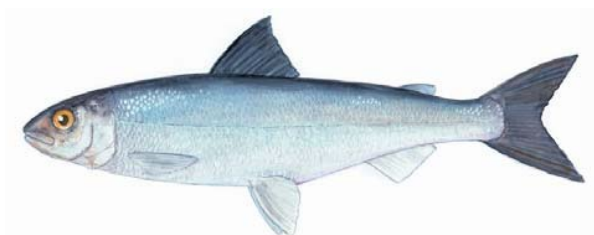




## STRATÉGIE OPTIMALE DE CONTRÔLE DES ESPÈCES ENVAHISSANTES EN VUE D'ASSURER LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT DU CORÉGONE DE L'ATLANTIQUE DANS LES LACS DE LA PETITE RIVIÈRE



Corégone de l'Atlantique (*Coregonus huntsmani*)  
(Source : DFO 2009)

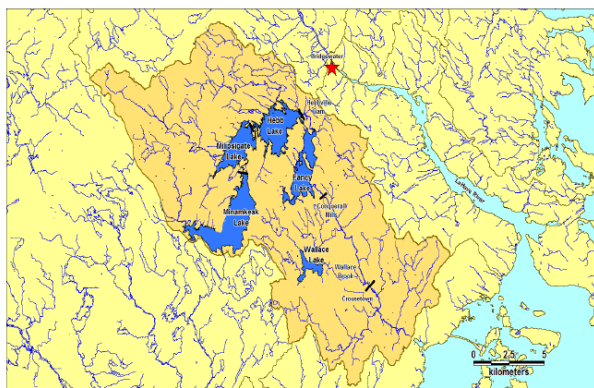


Figure 1. Carte du bassin versant de la Petite Rivière.

### Contexte :

Le corégone de l'Atlantique (*Coregonus huntsmani*) a été désigné espèce en voie de disparition en vertu de la Loi sur les espèces en péril en 2003. Cette espèce est confinée dans trois lacs interreliés qui se trouvent en Nouvelle-Écosse et sa viabilité est menacée par l'introduction illégale d'espèces de poissons envahissantes, en particulier l'achigan à petite bouche et le brochet maillé. Un programme de rétablissement et un plan d'action provisoires visant le corégone de l'Atlantique ont été publiés en 2016, et les versions définitives de ces documents, qui énoncent les mesures à prendre pour assurer la survie et le rétablissement du corégone de l'Atlantique, ont été publiées en 2018 (MPO 2018a, 2018b).

L'élaboration et la mise en œuvre de méthodes de gestion pour atténuer ou éliminer les menaces posées par l'achigan à petite bouche et le brochet maillé ont été établies comme principale mesure de rétablissement dans le plan d'action.

Des efforts visant à étudier des méthodes de lutte contre les espèces envahissantes sont en cours dans les lacs de la Petite Rivière depuis 2013, dont la mise à l'essai de méthodes de relevé par pêche à l'électricité en bateau et des efforts ciblés de pêche à la ligne. La présente réunion vise à examiner les diverses méthodes de lutte utilisées et de fournir un avis sur les efforts continus de lutte contre les espèces envahissantes qui sont recommandés pour réduire au minimum les risques que posent les espèces envahissantes pour la survie et le rétablissement du corégone de l'Atlantique dans les lacs de la Petite Rivière.

L'objectif de ce processus de consultation scientifique régional est de :

- documenter la menace que représentent les espèces aquatiques envahissantes (c.-à-d. l'achigan à petite bouche et le brochet maillé) dans les lacs de la Petite Rivière;

- colliger des renseignements sur les mesures de lutte contre les espèces aquatiques envahissantes qui ont été utilisés jusqu'à présent dans les lacs de la Petite Rivière et discuter de leur efficacité;
- fournir un avis sur les mesures de lutte contre les espèces envahissantes qui sont recommandées (type, niveau d'effort, répartition dans l'espace et dans le temps) pour réduire au minimum le risque que présentent les espèces envahissantes pour la survie et le rétablissement du corégone de l'Atlantique dans chacun des lacs de la Petite Rivière.

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs régional du 11 au 12 octobre 2017 portant sur la stratégie optimale de contrôle des espèces envahissantes pour assurer la survie et le rétablissement du corégone de l'Atlantique dans les lacs de la Petite Rivière.

## SOMMAIRE

- En trois ans (de 2014 à 2016), 2 362 achigans à petite bouche et 3 129 brochets maillés ont été prélevés du lac Hebb au moyen de la pêche à l'électricité en bateau et de la pêche à la ligne. La proportion de la population totale représentée par ces prélèvements est inconnue, car il n'y a pas d'estimation de la taille de la population totale pour l'une ou l'autre espèce;
- Des expériences d'épuisement menées au moyen de la pêche à l'électricité en bateau ont démontré que les populations localisées d'achigan à petite bouche et de brochet maillé pouvaient être considérablement réduites en utilisant une méthode à plusieurs passages. Cependant, les méthodes par épuisement se sont révélées longues et ne permettaient qu'une couverture limitée du littoral. Comme prévu, l'efficacité des captures par unité d'effort (CPUE) a diminué avec des passages consécutifs. L'effet des captures sans remise jusqu'à épuisement est présumé temporaire, car le site est probablement rapidement recolonisé par des espèces provenant de zones non pêchées adjacentes au site d'épuisement;
- Des transects linéaires de pêche à l'électricité en bateau ont été appliqués pour augmenter la couverture totale du littoral des lacs. Dans ce cas, les captures sont principalement des juvéniles;
- La pêche à la ligne visant à capturer les espèces envahissantes a été appliquée en tant que technique de contrôle supplémentaire. La pêche à la ligne est habituellement choisie pour les poissons de plus grande taille que la pêche à l'électricité en bateau;
- Il est peu probable que l'on puisse éradiquer des espèces envahissantes à l'aide de méthodes de pêche à l'électricité en bateau et de pêche à la ligne, mais il est possible de contrôler la population avec des efforts continus. D'autres études axées sur la pêche à l'électricité en bateau ont réussi à contrôler l'abondance de l'achigan à petite bouche, bien qu'avec des niveaux d'effort de pêche à l'électricité beaucoup plus élevés appliqués à des lacs plus petits. On s'attend à ce que la population revienne rapidement une fois les mesures d'atténuation interrompues.

## RENSEIGNEMENTS DE BASE

Le corégone de l'Atlantique (*Coregonus huntsmani*) est classé par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) comme étant une espèce gravement menacée d'extinction et présente un risque élevé de disparition à l'échelle mondiale (Smith 2017). Le corégone de l'Atlantique a été désigné pour la première fois en voie de disparition par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) en 1984. Le statut d'espèce en voie de disparition a été réexaminé et reconfirmé par le COSEPAC en 2000 (COSEPAC 2000) et à nouveau en 2010 (COSEPAC 2010). Le corégone de l'Atlantique est inscrit à la liste des espèces en voie de disparition de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) du Canada depuis 2003

(MPO 2006). En vertu de la LEP, la responsabilité de prévenir la disparition du corégone de l'Atlantique incombe au ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO 2018). Pêches et Océans Canada (MPO) a élaboré un programme de rétablissement pour le corégone de l'Atlantique (MPO 2006, 2018), dont l'objectif reste le suivant : « stabiliser la population actuelle de corégonnes de l'Atlantique en Nouvelle-Écosse, rétablir la forme anadrome de l'espèce et élargir son aire de répartition ».

La répartition à l'échelle mondiale du corégone de l'Atlantique se limite depuis au moins les quatre dernières décennies au bassin versant de la Petite Rivière, dans la zone combinée d'environ 16 km<sup>2</sup> des lacs Minamkeak, Milipsigate et Hebb (ci-après les lacs de la Petite Rivière) (Edge 1984, Edge et Gilhen 2001, DFO 2009, COSEPAC 2010, Bradford *et al.* 2015). Les lacs de la Petite Rivière permettent d'approvisionner la ville de Bridgewater (Nouvelle-Écosse) en eau et, depuis plusieurs décennies, il n'était pas possible d'y accéder à partir de la mer, jusqu'à ce qu'une passe à poissons soit construite en 2012 au barrage du lac Hebb (Themelis *et al.* 2014). Les lacs de la Petite Rivière sont désignés comme habitat essentiel du corégone de l'Atlantique (un habitat essentiel est un habitat nécessaire à la survie ou au rétablissement d'une espèce sauvage désignée) [MPO 2018]. Actuellement, la survie du corégone de l'Atlantique dépend de sa production continue dans l'habitat essentiel des lacs de la Petite Rivière.

Plusieurs facteurs ont probablement contribué à la diminution de l'abondance du corégone de l'Atlantique (MPO 2018); toutefois, une menace importante et émergente pour sa survie et son rétablissement est l'établissement de deux espèces invasives et piscivores introduites, soit l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et le brochet maillé (*Esox niger*), dans les lacs de la Petite Rivière. L'achigan à petite bouche (APB) n'est pas originaire de la Nouvelle-Écosse, mais il s'agit d'un poisson gibier prisé qui a été largement distribué en dehors de son aire de répartition naturelle dans le centre de l'Amérique du Nord (Brown *et al.* 2009, Loppnow *et al.* 2013). Cette espèce a été introduite de façon légale en Nouvelle-Écosse au début des années 1940 et s'est ensuite propagée par dispersion naturelle et par des introductions illégales au point où l'espèce est maintenant répandue dans de nombreux bassins versants dans toute la province de la Nouvelle-Écosse (McNeill 1995, LeBlanc 2010, Halfyard 2010). L'achigan à petite bouche a été signalé pour la première fois dans le réseau de la Petite Rivière (lac Milipsigate) en 2000 (LeBlanc 2010). Il se reproduit maintenant avec succès dans les trois lacs représentant l'habitat essentiel du corégone de l'Atlantique.

Le brochet maillé (BM) n'est pas originaire de la Nouvelle-Écosse. À la base, cette espèce a été introduite dans trois lacs en Nouvelle-Écosse en 1945 (Mitchell *et al.* 2010); elle est désormais présente dans plus de 100 lacs et plusieurs rivières (ministère des Pêches et de l'Aquaculture de la Nouvelle-Écosse, non publié). Avant 2013, le BM était observé occasionnellement dans le bassin versant de la Petite Rivière, mais la présence de cette espèce a été confirmée en mai 2013 dans les lacs Hebb et Milipsigate (MPO 2018). Rien n'indique que le BM a déjà colonisé le lac Minamkeak.

L'achigan à petite bouche et le brochet maillé sont des prédateurs et ils peuvent modifier les régimes trophiques et compétitifs de l'habitat qu'ils envahissent (COSEPAC 2010). On sait que les espèces envahissantes fortement piscivores ont un impact fondamental sur l'écologie des plans d'eau, et ce de quatre façons, qui peuvent fonctionner indépendamment ou en combinaison (Jackson 2002). Il s'agit notamment de la prédation directe, du déplacement des espèces indigènes de leur habitat de prédilection, de l'altération de la base alimentaire, et de la cascade trophique dans laquelle la perte/diminution d'une espèce modifie une caractéristique de l'habitat lacustre (par exemple, la perte d'une espèce de méné entraîne une modification de

l'assemblage de zooplancton, qui entraîne à son tour une modification de la clarté de l'eau qui favorise l'espèce envahissante). Le brochet maillé a été particulièrement efficace dans la réduction de l'abondance et de la diversité des espèces et dans la diminution de la taille des poissons dans les lacs de Nouvelle-Écosse une fois la colonisation terminée (Mitchell *et al.* 2010). L'expansion et l'établissement de l'APB et du BM dans les lacs de Petite Rivière constituent une menace très préoccupante et contribuent à accroître l'incertitude quant au maintien de la survie de la population de corégone de l'Atlantique dans les lacs de la Petite Rivière (MPO 2018).

Comme dans le cas de la Petite Rivière, des APB introduits illégalement ont été découverts dans le lac Miramichi en 2008. Les préoccupations concernant les impacts négatifs potentiels sur le saumon atlantique dans le bassin versant de la rivière Miramichi ont incité la région du Golfe du MPO à mener un exercice de contrôle et d'éradication pour prélever les APB du lac Miramichi entre 2009 et 2012 (DFO 2009, Chaput et Caissie 2010). L'utilisation d'un bateau de pêche à l'électricité pour retirer l'APB de la zone littorale (longueur de rivage : 8 km) était incluse dans le cadre de ce programme multitechnique (MPO 2013, Biron *et al.* 2014). La pêche à l'électricité en bateau, telle qu'elle a été pratiquée dans le lac Miramichi, semblait prometteuse pour le contrôle de la population d'APB. Cette étude de cas a été utilisée par la région des Maritimes du MPO pour justifier le lancement d'un essai de pêche à l'électricité en bateau en 2013, puis l'acquisition d'un bateau de pêche à l'électricité et le lancement d'un projet pilote de trois ans de capture d'espèces envahissantes dans le bassin versant de la Petite Rivière de 2014 à 2016. En plus de la pêche à l'électricité en bateau, la pêche à la ligne visant la capture des espèces envahissantes a été appliquée comme technique de contrôle supplémentaire. Ce projet pilote était le fruit d'un effort de collaboration entre le ministère des Pêches et des Océans (MPO), le ministère de l'Aquaculture et des Pêches de la Nouvelle-Écosse et la Bluenose Coastal Action Foundation.

## ÉVALUATION

Ce projet pilote de contrôle des espèces envahissantes a été mené sur le lac Hebb, en Nouvelle-Écosse (44,34618, -64,567845) en raison de la présence confirmée des deux espèces aquatiques envahissantes (APB et BM) et de la facilité d'accès en raison de la présence d'une rampe de mise à l'eau sur une propriété appartenant à la Commission de la fonction publique de la ville de Bridgewater. La pêche à l'électricité, effectuée à l'aide d'un bateau de pêche à l'électricité conçu spécialement à cet effet (Smith Root RF-16, Smith-Root, Eugene, Oregon), a été réalisée pendant la nuit, car il a été démontré que les taux de prise de l'APB étaient plus élevés pendant la nuit que pendant la journée (Paragamian 1989, Blackwell *et al.* 2017). L'équipage du bateau de pêche à l'électricité était composé de trois employés : le conducteur de l'embarcation et deux porteurs d'épuisette postés à bâbord et à tribord de l'étrave pour recueillir les poissons étourdis. Deux techniques de pêche à l'électricité en bateau, l'approche par épuisement et l'approche par transect linéaire, ont été testées dans le cadre du projet pilote.

L'approche par épuisement a été appliquée afin de réduire au minimum la biomasse des espèces aquatiques envahissantes (EAE) provenant d'un site d'échantillonnage. Plusieurs passages successifs, sans l'utilisation de barrières, ont été effectués perpendiculairement au rivage, et espacés de manière à ce qu'il y ait un chevauchement minimal entre les zones de choc efficaces d'un passage à l'autre. Dans la plupart des cas, le courant était appliqué lors des déplacements vers la rive afin d'utiliser le rivage comme barrière pour empêcher l'évasion des poissons. Les sites d'épuisement (figure 2) ont fait l'objet de relevés en septembre-octobre de 2014 à 2016. Le nombre de passages par site était compris entre deux et quatre, et la durée de l'application du courant électrique variait entre les sites et entre les passages à l'intérieur d'un

site, allant de 984 à 2 816 secondes par passage. Le temps total de décharge électrique dans le cadre de l'approche d'épuisement était de 15,5 heures.

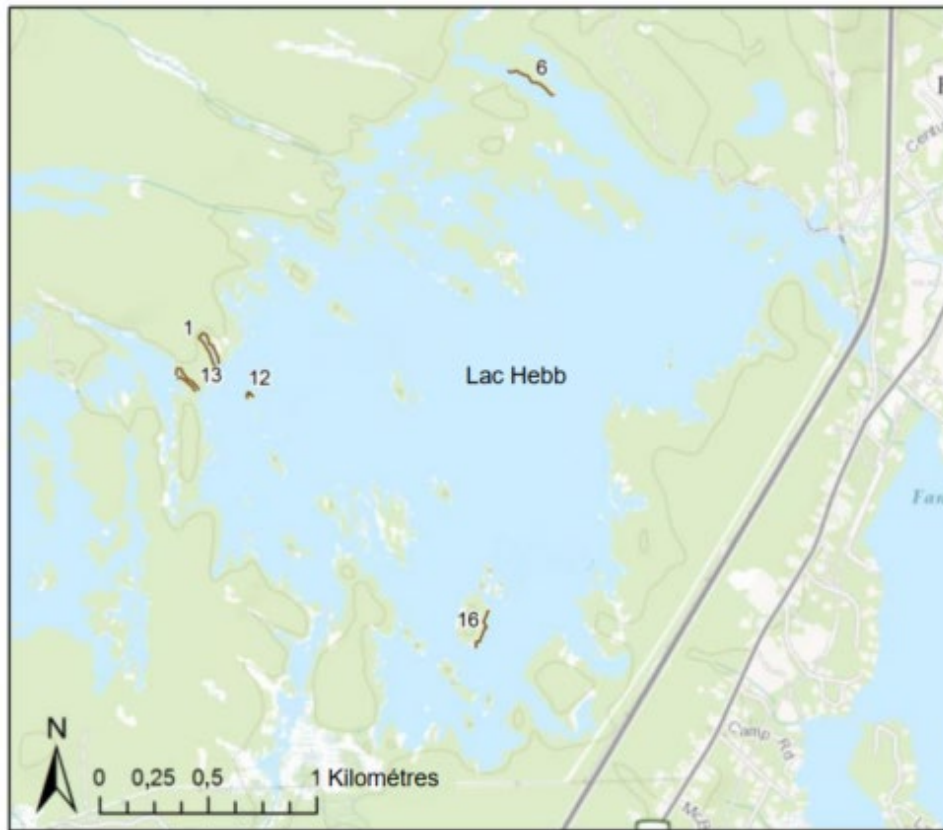


Figure 2. Carte des sites expérimentaux d'épuisement par pêche à l'électricité ayant fait l'objet de relevés en septembre de 2014 à 2016 dans le lac Hebb, Nouvelle-Écosse.

L'approche par transect linéaire a été lancée en 2015 afin d'accroître la couverture du littoral. Les passages linéaires ont été réalisés en utilisant des transects parallèles, plutôt que perpendiculaires, au rivage. Les sites linéaires variaient en longueur (de 193 à 1 220 m) et ont été échantillonnés sur une période de plusieurs mois de mai à octobre en 2015 et 2016. La durée d'application du courant électrique variait à l'intérieur des sites et entre ceux-ci, allant de 912 à 6 273 secondes par transect. En 2015, 19 sites ont été complétés en 7 nuits, totalisant 11,7 heures de pêche à l'électricité et couvrant 12,9 km de littoral. En 2016, la couverture a augmenté à 22 sites pêchés pendant 7 nuits, totalisant 16,2 heures de pêche à l'électricité et couvrant 15,1 km de littoral. Les emplacements des sites linéaires sont illustrés à la figure 3. La longueur de littoral du lac Hebb, en incluant les îles, a été estimée à 67,2 km (périmètre de 32,3 km, périmètre des îles de 32,3 km) d'après les données de la carte topographique 21A07-Bridgewater (1:50 000).

La pêche à la ligne visant à retirer les EAE a également été effectuée au lac Hebb pendant toute la période d'étude. La pêche à la ligne pour les études biologique et pour la détermination de la capture par unité d'effort (CPUE) dans le lac Hebb, avec une attention particulière portée à la décharge du lac Milipsigate (44,344537, -64,590395), a débuté en 2013. Les activités de pêche à la ligne commençaient généralement en avril chaque année et se poursuivaient jusqu'en octobre. Deux ou trois pêcheurs à la ligne ont pêché dans un éventail d'habitats, y

compris des falaises rocheuses, des zones couvertes de végétation et des zones d'écoulement d'eau comme au pied du barrage Milipsigate. Les efforts de pêche à la ligne ont été menés de façon opportuniste; ils n'ont été ni randomisés ni normalisés dans l'espace et dans le temps.

## RÉSULTATS

### Expériences par épuisement

Onze expériences fondées sur la méthode par épuisement ont été menées dans le cadre de ce projet pilote : 4 en 2014, 4 en 2015 et 3 en 2016. Cinq emplacements uniques ont été échantillonnés au cours de l'étude, les sites 6, 12 et 16 ont été échantillonnés à chacune des trois années, tandis que les sites 1 et 13 ont été visités une seule fois en 2014 et 2015, respectivement (figure 2). L'objectif était d'effectuer quatre passages à chaque site; cependant, cela n'a pas été possible dans 4 cas en raison des conditions météorologiques ou de problèmes mécaniques du bateau. En ne sélectionnant que les expériences comportant un minimum de trois passages et une prise totale minimale égale ou supérieure à 10 poissons, l'ensemble des données a été réduit à 6 expériences valides pour l'APB et 7 pour le BM.

Plusieurs méthodes sont disponibles pour analyser les données provenant d'expériences d'épuisement afin d'estimer la taille de la population. Les méthodes de Leslie, de DeLury et de Zippen ont été évaluées à l'aide de l'ensemble FSA dans R (Ogle 2016a). Pour toutes les méthodes, l'expérience a capturé un pourcentage élevé de la taille estimative de la population propre à un site (53 % à 100 %), bien au-dessus du seuil de 2 %, et par conséquent la méthode DeLury n'a pas été considérée davantage (Ogle 2016b). Les résultats de la méthode Zippen ont été jugés incertains, car l'effort entre les passages successifs n'a pas été maintenu constant et une tendance à la baisse a été observée au cours des passes consécutives. La technique de Leslie a été choisie comme la méthode la plus appropriée d'après les tendances de l'effort entre les passes d'échantillonnage et la forte proportion de l'estimation de la population totale par site capturée dans chaque expérience (Ogle 2016b).

Dans la plupart des cas, le total des prises dans les expériences d'épuisement représentait une forte proportion de la population totale estimée propre au site, ce qui donne à penser que l'épuisement local propre au site pourrait avoir été atteint, du moins temporairement. La proportion de la population estimée capturée lors du premier passage était variable, mais s'établissait en moyenne à 43 % pour l'APB et à 49 % pour le BM (tableau 1).

Tableau 1. Sommaire des expériences d'épuisement menées dans le lac Hebb, montrant les résultats de la méthode par épuisement de Leslie pour l'estimation de la taille de la population d'achigan à petite bouche (*Micoperus dolomieu*) et de brochet maillé (*Esox niger*), le pourcentage de la population estimée capturée lors du premier passage (% 1<sup>er</sup> passage) et le pourcentage du total des prises retirées de la population estimée et localisée (% est. pop. totale). Notez que seuls les sites où trois passages ou plus ont été effectués et où la prise totale était  $\geq 10$  poissons sont inclus. ET = erreur type.

Espèces	ID du site	Date	Prise 1 <sup>er</sup> passage	Total Capturé	Est. pop. Leslie (ET)	% 1 <sup>er</sup> passage	% pop. Totale est.
Achigan à petite bouche	1	16 sept. 2014	18	37	44 (6,6)	40,9	84,1
Achigan à petite bouche	12	17 sept. 2014	53	90	93 (2,2)	57,0	96,8
Achigan à petite bouche	12	8 sept. 2015	26	49	54 (5,8)	48,1	53,1
Achigan à petite bouche	16	24 sept. 2015	9	17	19 (1,5)	47,3	89,5
Achigan à petite bouche	16	6 sept. 2016	29	56	73 (4,9)	39,7	76,7
Achigan à petite bouche	12	13 sept. 2016	19	47	73 (44,2)	26,0	64,4
Brochet maillé	6a	15 sept. 2014	57	115	129 (5,6)	44,2	96,6
Brochet maillé	1	16 sept. 2014	73	124	128 (3,6)	57,0	96,7
Brochet maillé	12	17 sept. 2014	8	11	11 (1,0)	72,7	100
Brochet maillé	16	24 sept. 2015	34	72	84 (3,7)	40,5	85,7
Brochet maillé	6a	7 oct. 2015	38	77	89 (4,6)	42,7	86,5
Brochet maillé	16	6 sept. 2016	56	116	167 (12,3)	33,5	69,5
Brochet maillé	6a	7 sept. 2016	29	50	57 (3,9)	50,9	87,7

**Transects linéaires**

Des expériences par transects linéaires ont été entreprises afin d'étendre la couverture de la pêche à une plus grande partie du littoral du lac. Des expériences par transects linéaires ont été menées dans le lac Hebb en 2015 et 2016 (figure 3). Dans cette approche, seule la zone littorale peu profonde ( $\leq 2$  m) est échantillonnée. Au total, 41 transects linéaires ont été effectués, 19 en 2015 et 22 en 2016 (tableau 2).

Tableau 2. Sommaire des expériences par transects linéaires menées dans le lac Hebb en 2015-2016. Pour tous les sites, la fréquence de choc était de 60 Hz et la plage de tension de 720 à 1 000 V. APB = achigan à petite bouche, BM = brochet maillé, CPUE = capture par unité d'effort.

ID du site	Date	Longueur du littoral (m)	Effort (s)	APB	CPUE (APB/h)	BM	CPUE (BM/h)
1	27 mai 2015	296,3	1 067	1	3,37	15	50,61
2	27 mai 2015	1 130,0	2 748	29	37,99	45	58,95
3	28 mai 2015	770,1	3 049	25	29,52	88	103,90
4	28 mai 2015	988,0	2 425	5	7,42	103	152,91
5	28 mai 2015	705,6	1 943	4	7,41	43	79,67
6	28 mai 2015	995,5	2 324	6	9,29	56	86,75
7	28 mai 2015	563,0	1 966	3	5,49	41	75,08
8	10 juin 2015	424,1	1 966	10	18,31	24	43,95
10	7 juill. 2015	1 210,0	3 603	40	39,97	8	7,99
11	7 juill. 2015	1 220,0	3 736	39	37,58	20	19,27
1	9 sept. 2015	296,3	1 179	19	58,02	32	97,71
6	9 sept. 2015	995,5	2 760	11	14,35	69	90,00
14	9 sept. 2015	756,2	2 977	37	44,74	68	82,23
15	9 sept. 2015	195,7	1 535	35	82,08	18	42,21
17	7 oct. 2015	394,5	1 351	41	109,25	40	106,59
18	7 oct. 2015	193,0	1 718	37	77,53	42	88,01
19	26 oct. 2015	509,7	1 634	25	55,08	49	107,96
20	26 oct. 2015	665,8	1 635	9	19,82	109	240,00
21	26 oct. 2015	667,1	2 580	17	23,72	107	149,30
8	7 juin 2016	424,1	1 778	26	52,64	42	85,04
9	7 juin 2016	1 077,3	4 148	158	137,13	34	29,51
14	22 juin 2016	378,0	1 096	10	32,85	13	42,70
11	18 juill. 2016	1 220,0	6 273	57	32,71	117	67,14
14	18 juill. 2016	756,2	3 725	15	14,50	68	65,72
5	19 juill. 2016	705,6	1 924	11	20,58	51	95,43



ID du site	Date	Longueur du littoral (m)	Effort (s)	APB	CPUE (APB/h)	BM	CPUE (BM/h)
10	19 juill. 2016	1 210,0	4 108	57	49,95	16	14,02
17	19 juill. 2016	394,5	1 072	19	63,81	19	63,81
18	19 juill. 2016	193,0	2 042	16	28,21	49	86,39
1	25 juill. 2016	296,3	912	14	55,26	28	110,67
2	25 juill. 2016	1 130,0	2 965	67	81,35	120	145,70
13	25 juill. 2016	122,4	1 481	26	63,20	19	46,19
21	25 juill. 2016	667,1	3 518	38	38,89	125	127,91
3	26 juill. 2016	770,1	2 575	51	71,30	75	104,85
4	26 juill. 2016	988,0	3 655	15	14,77	224	220,63
21	26 juill. 2016	667,1	2 760	12	15,65	47	61,30
5	7 sept. 2016	705,6	1963	7	12,84	42	77,02
8	13 sept. 2016	424,1	978	11	40,49	4	14,72
10	13 sept. 2016	1 210,0	4 286	81	68,04	9	7,56
6	26 sept. 2016	995,5	2 974	17	20,58	107	129,52
7	26 sept. 2016	563,0	2 504	15	21,57	99	142,33
15	26 sept. 2016	195,7	1 705	23	48,56	5	10,56

La proportion du littoral du lac échantillonné par transects linéaires a été comparée à la longueur totale estimée du littoral. La longueur du littoral du lac Hebb, y compris les îles, a été estimée à 67,2 km (périmètre de 32,3, périmètre des îles de 32,3) d'après les données de la carte topographique 21A07-Bridgewater (1:50 000). L'estimation pour l'ensemble des sites d'échantillonnage linéaire calculée de manière identique était de 19,8 km, soit 28 % du total du littoral du lac. Au cours de ce projet pilote, l'échantillonnage des sites linéaires a été réalisé pendant 7 à 9 jours par année, ce qui laisse croire que la majeure partie du littoral du lac pourrait être échantillonné en 25 à 32 jours. Cela suppose que toutes les zones du lac soient accessibles et qu'on puisse y pêcher, que le niveau d'efficacité opérationnelle reste constant et ne s'améliore pas (c'est-à-dire davantage de sites couverts par nuit de pêche avec des procédures simplifiées).

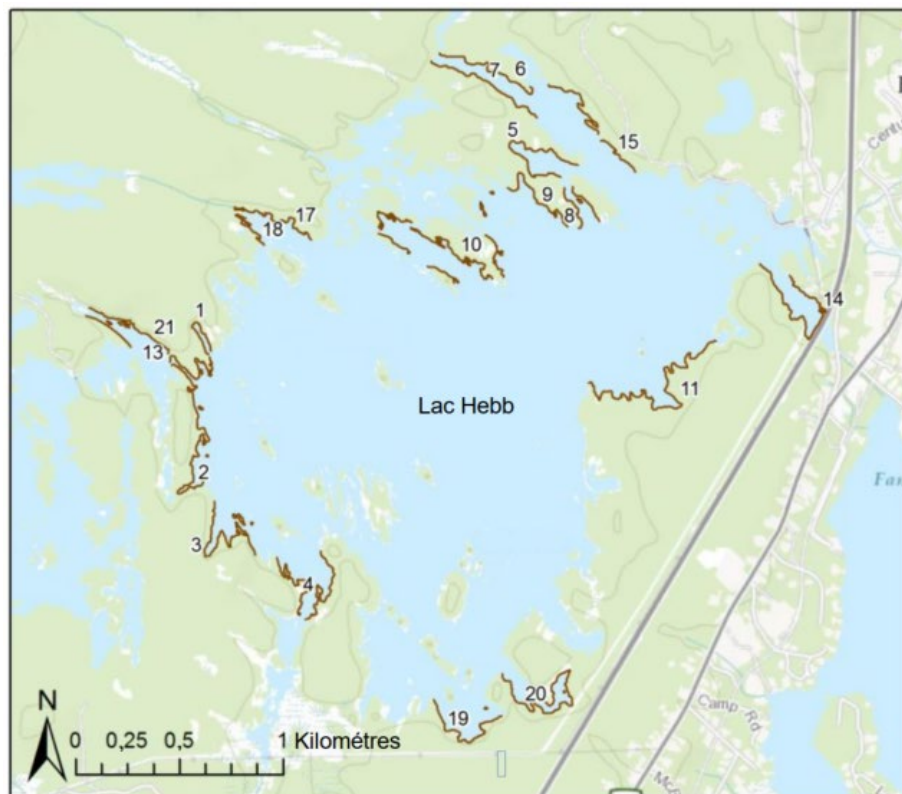


Figure 3. Emplacement des sites de transects linéaires de pêche à l'électricité par bateau échantillonnés en 2015 et 2016.

La capture par unité d'effort (poissons/heure) a été calculée pour chaque espèce envahissante par transect. La CPUE de l'achigan à petite bouche s'est avérée très variable d'un transect à l'autre, allant de 3 à 137 poissons/heure (tableau 2). En comparant les sites où la pêche a été effectuée les deux années, la CPUE de l'APB a augmenté de 33,2 à 38,3 poissons/heure. De façon générale, les taux de capture les plus élevés ont été observés dans la partie ouest du lac, particulièrement en 2016 (figure 4, graphique du haut). Le site 9 était une exception, mais ce site n'a été échantillonné qu'en 2016.

La capture par unité d'effort (poissons/heure) pour le BM était également très variable d'un transect linéaire à l'autre, allant de 7 à 240 poissons/heure. Une comparaison de la CPUE entre les sites pêchés au cours des deux années a révélé une augmentation de 76 poissons/heure en 2015 à 86 poissons/heure en 2016. De façon générale, les taux de capture les plus élevés pour le brochet maillé ont été observés dans la partie ouest du lac (figure 4, graphique du bas).

Les tendances de capture par unité d'effort des transects linéaires ne peuvent être évaluées avec seulement deux saisons de données. Bien que les données de 2015-2016 soient présentées comme un registre de l'échantillonnage effectué, toute interprétation de ces données devrait être considérée avec la plus grande prudence, car les variations interannuelles ne peuvent pas être saisies et considérées avec confiance. Des facteurs tels que le calendrier saisonnier de l'effort d'échantillonnage, les données démographiques des EAE, les conditions environnementales (c.-à-d. la température de l'eau, le niveau de l'eau, les conditions météorologiques) et l'efficacité du conducteur et de l'équipage du bateau de pêche à l'électricité peuvent avoir une incidence sur les résultats de CPUE.

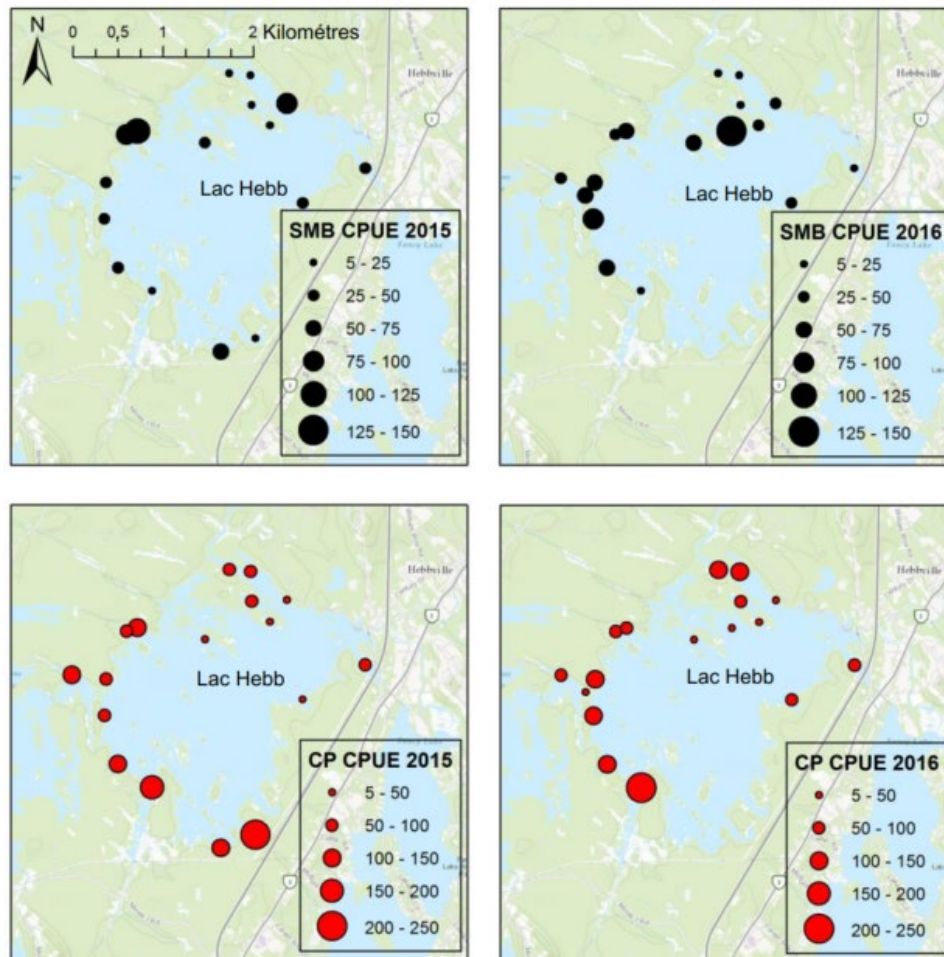


Figure 4. Capture par unité d'effort (poissons/heure) pour l'achigan à petite bouche (SMB; en haut, noir) et le brochet maillé (CP; rouge, en bas) des sites linéaires de pêche à l'électricité dans le lac Hebb, 2015 (gauche) et 2016 (droite).

Les données de fréquence de longueur des poissons recueillies lors des transects linéaires indiquent que cette méthode sélectionne fortement les individus de petite taille, la majorité des poissons capturés mesurant moins de 15 cm pour l'APB (figure 5) et le BM (figure 6).

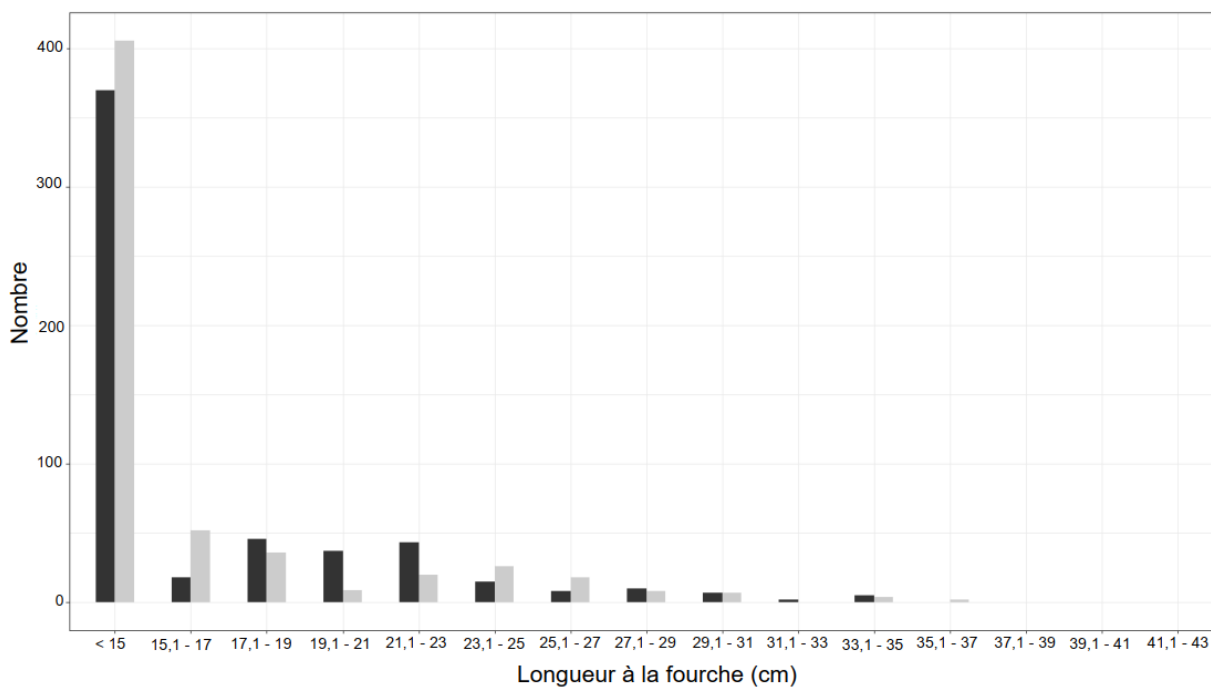


Figure 5. Distribution de la fréquence de longueur des achigans à petite bouche prélevés par pêche à l'électricité en bateau dans les stations de transect linéaire, lac Hebb 2015 (barres foncées) et 2016 (barres claires).

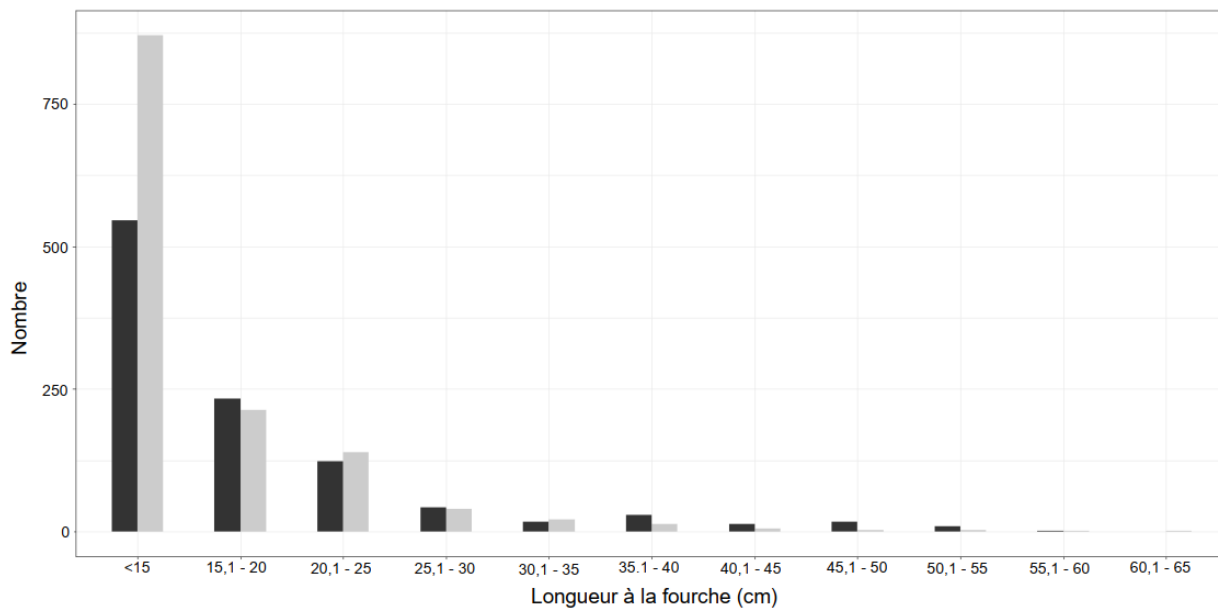


Figure 6. Distribution de la fréquence de longueur des brochets maillés prélevés par pêche à l'électricité en bateau dans toutes les stations de transect linéaire, lac Hebb 2015 (barres foncées) et 2016 (barres claires).

## Échantillonnage linéaire – Prises accessoires d'espèces indigènes

Le dénombrement des espèces indigènes capturées en tant que prises accessoires au cours des transects linéaires a été enregistré; toutefois, ces poissons n'ont pas été mesurés avant d'être remis à l'eau. Le gaspareau (*Alosa pseudoharengus*) a été l'espèce indigène la plus abondante capturée au cours de chaque année d'échantillonnage linéaire, suivi du meunier noir (*Catostomus commersonii*), de la barbotte brune (*Aneirus nebulosus*), de l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*), du baret (*Morone americana*) et de la perchaude (*Perca flavescens*) (tableaux 3 et 4). Les prises de gaspareau étaient principalement des jeunes de l'année. Le méné doré (*Notemigonus crysoleucas*) et le méné à nageoires rouges (*Luxilus cornutus*) ont été peu observés. Aucun corégone de l'Atlantique (*Coregonus huntsman*), omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) ou saumon atlantique (*Salmo salar*) n'ont été capturés au cours de ces activités.

Tableau 3. Dénombrements des espèces indigènes capturées lors de l'échantillonnage de transects linéaires par pêche à l'électricité en bateau en 2015. Les codes des espèces sont les suivants : MN = meunier noir, BA = baret, BB = barbotte brune, AA = anguille d'Amérique, PJ = perchaude jaune, MJ = méné jaune, GP = gaspareau, NR = méné à nageoires rouges.

Date	Site	MN	BA	BB	AA	PJ	MJ	GP	NR
27 mai	1	3	7	4	3	0	0	0	0
9 sept.	1	6	0	0	0	5	0	8	0
27 mai	2	31	0	9	7	1	2	0	0
28 mai	3	40	1	8	0	0	1	0	3
28 mai	4	35	3	16	1	0	0	0	0
28 mai	5	11	0	6	1	0	0	0	0
28 mai	6	34	3	9	0	3	1	0	0
9 sept.	6	20	9	7	3	14	0	43	0
28 mai	7	12	3	2	0	3	0	0	2
10 juin	8	23	13	3	7	1	0	0	0
7 juill.	10	6	3	5	4	0	0	0	0
7 juill.	11	19	22	5	5	2	0	0	0
9 sept.	14	12	8	3	9	1	2	310	0
9 sept.	15	8	24	0	5	2	0	50	0
7 oct.	17	3	0	7	6	14	0	0	0
7 oct.	18	10	6	1	3	9	0	2	0
26 oct.	19	4	0	2	2	0	0	12	0
26 oct.	20	2	0	3	0	1	0	2	0
26 oct.	21	0	0	10	8	9	0	7	0
	<b>Total</b>	279	102	100	64	65	6	434	5

Tableau 4. Nombre d'espèces indigènes capturées lors de l'échantillonnage de transects linéaires par pêche à l'électricité en bateau en 2016. Les codes des espèces sont les suivants : MN = meunier noir, BA = baret, BB = barbotte brune, AA = anguille d'Amérique, PJ = perchaude jaune, MJ = méné jaune, GP = gaspareau, NR = méné à nageoires rouges.

Date	Site	MN	BA	BB	AA	PJ	MJ	GP	NR
7 juin	8	9	2	4	3	0		0	0
7 juin	9	23	4	5	9	2	0	2	0
22 juin	14	5	4	2	4	1	0	0	0
18 juill.	11	10	18	2	18	0	0	63	0
18 juill.	14	6	8	1	6	0	0	21	0
19 juill.	5	10	7	0	7	4	0	14	0
19 juill.	10	9	7	2	3	0	0	1	0
19 juill.	17	3	1	3	5	4	0	15	0
19 juill.	18	7	9	7	4	3	0	30	0
25 juill.	1	1	0	5	0	0	0	0	0
25 juill.	2	3	14	5	9	0	0	16	0
25 juill.	13	1	1	1	10	0	0	6	0
25 juill.	21	2	4	14	8	3	0	9	0
26 juill.	3	9	1	8	0	10	0	10	0
26 juill.	4	7	3	21	5	3	0	10	0
26 juill.	21	1	4	9	3	5	0	12	0
7 sept.	5	7	5	0	2	4	0	11	0
13 sept.	8	4	0	0	1	0	0	6	0
13 sept.	10	20	2	0	4	0	0	23	0
26 sept.	6	12	10	3	5	8	0	5	0
26 sept.	7	12	5	2	5	0	0	5	0
26 sept.	15	11	1	0	6	12	0	7	0
	<b>Total</b>	172	110	94	117	59	0	266	0

### Pêche à la ligne

La pêche à la ligne a été menée d'avril à octobre de 2013 à 2016, ciblant spécifiquement l'APB et le BM avec des leurres normalisés. L'ensemble du lac n'a pas été échantillonné par cette méthode, et les efforts les plus constants pendant la durée de l'étude ont été axés sur la décharge Milipsigate, située en aval du barrage Milipsigate près de l'entrée du lac Hebb (figure 7).



Figure 7. Emplacement de l'effort de pêche à la ligne dans la décharge du lac Milipsigate, ciblant l'achigan à petite bouche et le brochet maillé, réalisé de 2013 à 2016.

Pour l'APB, la CPUE a diminué au cours de la période d'échantillonnage, la valeur de CPUE pour 2016 étant d'environ la moitié de celle de la première année de pêche à la ligne (tableau 5). La longueur moyenne a également diminué au cours de la période, passant de 27 cm en 2013 à 24 cm en 2016 (tableau 5).

Tableau 5. Effort, captures, capture par unité d'effort (CPUE) et longueur moyenne de l'achigan à petite bouche (APB) et du brochet maillé (BM) capturés par pêche à la ligne dans le lac Hebb de 2013 à 2016. LF = longueur à la fourche.

Année	Heures	APB prélevés	CPUE APB (poissons/heure)	LF moyenne APB	BM prélevés	CPUE BM (poissons/heure)	LF moyenne BM
2013	56,5	342	6,1	27,0	11	0,19	33,2
2014	92,6	294	3,2	26,6	97	1,05	34,4
2015	75,2	359	4,8	25,3	63	0,84	37,0
2016	53,0	144	2,7	24,3	41	0,77	34,3

Les données de fréquence de longueur pour les achigans à petite bouche capturés par pêche à la ligne suggèrent une diminution de la taille moyenne à mesure que le mode de longueur se déplace vers les poissons plus petits et que l'abondance des poissons plus grands (> 30 cm) diminue (figure 8).

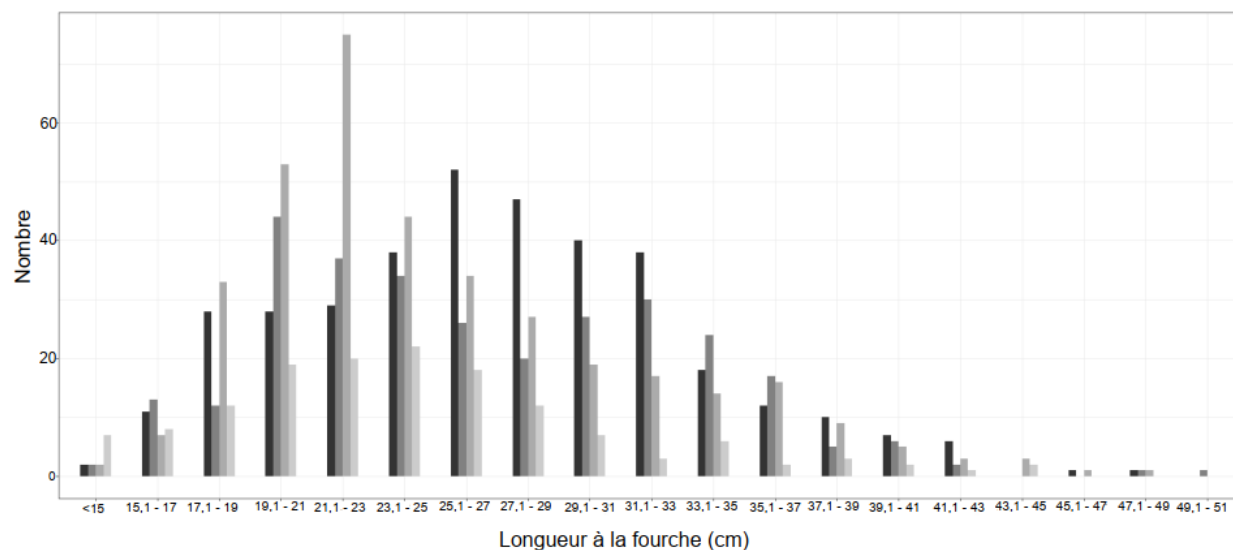


Figure 8. Distribution des longueurs des achigans à petite bouche capturés par pêche à la ligne de 2013 à 2016.

Contrairement à l'APB, les fréquences de longueur du BM n'indiquent pas une tendance sur des années successives d'effort de pêche à la ligne (figure 9). Cela peut être attribuable à l'établissement continu du BM dans le lac Hebb, qui est plus récent (2013) que l'introduction de l'APB (avant 2003).

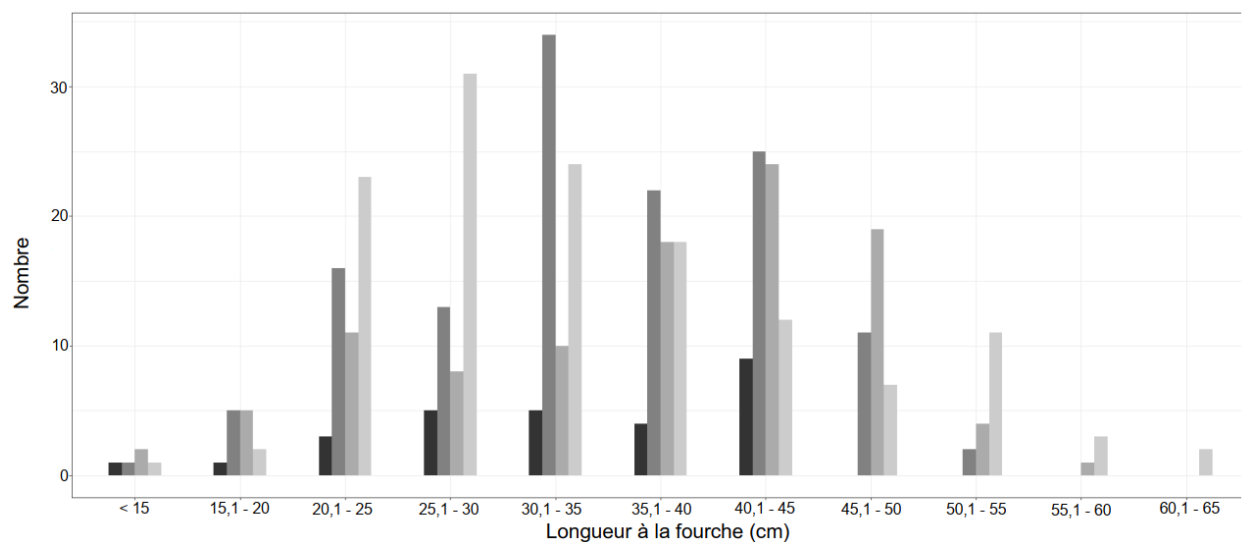


Figure 9. Distribution des longueurs (LF, cm) du brochet maillé capturé par pêche à la ligne dans le lac Hebb de 2013 à 2016.

La distribution de la fréquence de longueur de l'APB (haut) et du BM (bas) diffère selon la méthode d'échantillonnage (figure 10). La distribution des longueurs de l'APB et du BM capturés par pêche à la ligne diffère de celle des stations de pêche à l'électricité par transect linéaire. La pêche à la ligne est sélective pour les poissons plus grands, et elle a été effectuée dans des habitats plus variables. La pêche à l'électricité par bateau le long d'un transect linéaire



devait être une méthode de capture non sélective, mais elle est limitée à l'échantillonnage des habitats de la zone littorale peu profonde ( $\leq 2$  m de profondeur) où les poissons plus petits des deux espèces sont plus abondants.

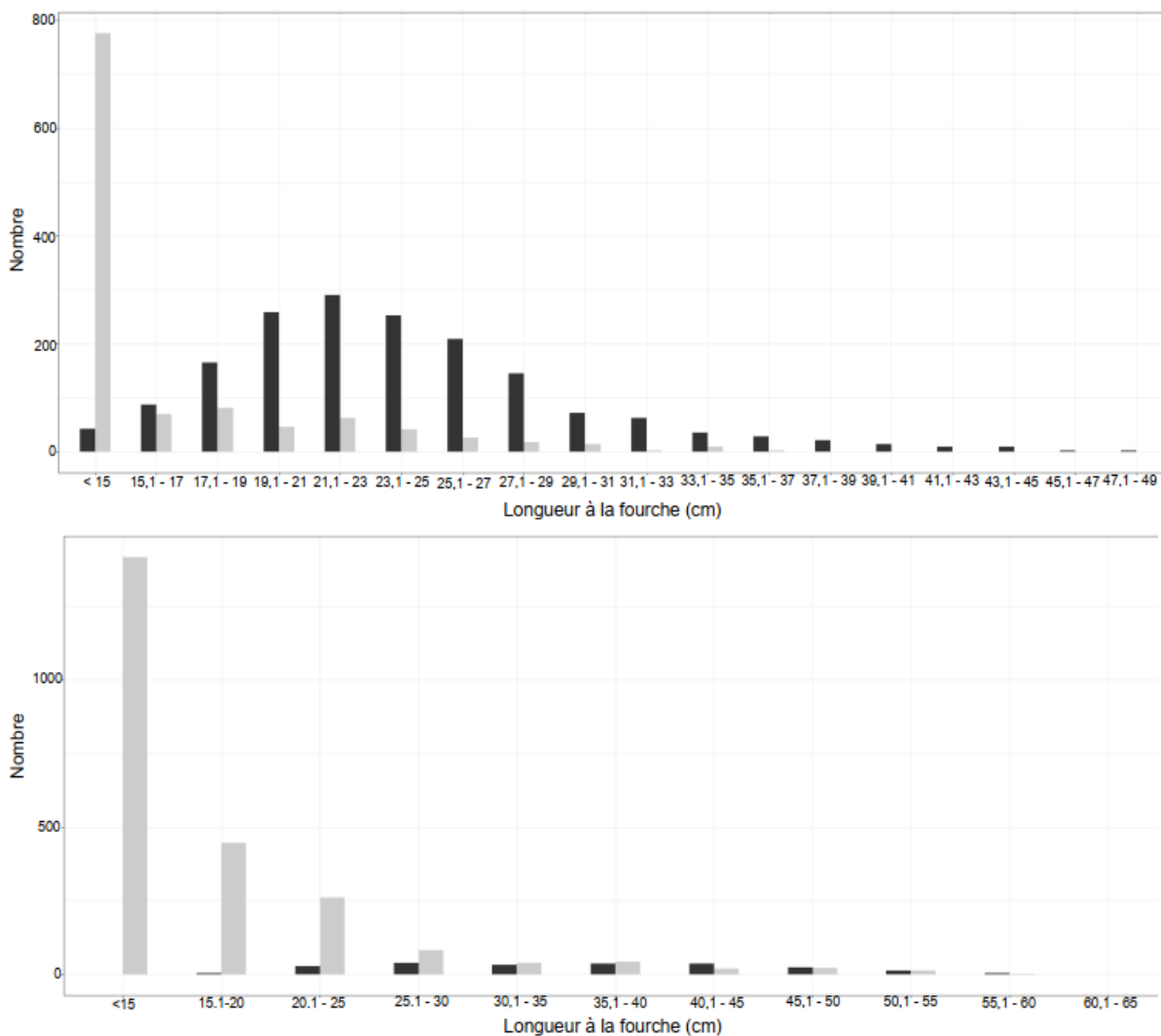


Figure 10. Comparaison de la distribution de la fréquence de longueur de la pêche à l'électricité en bateau le long d'un transect linéaire et de la pêche à la ligne pour l'achigan à petite bouche (haut) et le brochet maillé (bas) en 2015-2016. Les données de pêche à l'électricité sont indiquées par les barres grises, tandis que les données de pêche à la ligne sont indiquées par les barres noires. Notez que les échelles des fréquences de longueur diffèrent d'une espèce à l'autre.

### Total des prélèvements

Au cours des trois ans du projet pilote, 2 362 achigans à petite bouche et 3 129 brochets maillés ont été prélevés du lac Hebb par une combinaison des méthodes de pêche à l'électricité en bateau et de pêche à la ligne (tableau 6). Il n'est pas possible d'estimer la proportion de la population totale que ces prélèvements représentent, car on ne dispose pas d'estimations de la taille de la population à l'échelle du lac pour ces deux espèces. Il est probable que la proportion soit petite et que l'effet de ces captures soit minime compte tenu du niveau d'effort appliqué.

Tableau 6. Total des prélèvements d'achigan à petite bouche (APB) et de brochet maillé (BM) dans le lac Hebb de 2014 à 2016. Le texte entre parenthèses indique la méthode de prélèvement : ép. = par épuisement à l'électricité, lin. = linéaire à l'électricité, ligne = pêche à la ligne.

Année	APB (ép.)	APB (lin)	APB (ligne)	BM (ép.)	APB (lin.)	APB (ligne)	Total annuel
2014	162	-	294	287	-	97	840
2015	154	393	359	176	977	63	2 122
2016	110	746	144	175	1 313	41	2 385
<b>Total pour l'espèce/la méthode</b>	426	1 139	797	638	2 290	201	<b>5 347</b>

### Sources d'incertitude

On ne dispose pas d'estimations de la population ou d'indices d'abondance à l'échelle du lac pour l'APB et le BM dans le lac Hebb. Il n'est pas possible d'estimer la proportion de la population totale prélevée par les mesures de contrôle des EAE appliquées dans le cadre de ce projet pilote. La distribution spatiale de l'APB et du BM, ou de leurs habitats de prédilection, dans le lac Hebb et ses affluents n'est pas bien comprise. La pêche à l'électricité en bateau n'est efficace que dans la zone littorale peu profonde (< 2 m); par conséquent, une partie inconnue de la population ne sera pas disponible pour la capture et ne sera pas représentée par les résultats présentés. La variabilité potentielle des données de pêche à l'électricité en bateau induite par les conditions saisonnières, l'heure de la journée, les conditions physiques ou chimiques du lac, les conditions météorologiques et l'efficacité de l'échantillonnage (c.-à-d. les efforts, les réglages, l'expérience du conducteur/de l'équipage, la connaissance du site) au fil du temps n'a pas été prise en compte à l'intérieur des années du projet pilote ou entre ces années. De même, l'effort de pêche à la ligne n'a pas été mené de façon systématique ou randomisée, et n'a donc pas été réparti de façon uniforme dans l'espace et le temps.

Les différences de méthodologie d'échantillonnage entre les expériences d'épuisement par pêche à l'électricité en bateau et transects linéaires empêchent une comparaison directe des prélèvements au premier passage avec le total des prélèvements des transects linéaires. Des filets de retenue n'ont pas été utilisés pendant les expériences d'épuisement, ce qui permet aux poissons d'entrer ou de sortir de la zone d'influence de la pêche à l'électricité pendant les passes successives d'épuisement.

La documentation disponible relative au contrôle des espèces envahissantes par la pêche à l'électricité est principalement axée sur l'APB. Le brochet maillé a été moins étudié dans l'ensemble, et ses comportements et ses exigences en matière d'habitat sont différents; par conséquent, les renseignements disponibles concernant la réponse des populations d'APB aux mesures d'atténuation pourraient ne pas représenter ceux des populations de BM.

Les effets du prélèvement des EAE peuvent être confondus avec la dynamique de l'interaction entre l'APB et le BM, en particulier le temps écoulé depuis l'introduction et l'invasion. Bien qu'on s'attende à ce que l'APB soit entièrement établi dans le lac Hebb au moment de ce projet pilote, le BM a été introduit plus récemment et pourrait représenter un état de développement démographique précoce et plus dynamique.

## CONCLUSIONS ET AVIS

Les résultats des expériences d'épuisement par pêche à l'électricité démontrent que les populations localisées d'APB et de BM peuvent être considérablement réduites à l'aide une méthode à quatre passages; toutefois, couvrir chaque site d'épuisement a pris un temps considérable. Au fur et à mesure que le nombre de poissons prélevés diminuait à chaque passage, l'efficacité de la capture par unité d'effort diminue avec les passages successifs. En outre, l'effet des prélèvements jusqu'à épuisement n'est que temporaire, car le site est probablement rapidement recolonisé par des individus provenant de zones adjacentes à l'habitat échantillonné. Les transects linéaires de pêche à l'électricité en bateau ont permis de couvrir de plus grandes longueurs de littoral du lac; cependant, les différences de méthodologie nous empêchent de comparer les résultats des transects linéaires à passage unique aux résultats d'épuisement. L'efficacité de la pêche électrique en bateau comme mesure de contrôle des EAE est limitée à la zone littorale (< 2 m de profondeur), ce qui entraîne essentiellement la capture de juvéniles. Alors que les techniques de pêche à l'électricité en bateau ont été bien documentées pour le contrôle de l'APB, il y a peu d'informations disponibles sur l'utilisation de la pêche à l'électricité en bateau appliquée au BM pour contextualiser les résultats obtenus dans le cadre de ce projet pilote.

La pêche à la ligne a permis de capturer une composante de taille différente des populations d'APB et de BM, sélectionnant généralement des poissons plus grands que la pêche à l'électricité en bateau. Comme dans le cas de la pêche à l'électricité en bateau, il est difficile d'évaluer l'impact de cette approche d'atténuation en l'absence d'estimations de la population ou d'indices d'abondance. Étant donné que les efforts de pêche à la ligne n'étaient ni normalisés ni randomisés dans l'espace et le temps, il est difficile de comparer les résultats d'une année à l'autre. En général, tous les résultats de capture par unité d'effort doivent être interprétés avec prudence. Dans la plupart des cas, seulement deux points de données sont disponibles et les variations interannuelles ne peuvent être prises en compte. Des changements mineurs dans l'échantillonnage (p. ex. effort, moment, améliorations de l'efficacité) pourraient avoir une incidence sur les résultats.

Des études antérieures indiquent qu'il est possible de contrôler les populations d'EAE, mais leur éradication est peu probable. Le contrôle des populations d'EAE à l'aide de méthodes de prélèvement mécaniques est certes possible, mais cela nécessite des niveaux d'efforts élevés et soutenus. Des résurgences sont susceptibles de se produire en l'absence de mesures de contrôle permanentes; par conséquent, des efforts continus sont nécessaires. Des mesures de contrôle ont été appliquées jusqu'à présent afin d'explorer des moyens de réduire la menace de prédation pour soutenir la population de corégones de l'Atlantique, qui est en voie de disparition, jusqu'à ce que d'autres mesures puissent être prises pour en soutenir la survie et le rétablissement. Les niveaux de prédation du corégone de l'Atlantique par les différents stades du cycle de vie des EAE sont inconnus. Il n'est donc pas possible de déterminer les stades du cycle de vie des EAE qu'il serait préférable de cibler dans le cadre des efforts d'atténuation afin de réduire davantage la pression de prédation potentielle sur le corégone de l'Atlantique.

Une meilleure connaissance de la répartition spatiale et de l'utilisation de l'habitat des EAE dans le lac Hebb pourrait probablement accroître l'efficacité des mesures d'atténuation des EAE grâce à l'application ciblée des efforts disponibles. On pourrait également améliorer l'efficacité des mesures d'atténuation en ciblant les stades de cycle de vie où les captures sont plus probables. Plus précisément, en ce qui concerne le contrôle de l'APB, il convient d'adopter des approches à plusieurs volets, notamment en ciblant l'APB mâle au printemps, lorsqu'il est le plus susceptible d'être prélevé, et où le retrait des mâles qui défendent les nids devrait réduire

la survie des petits. Le prélèvement des mâles qui défendent les nids au printemps pourrait être suivi d'un échantillonnage plus tard dans la saison afin d'évaluer le recrutement par le prélèvement des jeunes de l'année. Des efforts d'atténuation devraient être menés à l'avenir de manière à permettre le suivi de l'impact sur les cohortes des espèces visées au fil du temps, en vue de l'élaboration d'un index d'abondance.

## LISTE DES PARTICIPANTS DE LA RÉUNION

Nom	Organisme d'appartenance
Arany, Jillian	Confederacy of Mainland Mi'kmaq (CMM)
Bennett, Lottie	Direction des sciences, région des Maritimes du MPO
Bradford, Rod	Division de l'écologie des populations, région des Maritimes du MPO
Breen, Andrew	Bluenose Coastal Action Foundation
Broome, Jeremy	Division de l'écologie des populations, région des Maritimes du MPO
Delaney, Leanda	Gestion des écosystèmes, région des Maritimes du MPO
DiBacco, Claudio	Sciences des écosystèmes côtiers, région des Maritimes du MPO
Halfyard, Eddie	Nova Scotia Salmon Association & Dalhousie University
Hiltz, Tim	PSCB, Bridgewater
LeBlanc, Jason	NS Dept. Fisheries & Aquaculture (NSDAF) / Inland Fisheries
Longue, Philip	Bluenose Coastal Action Foundation
McIntyre, Tara	Division de l'écologie des populations, région des Maritimes du MPO
Robichaud-LeBlanc, Kim	Gestion des espèces en péril, région des Maritimes du MPO
Showell, Mark	Division de l'écologie des populations, région des Maritimes du MPO
Stevens, Greg	Gestion des ressources, région des Maritimes du MPO
Themelis, Daphne	Division de l'écologie des populations, région des Maritimes du MPO
Worcester, Tana	Direction des sciences, région des Maritimes du MPO

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen par les pairs régional du 11 au 12 octobre 2017 portant sur la stratégie optimale de contrôle des espèces envahissantes pour assurer la survie et le rétablissement du corégone de l'Atlantique dans les lacs de la Petite Rivière. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le [calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada \(MPO\)](#).

Biron, M., Clément, M., Moore, D., and Chaput, G. 2014. [Results of a Multi-year Control and Eradication Program for Smallmouth Bass \(\*Micropterus dolomieu\*\) in Miramichi Lake, New Brunswick, 2011-2012](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/073. v + 58 p.

Blackwell, B.G., Kaufman, T.M., Moos, T.S., and Ermer, M.J. 2017. Comparison of Day and Night Electrofishing to Sample Smallmouth Bass in Natural Lakes of Eastern South Dakota. *N. Amer. J. Fish. Manage.* 37: 1191-1198.

- Biron, M. 2015. Summary of the Control and Monitoring Activities for Smallmouth Bass (*Micropterus dolomieu*) in Miramichi Lake, NB, in 2013 and 2014. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1257: viii + 8 p.
- Bradford, R.G., Themelis, D., LeBlanc, P., Campbell, D.M., O'Neil, S.F., and Whitelaw, J. 2015. Atlantic Whitefish (*Coregonus huntsmani*) Stocking in Anderson Lake, Nova Scotia. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3142: vi + 45 p.
- Brown, T.G., Runciman, B., Pollard, S., Grant, A.D.A., and Bradford, M.J. 2009. Biological Synopsis of Smallmouth Bass (*Micropterus dolomieu*). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2887. v + 50 pp.
- Chaput, G., and D. Caissie. 2010. [Risk Assessment of Smallmouth Bass \(\*Micropterus dolomieu\*\) Introductions to Rivers of Gulf Region with Special Consideration to the Miramichi River \(N.B.\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/065. vi + 39 p.
- Cooke, S.J., Martins, E.G., Struthers, D.P., Gutowsky, L.F.G., Power, M., Doka, S.E., et al. 2016b. A Moving Target—Incorporating Knowledge of the Spatial Ecology of Fish into the Assessment and Management of Freshwater Fish Populations. Environ. Monit. Assess. 188(4): 239.
- COSEPAC. 2000. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le corégone de l'Atlantique (*Coregonus huntsmani*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 37 p.
- COSEPAC. 2010. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le corégone de l'Atlantique \(\*Coregonus huntsmani\*\) au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xii + 33 p.
- Edge, T.A. 1987. The Systematics, Distribution, Ecology and Zoogeography of the Endangered Acadian Whitefish, *Coregonus canadensis* Scott, 1967, in Nova Scotia, Canada. M.Sc. University of Ottawa.
- Edge, T.A., and Gilhen, J. 2001. Updated Status Report on the Endangered Atlantic Whitefish, *Coregonus huntsmani*. Can. Field-Nat. 115: 635-651.
- Halfyard E.A. 2010. A Review of Options for the Containment, Control and Eradication of Illegally Introduced Smallmouth Bass (*Micropterus dolomieu*). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2865: vi + 71 p.
- Jackson, D.A. 2002. Ecological Effects of *Micropterus* Introductions: The Dark Side of Black Bass. In Black Bass: Ecology, Conservation, and Management. Edited by D.P. Philipp and M.S. Ridgway. American Fisheries Society, Bethesda, Md. pp. 221–232.
- LeBlanc, J. E. 2010. [Geographic Distribution of Smallmouth Bass, \*Micropterus dolomieu\*, in Nova Scotia: History of Early Introductions and Factors Affecting Current Range](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/028. iv + 25 p.
- Loppnow, G., Vascotto, K., and P. Venturelli. 2013. Invasive smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*): History, impacts, and control. Man. of Biol. Inv. 4(3): 191–206.
- McNeill, A. J. 1995. An Overview of the Smallmouth Bass in Nova Scotia. N. Amer. J. Fish. Manage. 15: 680-687.
- Mitchell, S.C., LeBlanc, J.E., and A.J. Heggelin. 2010. Impact of introduced Chain Pickerel (*Esox niger*) on lake fish communities in Nova Scotia, Canada. Nova Scotia Department of Fisheries and Aquaculture, Halifax, Nova Scotia, Canada.

- MPO. 2009. [Évaluation du potentiel de rétablissement du corégone atlantique \(\*Coregonus huntsmani\*\)](#). Secr. can. de consult. Sci. du MPO, Avis sci. 2009/051.
- MPO. 2013. [Examen des activités de contrôle et d'éradication de 2010 à 2012 ciblant l'achigan à petite bouche dans le lac Miramichi au Nouveau-Brunswick](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2013/012.
- MPO. 2018. [Programme de rétablissement modifié du corégone de l'Atlantique \(\*Coregonus huntsmani\*\) au Canada](#). Loi sur les espèces en péril. Pêches et Océans Canada, Ottawa. xiv + 69 pp.
- Ogle, D.H. 2016a. [FSA: Fisheries Stock Analysis. R package version 0.8.8](#).
- Ogle, D.H. 2016b. Introductory Fisheries Analyses with R. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL.
- Paragamian, V.L. 1989. A Comparison of Day and Night Electrofishing: Size Structure and Catch per Unit Effort for Smallmouth Bass. N. Amer. J. Fish. Manage. 9: 500-503.
- Rytwinski, T., Taylor, J.J., Donaldson, L.A., Britton, J.R., Browne, D.R., Gresswell, R.E., Lintermans, M., Prior, K.A., Pellatt, M.G., Vis, C., and Cooke, S.J. 2019. The Effectiveness of Non-native Fish Removal Techniques in Freshwater Ecosystems: A Systematic Review. Environ. Rev. 27:71-94.
- Smith, K. 2017. *Coregonus huntsmani*. [The IUCN Red List of Threatened Species 2017](#).
- Themelis, D.E., Bradford, R.G., LeBlanc, P.H., O'Neil, S.F., Breen, A.P., Longue, P, and Nodding, S.B. 2014. Monitoring Activities in Support of Endangered Atlantic Whitefish (*Coregonus huntsmani*) Recovery Efforts in the Petite Rivière Lakes in 2013. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3031.
- Weidel, B.C., D.C. Josephson and Kraft, C.E. 2007. Littoral fish community response to Smallmouth Bass removal from an Adirondak Lake. Trans. Amer. Fish. Soc. 136:778-789.

**CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :**

Centre des avis scientifiques (CAS)  
Région des Maritimes  
Pêches et Océans Canada  
Institut océanographique de Bedford  
1 promenade Challenger, C.P. 1006  
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2

Courriel : [DFO.MaritimesCSA-CASMaritimes.MPO@dfo-mpo.gc.ca](mailto:DFO.MaritimesCSA-CASMaritimes.MPO@dfo-mpo.gc.ca)  
Adresse Internet : [www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/)

ISSN 1919-5117

ISBN 978-0-660-72992-3 N° cat. Fs70-6/2024-045F-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. Stratégie optimale de contrôle des espèces envahissantes en vue d'assurer la survie et le rétablissement du corégone de l'Atlantique dans les lacs de la Petite Rivière. Secr. can. des avis sci. du MPO. Avis. sci. 2024/045.

*Also available in English:*

*DFO. 2024. Optimal Strategy for Invasive Species Control to Ensure Survival and Recovery of Atlantic Whitefish in the Petite Rivière Lakes. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2024/045.*