

Rapport sur les progrès de la mise en œuvre du plan de gestion du kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs (*Coregonus kiyi kiyi*) au Canada pour la période 2016 à 2021

Kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs



2023

Référence recommandée :

Pêches et Océans Canada. 2023. Rapport sur les progrès de la mise en œuvre du plan de gestion du kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs (*Coregonus kiyi kiyi*) au Canada pour la période 2016 à 2021. Série de plans de gestion de la *Loi sur les espèces en péril*. Pêches et Océans Canada, Ottawa. iii + 35 p.

Pour télécharger le présent rapport sur les progrès ou pour obtenir un complément d'information sur les espèces en péril, y compris les rapports de situation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), les programmes de rétablissement, les descriptions de la résidence, les plans d'action et d'autres documents connexes sur le rétablissement, veuillez consulter le [Registre public des espèces en péril](#).

Illustration de la couverture : © Joseph Tomelleri

Also available in English under the title:

“Report on the Progress of Management Plan Implementation for the Kiyi, Upper Great Lakes (*Coregonus kiyi kiyi*) in Canada for the Period 2016 to 2021”

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représentée par la ministre des Pêches et des Océans, 2023. Tous droits réservés.

ISBN 978-0-660-49535-4

N° de catalogue En3-5/47-1-2023F-PDF

Le contenu du présent document (à l'exception de l'illustration de couverture) peut être utilisé sans autorisation, sous réserve de la mention de la source.

Préface

Aux termes de l'[Accord pour la protection des espèces en péril \(1996\)](#), les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux signataires ont convenu d'établir des lois et des programmes complémentaires pour assurer la protection des espèces en péril partout au Canada. L'article 72 de la *Loi sur les espèces en péril* (L.C. 2002, ch. 29) [LEP] impose aux ministres compétents d'établir un rapport sur la mise en œuvre du plan de gestion d'une espèce en péril et sur les progrès réalisés pour atteindre ses objectifs dans les cinq années suivant sa publication dans le Registre public des espèces en péril et tous les cinq ans par la suite, jusqu'à ce que les objectifs aient été atteints ou que l'espèce devienne menacée ou en voie de disparition aux termes de la LEP.

Pour rendre compte des progrès de la mise en œuvre d'un plan de gestion, il faut présenter les efforts collectifs déployés par les ministres compétents, les gouvernements provinciaux et territoriaux et toutes les autres parties concernées qui mènent des activités contribuant à la conservation de l'espèce en péril dont il est question. Le plan de gestion décrit les grandes stratégies et les mesures de conservation qui offriront les meilleures chances de conserver l'espèce en péril. Quelques-unes des stratégies et mesures décrites font suite à la progression ou à l'achèvement d'autres stratégies et mesures; elles ne peuvent pas toutes être entreprises ou afficher des progrès importants au cours de la période couverte par un rapport sur les progrès de la mise en œuvre du plan de gestion (ci-après appelé « rapport sur les progrès »).

La ministre des Pêches et des Océans et le ministre responsable de l'Agence Parcs Canada sont les ministres compétents en vertu de la LEP à l'égard du kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs, et ils ont préparé le présent rapport sur les progrès.

Comme l'indique le préambule de la LEP, la réussite de la conservation d'une espèce en péril dépendra de l'engagement et de la collaboration d'un grand nombre de groupes différents qui participeront à la mise en œuvre des orientations formulées dans le plan de gestion. Cette réussite ne pourra pas reposer uniquement sur Pêches et Océans Canada et l'Agence Parcs Canada, ou sur toute autre autorité responsable. Les coûts associés à la conservation des espèces en péril sont partagés entre les différentes autorités responsables. Tous les Canadiens et les Canadiennes sont invités à appuyer le « Plan de gestion pour kiyi, des Grands Lacs supérieurs (*Coregonus kiyi kiyi*) au Canada » et à contribuer à sa mise en œuvre pour le bien de l'espèce et de l'ensemble de la société canadienne.

Remerciements

Le présent rapport sur les progrès a été préparé par Kurtis Smith, Peter Jarvis et Joshua Stacey (Pêches et Océans Canada). Dans la mesure du possible, il a été préparé à partir des renseignements fournis par Mark Vinson, Daniel Yule et Darryl Hondorp (United States Geological Survey), Thomas Pratt (Pêches et Océans Canada) et Eric Berglund (ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario). Pêches et Océans Canada souhaite également remercier toutes les personnes et les organisations qui ont contribué à la conservation du kiyi et qui ont examiné le présent document.

Sommaire

Le kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs (*Coregonus kiyi kiyi*), ci-après appelé « kiyi », a été inscrit en tant qu'espèce préoccupante à la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en 2005. Le « Plan de gestion pour kiyi, des Grands Lacs supérieurs (*Coregonus kiyi kiyi*) au Canada » a été publié dans le Registre public des espèces en péril en 2016.

La principale menace anthropique recensée dans le plan de gestion du kiyi est l'introduction d'espèces invasives. Parmi les autres menaces, citons les apports de contaminants, la charge en éléments nutritifs, les changements climatiques, les maladies et les pressions exercées par la pêche.

Le but du plan de gestion du kiyi est d'assurer la survie à long terme de l'espèce dans l'ensemble de son aire de répartition actuelle dans le lac Supérieur.

Le « Rapport sur les progrès de la mise en œuvre du plan de gestion du kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs (*Coregonus kiyi kiyi*) au Canada pour la période 2016 à 2021 » fait état des progrès réalisés dans la mise en œuvre du plan de gestion du kiyi entre 2016 et 2021. Il résume les progrès réalisés par Pêches et Océans Canada, l'Agence Parcs Canada, des organismes provinciaux de l'Ontario, des offices de protection de la nature et d'autres intervenants dans la mise en œuvre du plan de gestion et l'atteinte de ses objectifs. Pendant cette période, des progrès ont été réalisés en ce qui concerne :

- la réalisation de relevés de la population et la surveillance de l'habitat pour mieux comprendre la dynamique de la population de kiyi dans le lac Supérieur (en raison de la pandémie de COVID-19, l'échantillonnage a été fortement restreint en 2020 et 2021)
- la collaboration avec des réseaux existants afin de coordonner la mise en œuvre des mesures de gestion profitant au kiyi
- la recherche sur la quantité et la qualité de l'habitat nécessaires pour assurer la conservation à long terme du kiyi
- l'évaluation des menaces pour déterminer les facteurs susceptibles de nuire au kiyi (par exemple, les espèces invasives, l'eutrophisation, les maladies)
- la sensibilisation aux espèces aquatiques, le signalement et la surveillance de celles-ci, et la promotion de l'utilisation de pratiques exemplaires de gestion qui contribueront à réduire leurs effets sur le kiyi

Des progrès substantiels ont été réalisés en vue de l'atteinte des objectifs de gestion du kiyi au Canada grâce à ces activités en cours ou terminées. L'échantillonnage continu de la communauté de poissons dans le lac Supérieur a révélé des tendances temporelles dans l'abondance et la répartition du kiyi. Toutefois, plusieurs des questions de recherche découlant du plan de gestion demeurent sans réponse. Par exemple, des recherches et des relevés supplémentaires sont nécessaires pour déterminer les principaux moteurs de la dynamique de la population de kiyi. De plus, toujours à l'appui des objectifs de gestion, la quantité et la qualité de l'habitat nécessaires pour assurer la conservation à long terme du kiyi restent à déterminer. Pour cette raison, il pourrait s'avérer utile d'axer de futures activités de gestion sur des efforts visant à combler les lacunes dans les connaissances.

Table des matières

Préface	i
Remerciements.....	i
Sommaire	ii
1. Introduction	1
2. Contexte	2
2.1 Résumé de l'évaluation de l'espèce par le COSEPAC.....	2
2.2 Répartition	2
2.3 Menaces pesant sur le kiyi.....	6
2.4 Gestion	7
2.4.1 But.....	7
2.4.2 Objectifs.....	7
3. Progrès réalisés en matière de conservation	7
3.1 Mesures à l'appui des objectifs de gestion.....	8
4. Conclusion	29
5. Références	31

1. Introduction

Le « Rapport sur les progrès de la mise en œuvre du plan de gestion du kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs (*Coregonus kiyi kiyi*) au Canada pour la période 2016 à 2021 » (ci-après appelé « rapport sur les progrès ») souligne les progrès réalisés en vue d'atteindre les objectifs énumérés dans le « Plan de gestion pour kiyi, des Grands Lacs supérieurs (*Coregonus kiyi kiyi*) au Canada » pendant cette période¹. Il fait partie d'une série de documents consacrés à l'espèce qui devraient être pris en considération ensemble, notamment le rapport de situation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada ([COSEPAC 2005](#)) et le plan de gestion ([Pêches et Océans \[MPO\] 2016](#)).

La section 2 du présent rapport sur les progrès reproduit et résume l'information clé sur les menaces anthropiques qui pèsent sur l'espèce, les objectifs de gestion pour la conservation de l'espèce ainsi que les approches de conservation utilisées pour réaliser ces objectifs (pour en savoir plus, le lecteur est invité à consulter le plan de gestion). La section 3 fait état des progrès accomplis quant aux mesures, décrites dans le plan de gestion, pour soutenir la réalisation des objectifs de gestion. La section 4 présente une conclusion sur les mesures mises en œuvre et les résultats de ces efforts de conservation.

¹ Ce rapport sur les progrès porte principalement sur la période allant de 2016 à 2021; cependant, tout progrès survenu de 2013 à 2015 (la période précédant la publication du plan de gestion) y est également inclus.

2. Contexte

2.1 Résumé de l'évaluation de l'espèce par le COSEPAC

L'inscription du kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs (ci-après appelé « kiyi ») à la *Loi sur les espèces en péril* (L.C. 2002, c.29) [LEP] en 2005 a mené à l'élaboration et à la publication du plan de gestion du kiyi en 2016. Ce dernier était fondé sur les renseignements fournis dans le rapport de situation du COSEPAC ([COSEPAC 2005](#)); un sommaire de l'évaluation de l'espèce par le COSEPAC se trouve d'ailleurs à la section 1.1 du plan de gestion.

Sommaire de l'évaluation – mai 2005

Nom commun (population) : Kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs

Nom scientifique : *Coregonus kiyi kiyi*

Statut attribué par le COSEPAC : Préoccupante

Justification de la désignation : Cette sous-espèce, qui ne se trouve actuellement que dans le lac Supérieur, est disparue des lacs Huron et Michigan en raison d'un ensemble de facteurs qui comprennent l'exploitation et l'introduction d'espèces exotiques. La disparition de ce poisson des lacs Huron et Michigan s'est produite sur plus de trois générations dans le passé. La population restante du lac Supérieur semble stable et fait l'objet d'une petite pêche réglementée. D'autres menaces, telles que l'introduction d'espèces exotiques, qui ont eu une incidence sur les populations dans la région inférieure des Grands Lacs, ne semblent pas importantes dans le lac Supérieur.

Répartition au Canada : Ontario

Historique du statut selon le COSEPAC : L'espèce était « préoccupante » en avril 1988.

L'espèce a été divisée en deux sous-espèces en mai 2005 (kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs et kiyi du lac Ontario). Le kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs a été désigné « espèce préoccupante » en mai 2005. Dernière évaluation fondée sur une mise à jour d'un rapport de situation.

2.2 Répartition

Depuis 2013 (dernière année des données rapportées dans le plan de gestion), le kiyi continue d'être observé lors des relevés au chalut et acoustiques effectués dans le lac Supérieur. Les tableaux 1 et 2 dressent la liste des observations historiques et récentes de l'espèce dans les eaux canadiennes lors des relevés effectués par le United States Geological Survey (USGS) et le ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (MRNFO). La figure 1 présente les observations historiques et récentes de l'espèce dans les eaux américaines et canadiennes du lac Supérieur. Les rapports du USGS décrivent l'état et les tendances de la communauté de poissons du lac Supérieur, y compris le kiyi, de 2011 à 2019 (le USGS n'a pas entrepris d'échantillonnage dans les eaux canadiennes en 2020 et 2021); les données d'échantillonnage fournies dans ces rapports sont résumées dans le tableau 4. Cependant, des données de relevé ne sont pas disponibles pour toutes les observations. Il est important de noter que les renseignements fournis dans les tableaux 1 et 2 se veulent un compte rendu des endroits où le kiyi a été observé, et ne sont pas destinés à illustrer des changements dans l'abondance dans le temps ou à déduire les tendances de population.

Tableau 1. Captures de kiwi du secteur supérieur des Grands Lacs lors de l'échantillonnage aux stations situées dans les eaux littorales canadiennes du lac Supérieur par le United States Geological Survey et lors des relevés effectués par le ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario².

Description de l'emplacement	N° de station	Période	Année d'observation (nombre d'individus capturés)
Baie Little Trout	400	Historique (avant 2000)	1993 (3), 1994 (12), 1997 (3)
		De 2000 à 2012	2000 (2), 2009 (1)
		De 2013 à 2021	2017 (1)
Île Pie	403	De 2000 à 2012	2005 (1)
Baie du Tonnerre	401, 402	Historique (avant 2000)	1989 (4), 1992 (12), 1993 (11), 1994 (2), 1996 (6), 1997 (2)
		De 2000 à 2012	2000 (75), 2001 (5), 2002 (10), 2003 (16), 2004 (16), 2005 (1), 2006 (1)
Baie Black	405, 406, 407, 408	De 2000 à 2012	2000 (1), 2006 (6)
		De 2013 à 2021	2016 (4)
Baie Nipigon	412, 413, 414, 415	Historique (avant 2000)	1992 (6), 1994 (2), 1996 (1)
		De 2000 à 2012	2005 (2), 2006 (1)
		De 2013 à 2021	2017 (4), 2019 (1)
Île Simpson	416	Historique à (avant 2000)	1992 (3), 1995 (4)
Baie Ashburton	420	Historique (avant 2000)	1994 (1)
Côte nord-est (parc national du Canada Pukaskwa, vers la baie Michipicoten)	451, 462, 463, 464, 465, 466	Historique (avant 2000)	1993 (1), 1994 (13), 1995 (4), 1996 (35), 1998 (1), 1999 (18)
		De 2000 à 2012	2000 (40), 2001 (7), 2002 (2), 2003 (5), 2005 (5), 2006 (7), 2007 (8), 2009 (6), 2012 (1)
		De 2013 à 2021	2019 (1), 2017 (2), 2016 (2), 2015 (3)
Côte est (parc provincial du Lac-Supérieur)	454, 455, 456, 457	De 2000 à 2012	2001 (1), 2008 (1)
Baie Whitefish	459, 460, 461	Historique (avant 2000)	1992 (1), 1994 (19)
		De 2000 à 2012	2000 (1), 2001 (1)

² Données tirées des relevés annuels au chalut du United States Geological Survey (USGS) et des relevés effectués par le ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario. Les numéros de station font référence aux stations d'échantillonnage surveillées par le USGS.

Tableau 2. Captures de kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs lors de l'échantillonnage aux stations situées dans les eaux extracôtières canadiennes du lac Supérieur par le United States Geological Survey et lors des relevés effectués par le ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario³.

Description de l'emplacement	N° de station	Période	Année d'observation (nombre d'individus capturés)
Bassin central	2127	De 2000 à 2012	2011 (43), 2012 (6)
		De 2013 à 2021	2013 (15), 2015 (16), 2016 (33), 2017 (34), 2018 (54), 2019 (30)
	2155	De 2000 à 2012	2012 (116)
		De 2013 à 2021	2013 (118), 2015 (36), 2017 (134), 2018 (243), 2019 (144)
	753	De 2000 à 2012	2012 (103)
		De 2013 à 2021	2013 (99), 2014 (83), 2015 (111), 2017 (93), 2018 (12), 2019 (119)
	2139	De 2000 à 2012	2011 (102), 2012 (158)
		De 2013 à 2021	2013 (95), 2014 (272), 2015 (72), 2016 (9), 2017 (53), 2018 (48), 2019 (197)
Bassin de l'est	2135	De 2000 à 2012	2011 (67)
		De 2013 à 2021	2013 (12), 2015 (10), 2018 (1)
	2119	De 2000 à 2012	2011 (2), 2012 (2)
		De 2013 à 2021	2013 (1), 2016 (4), 2017 (4), 2018 (2), 2019 (4)
	2165	De 2013 à 2021	2017 (1)
	2145	De 2000 à 2012	2012 (57)
		De 2013 à 2021	2013 (113), 2014 (14), 2015 (15), 2017 (74), 2018 (20), 2019 (82)
	2129	De 2000 à 2012	2011 (44), 2012 (16)
		De 2013 à 2021	2013 (18), 2014 (13), 2015 (10), 2016 (40), 2017 (15), 2018 (18), 2019 (28)
	2153	De 2000 à 2012	2012 (27)
		De 2013 à 2021	2013 (28), 2014 (26), 2015 (14), 2017 (33), 2018 (3), 2019 (167)
	2121	De 2013 à 2021	2016 (1)
	2137	De 2000 à 2012	2011 (91), 2012 (20)
		De 2013 à 2021	2013 (42), 2014 (12), 2015 (18), 2016 (31), 2017 (1), 2018 (2), 2019 (7)

³ Données tirées des relevés annuels au chalut du United States Geological Survey (USGS) et des relevés effectués par le ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario. Les numéros de station font référence aux stations d'échantillonnage surveillées par le USGS.

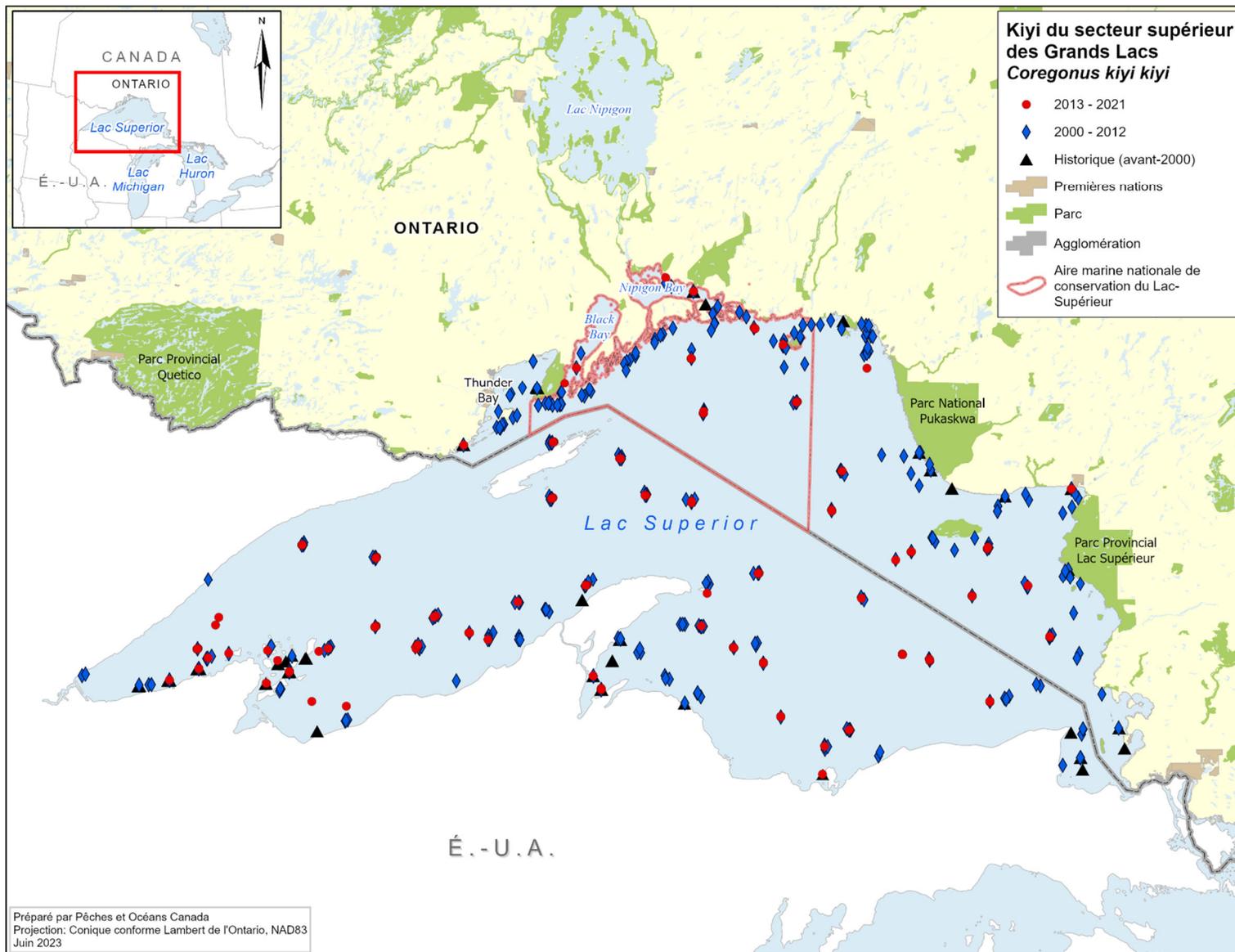


Figure 1. Répartition historique et observations récentes du kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs.

2.3 Menaces pesant sur le kiyi

Cette section résume l'information, tirée du plan de gestion, sur les menaces relatives à la conservation du kiyi.

Le tableau 3 résume les menaces pesant sur le kiyi. Veuillez vous reporter à la section 1.5 du plan de gestion pour obtenir de plus amples renseignements à leur sujet.

Tableau 3. Tableau de classification des menaces pesant sur le kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs (Pêches et Océans [MPO] 2016).

Menace	Étendue (généralisée ou localisée)	Occurrence (actuelle, imminente ou prévue)	Fréquence (saisonnière ou continue)	Certitude causale (élevée, moyenne ou faible)	Gravité (élevée, moyenne ou faible)	Niveau de préoccupation (élevé, moyen ou faible)
Espèces envahissantes	Généralisée	Actuelle ou prévue	Continue	Élevée	Élevée	Élevé
Qualité de l'eau : apports de contaminants	Généralisée	Actuelle	Continue	Faible	Faible	Faible
Qualité de l'eau : charge en éléments nutritifs	Généralisée	Actuelle	Continue	Faible	Faible	Faible
Changements climatiques	Généralisée	Actuelle ou prévue	Continue	Inconnue	Inconnue	Faible
Maladies	Inconnue	Prévue	Continue	Inconnue	Inconnue	Faible
Pressions exercées par la pêche	Localisée	Prévue	Saisonnière	Faible	Inconnue	Faible

2.4 Gestion

Cette section résume les objectifs de gestion définis dans le plan de gestion (MPO 2016) pour la conservation du kiyi.

2.4.1 But

Le but du plan de gestion est d'assurer la survie à long terme du kiyi dans l'ensemble de son aire de répartition actuelle dans le lac Supérieur. Les mesures de gestion devraient viser à mieux comprendre le cycle biologique du kiyi et les causes de la réduction de son aire de répartition, et chercher à lutter contre la menace que représentent les espèces envahissantes pour la population de kiyi.

2.4.2 Objectifs

Les objectifs à court terme suivants ont été définis pour les cinq à dix prochaines années en vue de favoriser l'atteinte du but à long terme :

- i. connaître l'état de santé et la répartition de la population existante et en déterminer les tendances en matière de démographie et d'habitat
- ii. améliorer les connaissances sur les exigences biologiques, écologiques et en habitat de l'espèce
- iii. évaluer et atténuer les menaces qui pèsent sur l'espèce et son habitat
- iv. maintenir et accroître la population existante si possible
- v. veiller à utiliser les ressources de façon efficace dans la gestion de l'espèce
- vi. accroître la sensibilisation au kiyi et favoriser l'engagement du public dans la conservation de l'espèce

3. Progrès réalisés en matière de conservation

L'article 72 de la LEP impose aux ministres compétents d'établir un rapport sur la mise en œuvre du plan de gestion d'une espèce en péril et sur les progrès réalisés pour atteindre ses objectifs dans les cinq années suivant sa publication dans le Registre public des espèces en péril et tous les cinq ans par la suite, jusqu'à ce que les objectifs aient été atteints ou que l'espèce devienne menacée ou en voie de disparition aux termes de la LEP. Dans le but de présenter les plus récents progrès en matière de conservation du kiyi, le présent document porte sur les mesures réalisées avant la fin de 2021. Le plan de gestion du kiyi regroupe les efforts de conservation en cinq grandes stratégies :

1. surveillance et évaluation
2. gestion
3. recherche et protection
4. intendance et restauration
5. sensibilisation et communication

Les progrès réalisés dans la mise en œuvre de ces mesures sont présentés dans le tableau 4.

3.1 Mesures à l'appui des objectifs de gestion

Le tableau 2 contient de l'information sur les mesures entreprises en vue de l'atteinte des objectifs de gestion indiqués dans le calendrier de mise en œuvre présenté dans le plan de gestion du kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs (MPO 2016). Ce tableau ne constitue pas nécessairement une liste exhaustive de toutes les mesures pertinentes; il vise à représenter largement les travaux entrepris entre 2016 et 2021, ainsi que les mesures prises en 2013, 2014 et 2015 qui n'ont pas été saisies dans le plan de gestion.

Tableau 4. Détails des mesures à l'appui de la conservation du kiyi du secteur supérieur des Grands Lacs de 2016 à 2021 ainsi que des mesures prises en 2013, 2014 et 2015 qui n'ont pas été saisies dans le plan de gestion.

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
Élaboration de protocoles Établir des protocoles uniformes pour effectuer les relevés et la surveillance de la population de kiyi.	Surveillance et évaluation	La Lake Superior Biological Station du United States Geological Survey (USGS) effectue chaque année des relevés diurnes au chalut de fond dans les eaux littorales (environ 15 à 80 m de profondeur) et extracôtières (environ 100 à 300 m de profondeur) du lac Supérieur (voir Vinson et al. 2019a). Bien que ces relevés ne ciblent pas expressément le kiyi (<i>Coregonus kiyi kiyi</i>), ils fournissent la meilleure information disponible pour en estimer les tendances de population. Le relevé en zone littorale est effectué chaque année depuis 1978 dans les eaux américaines et depuis 1989 dans les eaux canadiennes. Il ne capture des kiyis que de manière accessoire, car il a lieu à des profondeurs trop faibles pour constituer un habitat de choix pour l'espèce. Le relevé en zone extracôtière est effectué chaque année depuis 2011 dans les eaux américaines et canadiennes. On compte, au total, 79 stations d'échantillonnage littorales et 36 stations d'échantillonnage extracôtières. En outre, dans le cadre des relevés annuels, un chalutage en eau de surface est effectué pour surveiller l'abondance et la répartition spatiale des larves de corégonidés. Actuellement, ces larves ne sont pas identifiées au niveau de l'espèce, mais on suppose qu'il s'agit d'un	i, ii, iii, iv	USGS , bande de Red Cliff des Chippewa du lac Supérieur, établissements universitaires, USEPA, United States Fish and Wildlife Service (USFWS)

⁴ Le ou les participants responsables sont indiqués en premier, en caractères gras; les autres participants sont énumérés en ordre alphabétique.

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>mélange de larves de cisco de lac (<i>Coregonus artedii</i>), de cisco de fumage (<i>C. hoyi</i>), de cisco à mâchoires égales (<i>C. zenithicus</i>) et de kiyi. Le Great Lakes Science Center du USGS mène actuellement un projet visant à identifier les larves au niveau de l'espèce, qu'il espère intégrer à ses relevés annuels (Yule, comm. pers. 2022).</p> <p>Un programme de relevés estivaux est mené dans l'ensemble du lac Supérieur tous les cinq ans dans le cadre de l'initiative de collaboration pour les activités scientifiques et la surveillance (CASS). Ce programme combine des relevés diurnes au chalut de fond (transversaux et longitudinaux), des relevés nocturnes au chalut pélagique et des relevés acoustiques. Le relevé de 2016 a permis d'échantillonner 53 stations, y compris en zone littorale et en zone extracôtère (de 5 à 315 m de profondeur). La conception de l'étude repose sur une collaboration entre la United States Environmental Protection Agency (USEPA) et le USGS. Le volet d'évaluation de la communauté de poissons de l'étude incomba au USGS (Vinson et al. 2019b).</p> <p>Yule et ses collaborateurs (2013) ont décrit une nouvelle méthode acoustique pour estimer la densité des poissons pélagiques dans le lac Supérieur, dont fait partie le kiyi. Cette méthode est utilisée dans les relevés du Lac Supérieur effectués dans le cadre de l'initiative CASS.</p> <p>Grow et ses collaborateurs (2020) ont comparé les estimations de la densité des poissons pélagiques, acquises par des relevés acoustiques à visée descendante tels que ceux décrits dans Yule et al. (2013), aux estimations obtenues par un nouveau traîneau sous-marin</p>		

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>multidirectionnel capable d'échantillonner toute la colonne d'eau. La méthode de relevé acoustique à visée descendante actuellement utilisée peut omettre des poissons dans les strates d'eau peu profonde ainsi que ceux qui peuvent se déplacer hors du champ de détection en raison du comportement d'évitement des navires. La nouvelle méthode utiliserait des transducteurs orientés vers le bas, les côtés et le haut pour compenser efficacement ces angles morts. Le traîneau sous-marin multidirectionnel a fourni de meilleures estimations de la densité des poissons dans les strates de moins de 14 m de profondeur; cependant, les deux approches acoustiques ont donné des résultats semblables à des profondeurs de colonne d'eau supérieures à 14 m où le kiyi était prédominant.</p>		
<p>Surveillance à long terme Intégrer les exigences à long terme en matière de surveillance du kiyi aux mesures existantes de relevés de la communauté de poissons.</p>	<p>Surveillance et évaluation</p>	<p>Le USGS effectue le relevé le plus complet de la communauté de poissons du lac Supérieur. Il effectue chaque année un relevé diurne au chalut de fond en zone littorale et en zone extracôtière (y compris à certaines stations dans les eaux canadiennes). Le kiyi était une composante mineure du relevé en zone littorale, mais lorsque le relevé a été étendu en 2011 pour inclure la zone extracôtière, la représentation de l'espèce a augmenté (voir Vinson et al. 2019a). Un relevé du lac Supérieur est effectué tous les cinq ans dans le cadre de l'initiative CASS; il s'agit également d'une source précieuse de données sur la population de kiyi.</p>	<p>i</p>	<p>USGS</p>
<p>Surveillance des proies Surveiller la situation des populations de <i>Mysis</i>.</p>	<p>Surveillance et évaluation</p>	<p>Le programme de surveillance biologique du Great Lakes National Program Office (GLNPO) de l'USEPA se concentre sur le réseau trophique inférieur des Grands Lacs et comprend un échantillonnage semestriel des <i>Mysis</i>, une des proies principales du kiyi, dans le lac Supérieur (USEPA 2020). De plus, pendant les relevés de l'initiative CASS, le</p>	<p>ii, iv</p>	<p>USEPA, établissements universitaires, USGS</p>

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>USGS prélève des échantillons de <i>Mysis</i> qui sont analysés par l'USEPA.</p> <p>En se basant sur la surveillance du GLNPO, Jude et ses collaborateurs (2018) ont évalué la densité et la biomasse des <i>Mysis</i> de 2006 à 2016; sur cette période, ils ont détecté une augmentation considérable des <i>Mysis</i> dans le lac Supérieur. Cependant, lorsqu'on les compare aux abondances historiques, les abondances actuelles de <i>Mysis</i> sont inférieures d'environ 40 % (années 1960 à 1990 par rapport à 2006 à 2016).</p> <p>Les macro-invertébrés benthiques sont échantillonnés dans le cadre des relevés de l'initiative CASS, et comprennent des proies secondaires du kiyi telles que les amphipodes et les chironomes (Mehler et al. 2018).</p>		
<p>Surveillance des espèces envahissantes Surveiller la présence et l'arrivée éventuelle d'espèces envahissantes dans l'habitat du kiyi. Dans la mesure du possible, cette mesure doit être appliquée en coordination avec les programmes écosystémiques appropriés.</p>	<p>Surveillance et évaluation</p>	<p>Grâce à l'annexe sur les espèces aquatiques envahissantes (EAE) de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (AQEGL) de 2012, les États-Unis et le Canada ont élaboré et mis en œuvre une initiative de détection précoce et d'intervention rapide visant à prévenir l'introduction d'EAE, à contrer ou à réduire la propagation des EAE actuelles et à éradiquer, dans la mesure du possible, les EAE présentes dans l'écosystème du bassin des Grands Lacs.</p> <p>Le MPO met au point des analyses d'ADN environnemental pour détecter les EAE. Des outils d'ADN environnemental sont en cours d'intégration dans les activités de suivi et de surveillance de divers programmes de gestion.</p> <p>Les relevés annuels au chalut de la communauté de poissons du lac Supérieur menés par le USGS, mentionnés précédemment, permettent de détecter la présence</p>	<p>iii</p>	<p>MPO, USFWS, USGS, USEPA, ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (MRNFO)</p>

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>d'espèces envahissantes, notamment le gaspateau (<i>Alosa pseudoharengus</i>) et l'éperlan arc-en-ciel (<i>Osmerus mordax</i>; voir Vinson et al. 2019a). On ne détecte pas beaucoup de gaspareaux dans le lac Supérieur. L'éperlan arc-en-ciel est quant à lui devenu une composante prédominante de la communauté de poissons en zone littorale; en revanche, on en détecte peu en zone extracôtière.</p> <p>Le programme de surveillance biologique du GLNPO de l'USEPA se concentre sur le réseau trophique inférieur des Grands Lacs; il comprend un volet qui vise à rechercher de nouvelles EAE au sein des communautés zooplanctoniques, phytoplanctoniques et benthiques. Des relevés réguliers sont effectués dans le lac Supérieur dans le cadre de ce programme (USEPA 2020).</p>		
<p>Collaboration Collaborer par l'intermédiaire des réseaux déjà en place ainsi que des groupes pertinents (par exemple, la Commission des pêcheries des Grands Lacs – Comité technique du lac Supérieur), des initiatives et des équipes de rétablissement ou de gestion (par exemple, le MRNFO) afin de coordonner la mise en œuvre des mesures de gestion profitant au kiwi.</p>	Gestion	<p>Le MPO participe à une variété de partenariats qui profitent à l'écosystème du lac Supérieur; ils sont décrits ici.</p> <p>Le MPO a participé à la création de l'aire marine nationale de conservation du Lac-Supérieur, qui est dirigée par l'Agence Parcs Canada (APC). Les considérations relatives aux espèces en péril figurent dans le Plan directeur provisoire de l'aire marine nationale de conservation du Lac-Supérieur.</p> <p>L'AQEGL, qui établit l'engagement des États-Unis et du Canada à restaurer et protéger les eaux des Grands Lacs, est dirigé par Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) et l'USEPA. Le Comité exécutif des Grands Lacs (CEGL) sert de forum afin de conseiller et d'aider les parties à assurer la coordination, la mise en œuvre, l'examen et la préparation de rapports sur les mesures, les pratiques et les programmes qui favorisent l'application de l'AQEGL.</p>	v	<p>MPO, APC CEGL, CMI, CPGL, ECCC MRNFO, USEPA, USGS</p>

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>Conformément à l'AQEGL, le Plan d'action et d'aménagement panlacustre (PAAP) du lac Supérieur est une stratégie binationale axée sur l'écosystème pour protéger et restaurer la qualité de l'eau du lac Supérieur. Le plan est axé sur la contamination chimique, les espèces envahissantes, les nutriments et les algues, ainsi que sur les mesures de conservation des habitats et des espèces. Le kiwi est inclus dans la dernière version du plan (PAAP 2016); une nouvelle version du PAAP (2020-2024) est en cours d'élaboration.</p> <p>Le MPO a participé aux activités prescrites par la Commission mixte internationale (CMI) et les a financées pour atteindre les objectifs énoncés dans l'AQEGL, qui visent à améliorer les conditions de l'habitat dans les Grands Lacs. L'amélioration de l'habitat dans le lac Supérieur devrait profiter à un large éventail d'espèces aquatiques, dont le kiwi.</p> <p>Le MPO a collaboré à l'initiative CASS. Il s'agit d'un effort binational des États-Unis et du Canada, mené dans le cadre de l'AQEGL, pour coordonner les activités de recherche et de surveillance qui visent à orienter les mesures de gestion à l'échelle des Grands Lacs. Les recherches se concentrent sur un seul Grand Lac par an. Les plus récents relevés à l'échelle du Lac Supérieur ont eu lieu en 2016 (Vinson et al. 2019b) et en 2021 (en anglais seulement).</p> <p>La Commission des pêcheries des Grands Lacs (CPGL) coordonne la recherche sur les pêcheries, assure la concertation des efforts binationaux pour la lutte contre la lamproie marine (<i>Petromyzon marinus</i>), une espèce envahissante, et facilite la gestion coopérative des activités de pêche entre les organismes étatiques, provinciaux, tribaux</p>		

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>et fédéraux. La participation du MPO à la CPGL a contribué à la coordination de la gestion intergouvernementale des Grands Lacs et à la diffusion d'information utile pour la gestion du kiyi (Eshenroder et al. 2016; Ebener et Pratt 2021).</p> <p>Actuellement, le MPO participe à la CPGL par l'entremise d'équipes de travail sur les corégonidés, qui s'efforcent de combler les lacunes dans les connaissances, y compris, mais sans s'y limiter, la taxonomie, les menaces et l'analyse de la viabilité des populations d'espèces de corégonidés, dont le kiyi. Ces équipes de travail élaborent des rapports qui seront envoyés aux comités des lacs pour approbation et qui orienteront les futures contributions scientifiques (et les activités de gestion) autour de toutes les espèces de corégonidés des Grands Lacs (Drake, comm. pers. 2022).</p>		
<p>Coordination des mesures de gestion Collaborer avec les chercheurs américains prenant part aux activités de gestion consacrées au lac Supérieur et avec ceux participant régulièrement aux relevés du kiyi (par exemple, le USGS).</p>	Gestion	Le MPO collabore avec le USGS sur une base continue. Les relations sont également maintenues grâce à la participation du MPO à l'initiative CASS, au CMI, au CEGL et à la CPGL.	v	MPO, USGS, CMI, CEGL, CPGL, USEPA
<p>Gestion des données Incorporer les connaissances dans une base de données centrale, comprenant les paramètres sur l'habitat, pour faciliter la</p>	Gestion	Le USGS contribue au mouvement de science et de données ouvertes; par conséquent, une grande partie de ses données sont accessibles publiquement en ligne (par exemple, <u>données sur les relevés au chalut de fond</u>) (en anglais seulement).	i	USGS, MPO, MRNFO

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
synthèse et le transfert des données sur le kiyi.				
<p>Biologie de l'espèce Approfondir les connaissances générales sur le kiyi, notamment en matière de biologie et d'écologie, afin d'appuyer les efforts de planification de la conservation, plus particulièrement dans les domaines où il existe des lacunes dans les données.</p>	Recherche et protection	<p>Lepak et ses collaborateurs (2017) ont comparé des estimations de l'âge de kiyis du lac Supérieur dérivées de l'examen d'écailles à celles dérivées de l'examen d'otolithes⁵, et ont déterminé que l'âge peut être estimé de manière fiable à l'année près par l'examen de sections fines d'otolithes. En revanche, les estimations d'âge dérivées de l'examen d'écailles étaient systématiquement inférieures à celles dérivées de l'examen d'otolithes et étaient plus sujettes à des variations en fonction du degré d'expérience des chercheurs. Par conséquent, les auteurs suggèrent que les écailles ne devraient plus être utilisées pour estimer l'âge d'un kiyi lorsque des otolithes sont disponibles. De plus, leurs résultats indiquent que le kiyi est une espèce longévive qui présente une grande variabilité interannuelle dans l'importance des cohortes qui peut être synchrone avec les modèles de recrutement présentés par d'autres espèces du genre <i>Coregonus</i> et que la période critique pour la survie peut se situer avant l'âge 1.</p> <p>Lucke et ses collaborateurs (2020) ont étudié le début du cycle biologique des larves de corégonidés (cisco de lac, kiyi et cisco de fumage, principalement). Les nauplii de copépodes constituaient la majorité de leur régime alimentaire, tandis qu'une sélection généralement positive pour les copépodes adultes et les organismes du genre <i>Holopedium</i> a été détectée. Par conséquent, le kiyi doit connaître un changement de régime alimentaire entre le stade larvaire et les stades ultérieurs de son cycle de vie, où</p>	ii	<p>MPO, établissements universitaires, MRNFO, USGS</p>

⁵ Structure de carbonate de calcium dans l'oreille interne des poissons qui forme des anneaux de croissance annuels et qui est utilisée pour estimer l'âge des poissons.

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>il consomme en grande partie des macro-invertébrés (par exemple, des <i>Mysis</i> et des organismes du genre <i>Diporeia</i>). Dans une étude parallèle, Lachance et ses collaborateurs (2021) ont étudié l'identité, la phénologie et la démographie des populations de larves de ciscos, dont le kiyi. Ils ont démontré qu'un assemblage de larves de corégonidés d'eaux peu profondes et de plusieurs espèces d'eaux profondes peut être identifié au niveau de l'espèce grâce à des données génomiques, et ils ont détecté une succession des périodes d'éclosion, qui commence par celle du cisco de lac, suivie de celle du kiyi et ensuite de celle du cisco de fumage.</p> <p>Harrington et ses collaborateurs (2015) ont examiné la sensibilité visuelle du kiyi (ainsi que du chabot de profondeur [<i>Myoxocephalus thompsonii</i>] et du siscowet [<i>Salvelinus namaycush siscowet</i>]), afin de mieux comprendre les interactions prédateur-proie. Les trois espèces semblent avoir une sensibilité visuelle suffisante pour utiliser des repères visuels afin d'éviter les prédateurs et de capturer les proies aux profondeurs et aux moments où ils se chevauchent dans la colonne d'eau.</p> <p>Eaton et ses collaborateurs (2021) ont analysé les gènes de la vision chez les ciscos. Leurs découvertes suggèrent que le kiyi est adapté aux profondeurs décalées vers le bleu⁶ du lac Supérieur après avoir évolué à partir d'ancêtres vivant en eaux peu profondes.</p> <p>Des études génétiques et morphologiques sur les corégonidés des eaux profondes du lac Supérieur sont en cours (Pratt comm. pers. 2022), et pourraient améliorer</p>		

⁶ Un déplacement des longueurs d'onde de la lumière vers l'extrémité bleue du spectre se produit à des profondeurs plus importantes.

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>l'identification au niveau de l'espèce et accroître les connaissances sur le cycle biologique des corégonidés, dont le kiyi.</p> <p>À l'heure actuelle, un rapport spécial du COSEPAC sur la taxonomie des ciscos et la structure des unités désignables est en cours d'élaboration. Il pourrait permettre de mieux comprendre les aspects biologiques et écologiques du kiyi du lac Supérieur et ses interactions avec d'autres espèces de ciscos quant au potentiel d'introgression et de chevauchement des niches (Drake comm. pers. 2022).</p>		
<p>Quantité et qualité de l'habitat Déterminer la quantité et la qualité de l'habitat requis pour garantir la conservation à long terme du kiyi et pour appuyer l'objectif de gestion à long terme.</p>	<p>Recherche et protection</p>	<p>La qualité et la quantité de l'habitat nécessaire pour assurer la conservation à long terme du kiyi restent à définir. Cependant, de récentes activités de recherche contribuent à améliorer les connaissances sur la biologie du kiyi (Harrington et al. 2015; Lepak et al. 2017; Lucke et al. 2020; Eaton et al. 2021), et sur sa position dans la communauté de poissons dans le lac Supérieur, notamment par rapport aux autres corégonidés (Sierszen et al. 2014). Rosinski et ses collaborateurs (2020) ont cartographié la zone d'habitat privilégié potentiel disponible pour le kiyi, qui était basée sur la présence du kiyi par rapport à la profondeur bathymétrique moyenne et à la distance de la rive. Des exercices de modélisation ont été réalisés et ont permis d'estimer la quantité de l'habitat occupé par le kiyi (van der Lee et Koops Sous presse). Ces modèles permettent d'estimer la superficie de l'habitat propice au kiyi dans le lac Supérieur à 55 825 km², dont 19 836 km² se trouvent du côté canadien du lac. Une meilleure compréhension du cycle biologique de l'espèce et de son environnement est nécessaire avant de pouvoir quantifier plus précisément ses besoins en matière d'habitat.</p>	<p>i</p>	<p>USGS, MPO, établissements universitaires, MRNFO</p>

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
<p>Dynamique de la population Recueillir des renseignements sur la dynamique de la population de kiyi et de la communauté de poissons associée, et notamment clarifier le rôle joué par le kiyi dans la communauté de poissons du lac Supérieur et dans le réseau trophique des eaux extracôtières.</p>	<p>Recherche et protection</p>	<p>Les données générées par les relevés annuels au chalut de la communauté de poissons du lac Supérieur du USGS susmentionnés servent de base à la compréhension des tendances démographiques du kiyi. En raison de la pandémie de COVID-19, l'échantillonnage dans le lac Supérieur par le USGS a été fortement limité en 2020 et 2021, et aucune station canadienne n'a été échantillonnée.</p> <p>En 2013, 79 emplacements littoraux et 35 emplacements extracôtiers ont été échantillonnés au chalut de fond pendant le jour (Vinson et al. 2014). Un total de 4 kiyis ont été capturés en zone littorale et 2 118 l'ont été en zone extracôtère. La biomasse extracôtère moyenne du kiyi à l'échelle du lac était de 2,6 kg/ha, ce qui représentait une légère augmentation par rapport à ce qui avait été observé en 2011 et 2012.</p> <p>En 2014, 73 emplacements littoraux et 30 emplacements extracôtiers ont été échantillonnés au chalut de fond pendant le jour (Vinson et al. 2015). Un total de 50 kiyis ont été capturés en zone littorale et 928 l'ont été en zone extracôtère. La biomasse extracôtère moyenne du kiyi à l'échelle du lac était de 1,5 kg/ha, ce qui était inférieur à ce qui avait été observé les trois années précédentes.</p> <p>En 2015, 76 emplacements littoraux et 33 emplacements extracôtiers ont été échantillonnés (Vinson et al. 2016). Au total, 12 et 1 116 kiyis ont été capturés en zone littorale et en zone extracôtère, respectivement. La biomasse extracôtère moyenne du kiyi à l'échelle du lac a été calculée à 1,4 kg/ha, ce qui était inférieur à ce qui avait été observé les quatre années précédentes.</p>	<p>i</p>	<p>USGS, MPO, établissements universitaires, MRNFO, USEPA</p>

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>En 2016, 76 emplacements littoraux et 35 emplacements extracôtiers ont été échantillonnés (Vinson et al. 2017). Au total, 43 kiyis ont été capturés en zone littorale et 1 011 l'ont été en zone extracôtère. La biomasse extracôtère moyenne du kiyi à l'échelle du lac a été calculée à 0,7 kg/ha, soit une baisse de 50 % par rapport à celle observée en 2015. À l'exception de l'année 2013, on constate un déclin constant de la biomasse du kiyi depuis 2011.</p> <p>En 2017, 76 emplacements littoraux et 36 emplacements extracôtiers ont été échantillonnés (Vinson et al. 2018a). La biomasse extracôtère moyenne du kiyi à l'échelle du lac a été calculée à 1,0 kg/ha, ce qui était inférieur à la moyenne à long terme (1,6 kg/ha de 2011 à 2016), mais légèrement supérieur à la moyenne observée en 2016 (0,7 kg/ha). Au total, 59 kiyis ont été capturés en zone littorale et 1 250 l'ont été en zone extracôtère.</p> <p>En 2018, 77 emplacements littoraux et 35 emplacements extracôtiers ont été échantillonnés (Vinson et al. 2018b). La biomasse extracôtère moyenne du kiyi à l'échelle du lac a été calculée à 0,7 kg/ha, ce qui était inférieur à la moyenne à long terme de 1,5 kg/ha. Dans l'ensemble, la biomasse du kiyi affiche une tendance à la baisse depuis 2011. Au total, 8 kiyis ont été capturés en zone littorale et 846 l'ont été en zone extracôtère.</p> <p>En 2019, 76 emplacements littoraux et 35 emplacements extracôtiers ont été échantillonnés (Vinson et al. 2019a). La biomasse extracôtère moyenne du kiyi à l'échelle du lac a été calculée à 1,6 kg/ha, ce qui était comparable à la moyenne de la période de référence (2011 à 2018) de 1,5 kg/ha. D'après le relevé effectué en zone extracôtère, la</p>		

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>biomasse du kiyi était la plus élevée à des profondeurs de 140 à 200 mètres. La densité du kiyi d'âge 1 sur les sites extracôtiers était de 0,9 poisson/ha en 2019, ce qui était inférieur à la moyenne de 2011 à 2018, qui atteignait 5,8 poissons/ha. Au total, 24 kiyis ont été capturés en zone littorale et 1 706 l'ont été en zone extracôtère.</p> <p>En 2020, la pandémie de COVID-19 a limité l'effort d'échantillonnage dans le lac Supérieur. Au total, 9 emplacements littoraux ont été échantillonnés, tous situés dans les eaux américaines. Ce relevé a conduit à la capture de 97 kiyis. Aucun emplacement extracôtier n'a été échantillonné cette année-là (Vinson comm. pers. 2022).</p> <p>En 2021, la pandémie de COVID-19 a limité l'effort d'échantillonnage dans le lac Supérieur. Au total, 45 emplacements littoraux ont été échantillonnés, tous situés dans les eaux américaines. Ce relevé a conduit à la capture de 17 kiyis. Aucun emplacement extracôtier n'a été échantillonné cette année-là (Vinson comm. pers. 2022).</p> <p>De plus, les relevés estivaux de l'ensemble du lac effectués dans le cadre de l'initiative CASS, qui font appel à une combinaison de chaluts pélagiques, de chaluts de fond et d'échantillonnage hydroacoustique, permettent de mieux comprendre la dynamique de la population de kiyi. Par exemple, les résultats des relevés effectués en 2016 ont révélé que la biomasse totale estimée du kiyi à l'échelle du lac était de 5 511 tonnes métriques, en baisse par rapport à l'estimation de 12 229 tonnes métriques de 2011. La biomasse moyenne la plus élevée a été enregistrée dans la zone de profondeur de 100 à 200 m (1,01 kg/ha), suivie de 0,84 kg/ha à des profondeurs supérieures à 200 m. Des</p>		

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>préoccupations ont été soulevées concernant le manque de recrutement dans la population de kiyi (Vinson et al. 2019b).</p> <p>Gorman et ses collaborateurs (2021) ont comparé les estimations annuelles de la biomasse du kiyi provenant des relevés de l'initiative CASS (2003 à 2006, 2011 et 2016). Ils ont déterminé que l'abondance du kiyi en 2016 a diminué (57 à 65 %) par rapport à 2003 à 2006 et 2011. En outre, d'après les relevés d'été au chalut de fond dans les eaux extracôtières, la biomasse du kiyi a diminué de 42 %, passant d'une moyenne de 2,1 kg/ha entre 2011 et 2013 à 1,2 kg/ha entre 2014 et 2016. Un manque de recrutement régulier et une forte pression de prédation sont les facteurs avancés pour expliquer la réduction de la biomasse du kiyi.</p> <p>van der Lee et Koops (Sous presse) ont modélisé les tendances démographiques du kiyi en se basant sur les données des relevés au chalut de fond du USGS (2011 à 2019). Une baisse de la densité entre la première moitié (2011 à 2014) et la seconde moitié (2015 à 2019) de la série chronologique a été détectée; toutefois, la densité a augmenté entre 2018 et 2019. Le modèle a été utilisé pour projeter la taille de la population (telle que mesurée par la biomasse) sur l'ensemble du lac et la taille médiane a été estimée à plus de 8 000 tonnes métriques en 2019 (avec plus de 2 500 tonnes métriques dans les eaux canadiennes), une baisse par rapport à 2011 où l'abondance médiane était inférieure à 13 000 tonnes métriques.</p> <p>Depuis 2009, le MRNFO (Unité de gestion des ressources des Grands Lacs supérieurs) effectue un relevé annuel de la communauté de poissons au filet (filet maillant à maillages multiples) dans les eaux canadiennes du lac Supérieur. Bien</p>		

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>que ce relevé annuel ne cible pas particulièrement le kiyi, il a permis de capturer 768 individus depuis 2009 avec des captures annuelles allant de 6 à 184 individus (Berglund, comm. pers. 2022).</p> <p>Sierszen et ses collaborateurs (2014) ont étudié les voies du réseau trophique dans le lac Supérieur en analysant les tendances des rapports isotopiques du carbone et de l'azote. Le kiyi a démontré une faible utilisation relative des ressources benthiques, car il se nourrit principalement par voie planctonique.</p> <p>Ackiss et ses collaborateurs (2020) ont utilisé des méthodes de génomique pour examiner la diversité génétique et la différenciation entre les formes sympatriques du complexe <i>Coregonus artedi</i> dans le lac Supérieur, et ont observé que le cisco de fumage s'hybride avec le cisco de lac et le kiyi, mais que le cisco de lac et le kiyi ne s'hybrident pas.</p> <p>Blanke et ses collaborateurs (2018) ont étudié la position trophique historique et la répartition des niches chez les corégonidés d'eau profonde (cisco de fumage et kiyi) dans les Grands Lacs en comparant des échantillons de tissus prélevés sur des spécimens de musée et des conspécifiques récemment capturés. Le partage de niche trophique semble avoir été maintenu dans le lac Supérieur, mais la position trophique, une mesure de la position d'une espèce au sein d'un réseau trophique par rapport à l'énergie transférée du bas vers le haut qui est déterminée par l'analyse isotopique de l'azote d'un acide aminé, s'est déplacée vers le bas d'environ 0,5 niveau trophique. Ce changement de niveau trophique peut être attribuable à une grande variété de transformations de l'écosystème qui se sont produites au</p>		

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		<p>cours des 100 dernières années, notamment l'introduction de poissons non indigènes, le déclin d'espèces de poissons indigènes, l'eutrophisation, les changements dans la communauté de zooplancton et les changements dans la communauté de macro-invertébrés (Blanke et al. 2018).</p> <p>Rosinski et ses collaborateurs (2020) ont étudié la répartition des niches parmi des espèces planctonivores comparables (cisco de fumage, cisco de lac, kiyi et éperlan arc-en-ciel) de petite et grande taille, représentant respectivement les stades de juvénile et d'adulte. Ces deux groupes de taille ont été basés sur la longueur totale et différenciés à l'aide d'un compromis de plusieurs approches, notamment : l'observation de ruptures naturelles dans les distributions de fréquence de longueur des individus capturés dans le cadre de cette étude; la prise en compte de la longueur estimée à la transition entre l'immaturité et la maturité sexuelle consignée dans la documentation publiée; l'utilisation de données non publiées sur la longueur à l'âge provenant d'autres relevés du USGS (Rosinski et al. 2020). On a constaté que les espèces de cisco et les éperlans arc-en-ciel juvéniles et adultes présentaient un degré élevé de partage de niche au printemps et en été, ce qui suggère que la concurrence directe entre ces espèces est minime pendant ces saisons. Le kiyi présentait le moins de chevauchement de niche avec les autres espèces de cisco de lac et l'éperlan arc-en-ciel.</p> <p>Des relevés annuels des poissons-proies pélagiques sont effectués dans les eaux américaines et canadiennes du lac Huron par le USGS. Les relevés acoustiques intégrés et les relevés au chalut pélagique n'ont pas réussi à capturer de</p>		

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
		kiwi (Riley et al. 2020). Aucun autre relevé du lac Huron n'a permis de détecter la présence du kiwi.		
Évaluation des menaces Évaluer les menaces pour cerner les facteurs qui pourraient avoir une incidence sur le kiwi (par exemple, les espèces envahissantes, l'eutrophisation, les maladies) et élaborer des plans d'atténuation afin de tenir compte de ces facteurs. Ces données seront mises à jour à mesure que de nouveaux renseignements seront disponibles.	Recherche et protection	<p>Les effets potentiels du changement climatique sur l'écosystème du lac Supérieur ont été évalués (Huff et Thomas 2014). Le rapport fournit une structure pour suivre et communiquer la science du climat et décrit des stratégies d'adaptation potentielles pertinentes pour le lac Supérieur.</p> <p>Matthias et ses collaborateurs (2021) ont mis au point la version actualisée du modèle EcoPath pour le lac Supérieur afin d'évaluer les effets des espèces envahissantes sur l'efficacité du transfert trophique dans le réseau alimentaire du lac Supérieur. Le kiwi a été inclus dans ce modèle; les résultats représentent une estimation de base des effets des espèces envahissantes sur le lac Supérieur.</p> <p>Des plans d'atténuation propres au kiwi n'ont pas été élaborés; toutefois, il existe des plans concernant les espèces envahissantes. Le Programme sur les espèces aquatiques envahissantes du MPO a conçu un plan d'action de la gestion pour faire face à l'arrivée et à l'établissement potentiel d'espèces aquatiques envahissantes (EAE) hautement prioritaires. L'objectif de ce programme est de prévenir l'introduction d'EAE, de réagir rapidement à la détection de nouvelles espèces et de gérer la propagation des EAE déjà établies. En outre, le plan de prévention complet des EAE du lac Supérieur (LSAIS 2014) est une initiative binationale visant à empêcher l'établissement de nouvelles EAE dans l'écosystème du lac Supérieur.</p>	iii	MPO , établissements universitaires, MRNFO, USEPA, USGS
Surveillance de la conformité	Recherche et protection	Aucun progrès n'a été réalisé concernant cette mesure de conservation.	iii, v	S. O.

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
Élaborer et mettre en œuvre un plan de surveillance de la conformité des activités susceptibles de nuire au kiyi afin de sensibiliser davantage le public et de l'inciter à s'investir dans la conservation du kiyi.				
Mécanismes de déclin Déterminer les mécanismes ayant mené à la disparition du kiyi dans les lacs Huron, Ontario et Michigan afin de soutenir les efforts de conservation de la population de kiyi restante.	Recherche et protection	Un facteur lié à la disparition du kiyi de certains endroits faisant autrefois partie de son aire de répartition (c'est-à-dire les lacs Huron, Michigan et Ontario) pourrait être lié à l'introggression dans un essaim générique de ciscos de profondeur par croisement avec d'autres espèces de ciscos de profondeur (Eshenroder et al. 2016). L'introggression de l'essaim de ciscos de lac est probablement le résultat de la combinaison de plusieurs événements ou facteurs de stress, et peut varier d'un lac à l'autre, notamment : la surpêche des grandes formes de cisco de lac entraînant la prolifération de formes plus petites; la surpêche des prédateurs de niveau trophique supérieur (par exemple, le touladi) entraînant une réduction de la pression de prédation sur les plus petites formes de cisco de lac; l'introduction et la prolifération d'espèces envahissantes comme l'éperlan arc-en-ciel, le gaspareau et la lamproie marine par la compétition ou la prédation (Eshenroder et al. 2016).	i, ii, vi	USGS , CPGL, établissements universitaires, MPO, MRNFO
Coordination Coordonner les activités d'intendance avec les programmes et initiatives déjà en place en matière de sensibilisation, de signalement et de	Intendance et restauration	Le Programme de sensibilisation aux espèces envahissantes de l'Ontario se poursuit afin de contrer les menaces posées par les espèces envahissantes dans la province, notamment grâce à des efforts de sensibilisation et de rayonnement ainsi qu'à la dissémination de matériel éducatif portant sur les principales voies d'introduction ou de propagation des espèces envahissantes, et en facilitant les initiatives de	v, vi	MPO , MRNFO, Ontario Federation of Anglers and Hunters (OFAH)

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
surveillance des espèces aquatiques envahissantes (par exemple, le Programme de sensibilisation aux espèces envahissantes de l'Ontario).		<p>surveillance et de détection précoce. De plus, ce programme comprend plusieurs outils de signalement, dont la ligne d'assistance téléphonique sur les espèces envahissantes et le système de détection précoce et de cartographie de la répartition (EDDMapS) (en anglais seulement).</p> <p>Le gouvernement de l'Ontario a adopté la <i>Loi sur les espèces envahissantes</i> (2015), qui vise à prévenir les nouvelles invasions, à ralentir ou à renverser la propagation des espèces envahissantes déjà présentes et à réduire leurs effets néfastes.</p> <p>Le <i>Règlement sur les espèces aquatiques envahissantes</i> a été adopté en vertu de la <i>Loi sur les pêches</i> en 2015. Ce règlement fournit un cadre réglementaire national pour aider à prévenir l'introduction intentionnelle ou non au Canada d'EAE en provenance de l'étranger, d'une province ou d'un territoire à l'autre, ou entre les écosystèmes d'une même région. Il prévoit également des mesures pour faciliter les activités d'intervention et de contrôle liées aux espèces envahissantes.</p>		
<p>Promotion de l'intendance Promouvoir les initiatives d'intendance (par exemple, les programmes de financement fédéraux et provinciaux) liées à la conservation du kiyi, et veiller à communiquer les renseignements sur les possibilités de financement des mesures d'intendance et</p>	Intendance et restauration	Le MPO continue de financer le Programme d'intendance de l'habitat, qui appuie les initiatives locales d'intendance menées par les offices de protection de la nature (OPN) et les organisations non gouvernementales de l'environnement (ONGE). De plus, du financement est offert par l'entremise du Fonds autochtone pour les espèces en péril, qui appuie le renforcement de la capacité des Autochtones à participer activement à la mise en œuvre de la LEP. Les activités soutenues facilitent la mise en œuvre de mesures de conservation telles que les pratiques de gestion exemplaires associées à l'amélioration de la qualité de l'eau. Pour	iv, vi	S. O.

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
de restauration aux groupes intéressés.		l'instant, aucun projet n'a été financé qui s'appliquerait au kiyi dans le lac Supérieur.		
<p>Programmes de communication et de sensibilisation existants et futurs</p> <p>Intégrer le kiyi aux plans de rétablissement écosystémique et soutenir les programmes de sensibilisation, de prévention et de lutte relatifs aux espèces aquatiques envahissantes dans le cadre des programmes de communication et de sensibilisation, actuels et à venir.</p>	Sensibilisation et communication	Le MPO, dans le cadre de ses efforts continus, diffuse de l'information éducative sur les espèces aquatiques envahissantes au moyen d'affichages publics et d'activités de mobilisation directe, y compris la diffusion d'information dans le cadre du Programme d'inspection des embarcations. De plus, diverses entités américaines participent au contrôle des espèces aquatiques envahissantes et à la sensibilisation du public dans le bassin versant du lac Supérieur. Par exemple, le département des ressources naturelles du Minnesota a mis en place un programme sur les espèces envahissantes qui a permis d'accroître la sensibilisation et la compréhension du public à leur égard.	vi	<p>MPO, département des ressources naturelles du Minnesota, OFAH, MRNFO, USEPA</p>
<p>Participation des Autochtones</p> <p>Encourager la participation des communautés autochtones pour inclure le savoir traditionnel dans l'approfondissement des connaissances actuelles sur la biologie, l'écologie et la répartition du kiyi.</p>	Sensibilisation et communication	Le financement fédéral qui est mis à disposition chaque année par le Fonds autochtone pour les espèces en péril a la capacité de faire participer les peuples autochtones et de renforcer la compréhension actuelle de la biologie, de l'écologie et de la répartition du kiyi par l'inclusion du savoir traditionnel. Pour l'instant, aucun projet n'a été financé qui s'appliquerait au kiyi dans le lac Supérieur.	vi	S. O.
<p>Promotion de la sensibilisation et des pratiques de gestion exemplaires</p>	Sensibilisation et communication	Pour accroître la sensibilisation, le personnel du Programme sur les espèces en péril du MPO a préparé et diffusé des infographies sur les espèces aquatiques en péril, dont une sur le kiyi.	iii	<p>MPO, OPN, ONGE,</p>

Mesure de conservation	Stratégie générale	Descriptions et résultats	Objectifs de gestion	Participants ⁴
Sensibiliser les intervenants de l'industrie (par exemple, les compagnies de transport et les pêcheurs commerciaux), les groupes d'utilisateurs (plaisanciers) et les propriétaires fonciers afin de les encourager à adopter des pratiques de gestion exemplaires des terres et des cours d'eau de manière à réduire les répercussions sur le kiyi.				
<p>Élaboration de documents éducatifs sur les espèces de ciscos Élaborer des documents éducatifs présentant les principales caractéristiques permettant de différencier les espèces de ciscos, et les distribuer aux principaux groupes et aux intervenants (par exemple, les compagnies de transport, les plaisanciers, pêcheurs commerciaux) qui sont de passage dans le bassin versant du lac Supérieur ou qui y habitent.</p>	Sensibilisation et communication	Aucun progrès n'a été réalisé concernant cette mesure de conservation.	vi	S. O.

4. Conclusion

Dans l'ensemble, les mesures de gestion prises de 2016 à 2021 ont permis de mieux comprendre l'abondance du kiyi dans le lac Supérieur. Les relevés annuels de la communauté de poissons du lac Supérieur commencent à faire la lumière sur la dynamique de la population de kiyi. D'autres relevés seront toutefois nécessaires pour déterminer la trajectoire de cette population, car le relevé en zone extracôtière (où le kiyi se trouve principalement) n'a commencé qu'en 2011. Les relevés de 2020 et 2021 ont été considérablement limités en raison de la pandémie de COVID-19. La pression exercée par la prédation a été définie comme l'une des causes du déclin observé dans l'abondance du kiyi (USGS 2017). Avec le rétablissement de populations de touladi, les populations de proies (y compris le kiyi) subissent une forte pression de prédation, tandis que le gaspareau (*Alosa pseudoharengus*) et l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) – des espèces envahissantes – s'attaquent aux larves de kiyi. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour obtenir une image plus complète des facteurs qui sous-tendent la dynamique de la population de kiyi.

Des méthodes acoustiques pour la détection du kiyi continuent d'être étudiées et prennent de l'importance en tant que complément aux relevés traditionnels au chalut utilisés pour déterminer l'abondance et la répartition du kiyi. Des recherches génétiques ont indiqué que le kiyi s'hybride avec le cisco de lac (*Coregonus artedii*), mais pas avec le cisco de fumage (*Coregonus hoyi*), et que la disparition apparente du kiyi du lac Huron pourrait être liée à un croisement avec d'autres corégonidés d'eau profonde. Des progrès ont été réalisés dans l'identification au niveau de l'espèce des larves de corégonidés à l'aide de données génomiques, et la précision des techniques de détermination de l'âge a été améliorée. L'étude du partage de niche entre le kiyi et d'autres espèces planctonivores semblables (cisco de fumage, cisco de lac, éperlan arc-en-ciel) a démontré que le kiyi présente le plus faible chevauchement de niche des quatre espèces.

La lutte contre les espèces envahissantes et leur surveillance constituent des mesures permanentes qui sont soutenues par la législation provinciale et fédérale, notamment la *Loi de 2015 sur les espèces envahissantes* de la province de l'Ontario et le *Règlement sur les espèces aquatiques envahissantes* (2015) pris en vertu de la *Loi sur les pêches*. En outre, en ce qui concerne plus particulièrement le lac Supérieur, le plan binational de prévention complète des espèces aquatiques envahissantes dans le lac Supérieur (2014) décrit de nouvelles mesures visant la gestion des espèces envahissantes existantes et la prévention de l'entrée et de l'établissement de nouveaux envahisseurs dans le lac.

La collaboration avec des partenaires aux États-Unis se poursuit dans les activités de gestion et de recherche relatives à la conservation des corégonidés d'eau profonde, y compris le kiyi. Par exemple, les partenariats sont au cœur de l'élaboration d'une nouvelle version du Plan d'action et d'aménagement panlacustre pour 2020-2024, une stratégie binationale axée sur l'écosystème qui est conçue pour protéger et restaurer l'écosystème du lac Supérieur. Le USGS poursuit également ses relevés et ses efforts de recherche de façon continue, lesquels jouent un rôle essentiel dans notre compréhension de la biologie, de la répartition et de l'abondance du kiyi dans le lac Supérieur.

Ces mesures, en cours ou achevées, illustrent les progrès réalisés dans l'objectif de préserver la population de kiyi au Canada. Toutefois, des renseignements supplémentaires seront requis dans plusieurs domaines, ce qui exigera nécessairement ce qui suit:

- poursuite de la surveillance annuelle de l'abondance du kiyi dans le lac Supérieur afin de mieux comprendre la dynamique de cette population
- étude du cycle biologique du kiyi, par exemple, la biologie de reproduction, afin d'améliorer la fiabilité des modèles de population
- détermination des besoins en matière d'habitat (quantité et qualité) afin d'assurer la conservation à long terme de l'espèce (par exemple, compréhension des besoins en matière d'habitat de fraie et détermination de ses emplacements, car ils sont largement inconnus)
- détermination des principaux facteurs qui sous-tendent la variabilité du recrutement du kiyi

Les futurs efforts de recherche et de surveillance visant à combler ces lacunes dans les connaissances appuieront et orienteront les efforts continus de conservation du kiyi. Le caractère réalisable du but et des objectifs de gestion pourra être réévalué dans le futur à l'aide de renseignements à jour sur la répartition et l'abondance de l'espèce, ainsi que des renseignements sur les menaces recueillis depuis la publication du plan de gestion.

5. Références

- Ackiss, A.S., W.A. Larson, et W. Stott. 2020. Genotyping-by-sequencing illuminates high levels of divergence among sympatric forms of coregonines in the Laurentian Great Lakes. *Evolutionary Applications* 13: 1037-1054. (en anglais seulement)
- Berglund, E., comm. pers. 2022. *Correspondance par courriel adressée à Peter Jarvis*. Janvier 2022. ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Unité de gestion des ressources des Grands Lacs supérieurs, lac Supérieur, Thunder Bay, Ontario.
- Blanke, C., Y. Chikaraishi, et M.J. Vander Zanden. 2018. Historical niche partitioning and long-term trophic shifts in Laurentian Great Lakes deepwater coregonines. *Ecosphere* 9: e02080. (en anglais seulement)
- COSEPAC. 2005. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le brochet vermiculé \(*Esox americanus vermiculatus*\) au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vi + 32 p.
- Drake, A., comm. pers. 2022. *Correspondance par courriel: informations fournies par le biais de commentaires d'examen*. Juin 2022. Pêches et Océans Canada, Laboratoire des Grands Lacs pour les Pêches et les Sciences Aquatiques, Burlington, Ontario.
- Eaton, K.M., M.A. Bernal, N.J.C. Backenstose, D.L. Yule, et T.J. Krabbenhoft. 2021. [Nanopore amplicon sequencing reveals molecular convergence and local adaptation of rhodopsin in Great Lakes salmonids](#). *Genome Biology and Evolution* 13: evaa237. (en anglais seulement)
- Ebener, M.P. et T.C. Pratt, (eds.). 2021. [The state of Lake Superior in 2017](#). (en anglais seulement)
- Eshenroder, R.L., P. Vecsei, O.T. Gorman, D.L. Yule, T.C. Pratt, N.E. Mandrak, D.B. Bunnell, et A.M. Muir. 2016. Ciscoes (*Coregonus*, subgenus *Leucichthys*) of the Laurentian Great Lakes and Lake Nipigon. Great Lakes Fishery Commission, Miscellaneous Publication 2016-01, Ann Arbor, Michigan. (en anglais seulement)
- Gorman, O.T., M.R. Vinson, et D.L. Yule. 2021. Status of prey fish in Lake Superior in 2017. in Ebener, M.P., et T.C. Pratt, (eds.). [The state of Lake Superior in 2017](#). (en anglais seulement)
- Grow, R.C., T.R. Hrabik, D.L. Yule, B.G. Matthias, J.T. Myers, et C. Abel. 2020. Spatial and vertical bias in down-looking ship-based acoustic estimates of fish density in Lake Superior: Lessons learned from multi-directional acoustics. *Journal of Great Lakes Research* 46: 1639-1649. (en anglais seulement)
- Harrington, K., T.R. Hrabik, et A. Mensinger, 2015. Visual sensitivity of deepwater fishes in Lake Superior. *Plos One* 10: e0116173. (en anglais seulement)
- Huff, A. et A. Thomas. 2014. Lake Superior Climate Change Impacts and Adaptation. Prepared for the Lake Superior Lakewide Action and Management Plan – Superior Work Group. (en anglais seulement)

- Jude, D.J., L.G. Rudstam, T.J. Holda, J.M. Watkins, P.T. Euclide, et M.D. Balcer. 2018. Trends in *Mysis diluviana* abundance in the Great Lakes, 2006–2016. *Journal of Great Lakes Research* 44: 590-599. (en anglais seulement)
- Lachance, H., A.S. Ackiss, W.A. Larson, M.R. Vinson, et J.D. Stockwell. 2021. Genomics reveals identity, phenology and population demographics of larval ciscoes (*Coregonus artedii*, *C. hoyi*, and *C. kiyi*) in the Apostle Islands, Lake Superior. *Journal of Great Lakes Research* 47: 1849-1857. (en anglais seulement)
- Lepak, T.A., D.H. Ogle, et M.R. Vinson. 2017. Age, year-class strength variability, and partial age validation of Kiyis from Lake Superior. *North American Journal of Fisheries Management* 37: 1151-1160. (en anglais seulement)
- LSAIS. 2014. Lake Superior Aquatic Invasive Species Complete Prevention Plan. Prepared for the Lake Superior Lakewide Action and Management Plan – Superior Work Group. (en anglais seulement)
- LSLAMP. 2016. Lake Superior Lakewide Action and Management Plan 2015 – 2019. The Lake Superior Partnership. (en anglais seulement)
- Lucke, V.S., T.R. Stewart, M.R. Vinson, J.D. Glaze, et J.D. Stockwell. 2020. Larval *Coregonus* spp. diets and zooplankton community patterns in the Apostle Islands, Lake Superior. *Journal of Great Lakes Research* 46: 1391-1401. (en anglais seulement)
- Matthias B.G., T.R. Hrabik, J.C. Hoffman, O.T. Gorman, M.J. Seider, M.E. Sierszen, M.R. Vinson, D.L. Yule, et P.M. Yurista. 2021. Trophic transfer efficiency in the Lake Superior food web: Assessing the impacts of non-native species. *Journal of Great Lakes Research* 47: 1146-1158. (en anglais seulement)
- Mehler, K., L.E. Burlakova, A.Y. Karatayev, et J. Scharold. 2018. Major findings from the CSMI benthic macroinvertebrate survey in Lake Superior in 2016 with an emphasis on temporal trends. *Lake Superior benthos: Cooperative Science and Monitoring Initiative, Final Report*. USGS-GLRI G14AC00263. Great Lakes Center, SUNY Buffalo State, Buffalo, NY. (en anglais seulement)
- MPO. 2016. Plan de gestion pour kiyi, des Grands Lacs supérieurs (*Coregonus kiyi kiyi*) au Canada. Série des plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril. Pêches et Océans Canada, Ottawa. vii + 29 p.
- Pratt, T., comm. pers. 2022. *Réunion avec Joshua Stacey et Peter Jarvis*. Janvier 2022. Pêches et Océans Canada, Laboratoire des Grands Lacs pour les Pêches et les Sciences Aquatiques, Sault Ste Marie, Ontario.
- Riley, S.C., E.F. Roseman, D.W. Hondorp, T.P. O'Brien, et S.A. Farha. 2020. Status of offshore prey fish in Lake Huron in 2018. in S.C. Riley and M.P. Ebener (eds.). *The state of Lake Huron in 2018*. (en anglais seulement)
- Rosinski C.L., M.R. Vinson, et D.L. Yule. 2020. Niche partitioning among native ciscoes and non-native Rainbow Smelt in Lake Superior. *Transactions of the American Fisheries Society* 149: 184-203. (en anglais seulement)

- Sierszen, M.E., T.R. Hrabik, J.D. Stockwell, A.M. Cotter, J.C. Hoffman, et D.L. Yule. 2014. Depth gradients in food-web processes linking habitats in large lakes: Lake Superior as an exemplar ecosystem. *Freshwater Biology* 59: 2122– 2136. (en anglais seulement)
- USEPA 2020. Great Lakes biology monitoring program technical report: status and trends through 2014 for chlorophyll, phytoplankton, zooplankton and benthos; and through 2016 for *Mysis*. EPA 905-R-20-006. (en anglais seulement)
- van der Lee, A.S. et M.A. Koops. Sous presse. Modelling population trajectory of Kiyi (*Coregonus kiyi*) in Lake Superior using USGS bottom trawl survey data. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Science nnn: v + 15 p.
- Vinson, M.R., L.M. Evrard, O.T. Gorman, et D. L. Yule. 2014. Status and Trends in the Lake Superior Fish Community, 2013. in USGS Great Lakes Science Center (eds.). Compiled reports to the Great Lakes Fishery Commission of the annual bottom trawl and acoustics surveys, 2013. (en anglais seulement)
- Vinson, M.R., L.M. Evrard, O.T. Gorman, et D. L. Yule. 2015. Status and Trends in the Lake Superior Fish Community, 2014. in USGS Great Lakes Science Center (eds.). Compiled reports to the Great Lakes Fishery Commission of the annual bottom trawl and acoustics surveys, 2014. (en anglais seulement)
- Vinson, M.R., L.M. Evrard, O.T. Gorman, et D. L. Yule. 2016. Status and Trends in the Lake Superior Fish Community, 2015. in USGS Great Lakes Science Center (eds.). Compiled reports to the Great Lakes Fishery Commission of the annual bottom trawl and acoustics surveys, 2015. (en anglais seulement)
- Vinson, M.R., L.M. Evrard, O.T. Gorman, et D. L. Yule. 2017. Status and Trends in the Lake Superior Fish Community, 2016. in USGS Great Lakes Science Center (eds.). Compiled reports to the Great Lakes Fishery Commission of the annual bottom trawl and acoustics surveys for 2016. (en anglais seulement)
- Vinson, M.R., L.M. Evrard, O.T. Gorman, et D. L. Yule. 2018a. Status and Trends in the Lake Superior Fish Community, 2017. in USGS Great Lakes Science Center (eds.). Compiled reports to the Great Lakes Fishery Commission of the annual bottom trawl and acoustics surveys, 2017. (en anglais seulement)
- Vinson, M.R., L.M. Evrard, O.T. Gorman, C. Rosinski, et D.L. Yule. 2018b. Status and trends in the Lake Superior fish community, 2018. Prey Fish Report prepared for the Great Lakes Fishery Commission. (en anglais seulement)
- Vinson, M.R., L.M. Evrard, O.T. Gorman, C. Rosinski, et D.L. Yule. 2019a. Status and trends in the Lake Superior fish community, 2019. Prey Fish Report prepared for the Great Lakes Fishery Commission. (en anglais seulement)
- Vinson, M.R., D.L. Yule, L.M. Evrard, et C.L. Rosinski. 2019b. 2016 Lake Superior Cooperative Science and Monitoring Initiative Fish Community Assessment. U.S. Geological Survey Great Lakes Science Center Lake Superior Biological Station Report. (en anglais seulement)

Vinson, M., comm. pers. 2022. *Correspondance par courriel adressée à Joshua Stacey*. Janvier 2022. United States Geological Survey, Great Lakes Science Center, Lake Superior Biological Station, Ashland, WI, United States.

Yule D.L., J.V. Adams, T.R. Hrabik, M.R. Vinson, Z. Woiak, et T.D. Ahrenstorff. 2013. Use of classification trees to apportion single echo detections to species: Application to the pelagic fish community of Lake Superior. *Fisheries Research* 140: 123-132. (en anglais seulement)

Yule, D.L., comm. pers. 2022. *Correspondance par courriel: informations fournies par le biais de commentaires d'examen*. Avril 2022. United States Geological Survey, Great Lakes Science Center, Lake Superior Biological Station, Ashland, WI, United States.