T.J., McNichols-O'Rourke, K.A., et Drake, D.A.R. 2021. [Risque relatif des applications de Bayluscide granulaire pour les poissons et les moules dont la conservation est préoccupante dans le bassin des Grands Lacs](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/034. viii + 184 p
- Barnucz, J. and Drake, D.A.R. 2021. [Targeted Sampling for Northern Madtom \(*Noturus stigmosus*\) in the Lower East Sydenham River, Ontario, 2019](#). Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 1317. vi + 15 p
- Barnucz, J., Mandrak, N.E., Bouvier, L.D., Gaspardy, R., and Price, D.A. 2015. [Impacts of dredging on fish species at risk in Lake St. Clair, Ontario](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2015/018. v + 12 p.
- Bartlett, A.J., Struger, J., Grapentine, L.C., and Palace, V.P. 2016. Examining impacts of current-use pesticides in southern Ontario using in situ exposures of the Amphipod *Hyalella azteca*. Environ. Toxicol. Chem. 35(5): 1224–1238.
- Beermann, A.J., Elbrecht, V., Karnatz, S., Ma, L., Matthaei, C.D., Piggott, J.J., and Leese, F. 2018. Multiple-stressor effects on stream macroinvertebrate communities: A mesocosm experiment manipulating salinity, fine sediment and flow velocity. Sci. Total Environ. 601–611: 961–971.
- Boogaard, M.A., Erickson, R.A., and Hubert, T.D. 2016. Evaluation of avoidance behavior of Tadpole Madtoms (*Noturus gyrinus*) as a surrogate for the Endangered Northern Madtom (*Noturus stigmosus*) in response to Granular Bayluscide. U.S. Geological Survey Open-File Report 2016-1130, 6 p.
- Brinker, S. R., Garvey, M. and Jones, C. D. 2018. Climate change vulnerability assessment of species in the Ontario Great Lakes Basin. Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry, Science and Research Branch, Peterborough, ON. Climate Change Research Report CCRR-48. 85 p. + append.
- Bulger, A.G., and Edds, D.R. 2001. Population structure and habitat use in Neosho Madtom (*Noturus placidus*). Southwest. Nat. 46(1): 8–15.
- Burkett, E.M., and Jude, D.J. 2015. Long-term impacts of invasive Round Goby *Neogobius melanostomus* on fish community diversity and diets in the St. Clair River, Michigan. J. Great Lakes Res. 41(3): 862–872.
- Carman, S.M., Janssen, J., Jude, D.J., and Berg, M.B. 2006. Diel interactions between prey behaviour and feeding in an invasive fish, the round goby, in a North American river. Freshw. Biol. 51(4): 742–755.
- Coker, G.A., Ming, D.L., and Mandrak, N.E. 2010. [Mitigation guide for the protection of fishes and fish habitat to accompany the species at risk recovery potential assessments conducted by Fisheries and Oceans Canada \(DFO\) in Central and Arctic Region. Version 1.0](#). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2904. vi + 40 p.

- Colm, J.E., Thiessen, K.E., et Drake, D.A.R. 2024. [Renseignements à l'appui d'une évaluation actualisée du potentiel de rétablissement du chat-fou du Nord \(*Noturus stigmosus*\) au Canada, 2012–2021](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/006. v + 53 p.
- Conard, W.M. 2015. A population study of Northern Madtom in the St. Clair–Detroit River System, Michigan. M.Sc. thesis Natural Resources and Environment. University of Michigan, Ann Arbor, MI. 34 p.
- COSEPAC. 2012. [Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le Chat-fou du nord \(*Noturus stigmosus*\) au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xi + 43 p.
- Cope, W.R., Kwak, T.J., Black, T.R., and Pacific, K. 2019. Evaluation of artificial cover units as a sampling technique and habitat enhancement for madtoms in rivers. *N. Am. J. Fish. Manag.* 39(4): 778–787.
- Dextrase, A., Staton, S.K., and Metcalfe-Smith, J.L. 2003. National recovery strategy for species at risk in the Sydenham River: an ecosystem approach. National Recovery Plan no. 25. Recovery of Nationally Endangered Wildlife (RENEW): Ottawa, Ontario. 73 p.
- Doka, S., C. Bakelaar, and L. D. Bouvier. 2006. Chapter 6. Coastal wetland fish community assessment of climate change in the lower Great Lakes. Pages 101-128 in J. I. L. Mortsch, A. Hebb, and S. Doka, editor. *Great Lakes Coastal Wetland Communities: Vulnerability to Climate Change and Response to Adaptation Strategies*. Environment Canada and Fisheries and Oceans Canada, Toronto, ON. 251 pp.
- Edwards, A.L., Laurin, A.Y., and Staton, S.K. 2012. Recovery Strategy for the Northern Madtom (*Noturus stigmosus*) in Canada. *Species at Risk Act Recovery Strategy Series*. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa. viii + 42 pp.
- French, J.R.P., and Jude, D.J. 2001. Diets and diet overlap of nonindigenous gobies and small benthic native fishes co-inhabiting the St. Clair River, Michigan. *J. Great Lakes Res.* 27(3): 300–311.
- Firth, B.L., Poesch, M.S., Koops, M.A., Drake, D.A.R., and Power, M. 2021. Diet overlap of common and at-risk riverine benthic fishes before and after Round Goby (*Neogobius melanostomus*) invasion. *Biol. Invasions.* 23: 221–234.
- Fung, S.R. et Koops, M.A. 2024. [Modélisation du potentiel de rétablissement du chat-fou du Nord \(*Noturus stigmosus*\) au Canada](#). Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2024/005. iv + 25 p.
- Fuselier, L., and Edds, D. 1994. Seasonal variation in habitat use by the Neosho Madtom (Teleostei: Ictaluridae: *Noturus placidus*). *Southwest. Nat.* 39(3): 217–223.
- Gagné, F., Blaise, C., and Hellou, J. 2004. Endocrine disruption and health effects of caged mussels, *Elliptio complanata*, placed downstream from a primary-treated municipal effluent plume for 1 year. *Comp. Biochem. Physiol. Part C* 138(1): 33–44.
- Gagné, F., Bouchard, B., André, C., Farcy, E., and Fournier, M. 2011. Evidence of feminization of wild *Elliptio complanata* mussels in the receiving waters downstream of a municipal effluent outfall. *Comp. Biochem. Physiol. Part C* 153(1): 99–106.
- Gewurtz, S.B., Bhavsar, S.P., Jackson, D.A., Fletcher, R., Awad, E., Moody, R., and Reiner, E.J. 2010. Temporal and spatial trends of organochlorines and mercury in fishes from the St. Clair River/Lake St. Clair corridor, Canada. *J. Great Lakes Res.* 36(1): 100–112.

- Holm, E., Mandrak, N.E., and Burrige, M.E. 2009. The ROM field guide to freshwater fishes of Ontario. Royal Ontario Museum Science Publication. Toronto, Ontario. 462 p.
- Johnson, J.L., Chiotti, J.A., Briggs, A.S., Boase, J.C., Hessenauer, J.M., Roseman, E.F. 2021. Northern Madtom use of artificial reefs in the St. Clair–Detroit River System. *N. Am. J. Fish. Manag.* 41(Special issue 1): S42–S53.
- Kindree, M.M., and Mandrak, N.E. 2020. [Fish assemblage survey of the Detroit and St. Clair river:2007-2014](#). *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3204: viii + 70 p.
- Lamothe, K.A., Ziegler, J.P., Gaspardy, R., Barnucz, J., and Drake, D.A.R. 2020. Abiotic and biotic associations between the round goby *Neogobius melanostomus* and tubenose goby *Proterorhinus marmoratus* with the endangered northern madtom *Noturus stigmosus* in Canada. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshwat. Ecosyst.* 30(4): 691–700.
- Lemmen, D.S. and Warren, F.J. 2004. Climate change impacts and adaptation: a Canadian perspective. Natural Resources Canada: Ottawa, Ontario.
- MacInnis, A.J. 1998. Reproductive biology of the Northern Madtom, *Noturus stigmosus* (Pisces: Ictaluridae) in Lake St. Clair. *Can. Field-Nat.* 112(2): 245–249.
- Mandrak, N.E., Boyko, A.L, and Staton, S.S. 2014. [Assessment of Information Required for the Identification of Critical Habitat for Northern Madtom \(*Noturus stigmosus*\), Spotted Gar \(*Lepisosteus oculatus*\), Lake Chubsucker \(*Erimyzon sucetta*\) and Pugnose Shiner \(*Notropis anogenus*\) in Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/059. v + 44 p.
- Manny, B.A., Daley, B.A., Boase, J.C., Horne, A.N., and Chiotti, J.A. 2014. Occurrence, habitat, and movements of the endangered northern madtom (*Noturus stigmosus*) in the Detroit River, 2003–2011. *J. Great Lakes Res.* 40(2): 118–124.
- McCulloch, B.R. and Mandrak, N.E. 2012. [Information in support of a Recovery Potential Assessment of Northern Madtom \(*Noturus stigmosus*\) in Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/076. iv + 21 p.
- Midway, S.R., Kwak, T.J., and Aday, D.D. 2010a. Habitat suitability of the Carolina Madtom, an imperiled, endemic stream fish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 139(2): 325–338.
- Midway, S. R., Aday, D.D., Kwak, T.J., and Gross, K. 2010a. Cover preference of the Carolina Madtom (*Noturus furiosus*), an imperiled endemic southeastern stream fish. *J. Freshw. Ecol.* 25(1): 151–154.
- MPO. 2007a. [Protocole révisé pour l'exécution des évaluations du potentiel de rétablissement](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2007/039.
- MPO. 2007b. [Documentation de l'utilisation de l'habitat par les espèces en péril et quantification de la qualité de l'habitat](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2007/038.
- MPO. 2012. [Évaluation du potentiel de rétablissement du Chat-fou du Nord \(*Noturus stigmosus*\) au Canada](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2012/051.
- MPO. 2014. [Lignes directrices sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des répercussions écologiques pour les espèces en péril](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2014/013. (*Erratum*: juin 2016)
- MPO. 2016. [Chat-fou du Nord \(*Noturus stigmosus*\) : arrêté visant l'habitat essentiel](#). SOR/2016-81 le 2 mai 2016.

- MPO. 2017. [Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques](#). MPO 2017-1997.
- MPO. 2021. [Avis scientifique sur les dommages potentiels des applications de Bayluscide granulaire pour les espèces de poissons et de moules en péril](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/016.
- MPO. 2022. [Code de pratique: Dragage d'entretien périodique pour la navigation](#). (accessible depuis le 8 décembre 2022)
- Muttray, A.F., Muir, D.C.G., Tetreault, G.R., McMaster, M.E., and Sherry, J.P. 2020. Tissue contaminants and wild fish health in the St. Clair River Area of Concern – Part 2: Spatial trends and temporal declines in organics. *Sci. Total Environ.* 746: 1–15.
- Muttray, A.F., Muir, D.C.G., Tetreault, G.R., McMaster, M.E., and Sherry, J.P. 2021. Spatial trends and temporal declines in tissue metals/metalloids in the context of wild fish health at the St. Clair Area of Concern. *J. Great Lakes Res.* 47(3): 900–915.
- Page, L. M., and Burr, B.M. 2011. *Peterson Field Guide to Freshwater Fishes of North America North of Mexico*. Houghton Mifflin Company, Boston, MA. 688 p.
- Randall, R.G., Minns, C.K., and Kelso, J.R.M. 1995. Fish production in freshwaters: Are rivers more productive than lakes? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52(3): 631-643.
- Rodriguez, M.A., Marselli, G., and Mandrak, N.E. 2021. Responses of vulnerable fishes to environmental stressors in the Canadian Great Lakes basin. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 78(9): 1278–1292.
- Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield, A.J., Hioton-Taylor, C., Neugarten, R., Butchart, S.H.M., Collen, B., Cox, N., Master, L.L., O'Conner, S., and Wilkie, S. 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: United classifications of threats and actions. *Conserv. Biol.* 22(4): 897–911.
- Scheibly, J.F. 2003. Life history of the northern madtom, *Noturus stigmosus* (Siluriformes: Ictaluridae) in the Licking River, Kentucky. Thesis (M.Sc.) Morehead State University, Morehead, Kentucky. 86 p.
- Scheibly, J.F., Eisenhour, D.J., and Eisenhour, L.V. 2008. Reproductive biology of the Northern Madtom, *Noturus stigmosus* (Siluriformes: Ictaluridae) from the Licking River, Kentucky. *J. KY Acad. Sci.* 69(2): 178–186.
- Scott, W.B. and Crossman, E.J. 1973. *Freshwater fishes of Canada*. Fish. Res. Board Can. Bull. 184. xiii + 966 p.
- Smyth, E.R.B., et Drake, D.A.R. 2021. [Estimation de la mortalité des poissons et des moules dont la conservation est préoccupante résultant des applications de Bayluscide dans quatre rivières du corridor Huron-Érié](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/035. xi + 202 p.
- Taylor, W.R. 1969. A revision of the catfish genus *Noturus* Rafinesque with an analysis of higher groups in the Ictaluridae. *U. S. National Museum Bulletin* 282: 1–315.
- Tetreault, G.R., Bennett, C.J., Shires, K., Knight, B., Servos, M.R., and McMaster, M.E. 2011. Intersex and reproductive impairment of wild fish exposed to multiple municipal wastewater discharges. *Aquat. Toxicol.* 104(3-4): 278–290.

- Tiemann, J.S., and Tiemann, B. L. (2004). Diel periodicity of a small Midwestern stream riffle fish assemblage, with comments on electroshocking and kick seining comparisons. INHS Center for Biodiversity.
- Utrup, B.E., Hessenauer, J.-M., Briggs, A.S., Scribner, K.T., Kanefsky, J., and Wills, T.C. 2023. Biological Investigation of the endangered Northern Madtom (*Noturus stigmosus*) in the North Channel of the St. Clair River. N. Am. J. Fish. Manage. DOI: 10.1002/nafm.10886.
- Wagner, M.D., Schumann, D.A., and Smith, B.J. 2019. Gear effectiveness and size selectivity for five cryptic madtom species (*Noturus* spp.). J. Appl. Ichthyol. 35(3): 673–682.
- Wenke, T.L., Eberle, M.E., Ernsting, G.W., and Stark, W.J. 1992. Winter collections of the Neosho Madtom (*Noturus placidus*). Southwest. Nat. 37(3): 330–333.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région de l'Ontario et des Prairies
Pêches et Océans Canada
200, rue Kentk
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

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

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

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-69560-0 N° cat. Fs70-6/2024-003F-PDF

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du ministère des Pêches et des Océans, 2024



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2024. Mise à jour de l'évaluation du potentiel de rétablissement du chat-fou du Nord (*Noturus stigmosus*) au Canada, 2012 à 2021. Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis sci. 2024/003.

Also available in English:

DFO. 2024. Updated Recovery Potential Assessment for Northern Madtom (*Noturus stigmosus*) in Canada, 2012-2021. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2024/003.