



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS)

Document de recherche 2023/028

Région des Maritimes

Examen de la surveillance de base dans la zone de protection marine de l'estuaire de la Musquash

J. Andrew Cooper, Owen Jones et Marc Blanchard

Station biologique de St. Andrews
Pêches et Océans Canada
125, promenade Marine Science
St. Andrews (N.-B.) E5B 0E4

Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon des échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Publié par :

Pêches et Océans Canada
Secrétariat canadien des avis scientifiques
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6
Canada

[https://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](https://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2023

ISSN 2292-4272

ISBN 978-0-660-48112-8 N° cat. Fs70-5/2023-028F-PDF

La présente publication doit être citée comme suit :

Cooper, J.A., Jones, O. et Blanchard, M. 2023. Examen de la surveillance de base dans la zone de protection marine de l'estuaire de la Musquash. Secr. can. des avis sci. du MPO. Doc. de rech. 2023/028. ix + 61 p.

Also available in English:

Cooper, J.A., Jones, O. and Blanchard, M. 2023. Review of Baseline Monitoring within the Musquash Estuary Marine Protected Area. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2023/028. viii + 56 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	ix
INTRODUCTION	1
VALEUR DES ESTUAIRES ET DÉGRADATION DANS LA BAIE DE FUNDY	1
NATURE DE L'ÉCOSYSTÈME DE LA MUSQUASH.....	1
CALENDRIER D'ÉTABLISSEMENT DE LA ZPM	2
ZPM DE LA MUSQUASH.....	2
OBJECTIFS DE CONSERVATION.....	2
ÉTAT ACTUEL DE LA SURVEILLANCE DE LA MUSQUASH.....	3
TERMES ET DÉFINITIONS OPÉRATIONNELS	3
Type d'habitat.....	3
Principales espèces	4
Groupe trophique	4
Données de référence.....	4
OBJECTIFS.....	5
SOURCES DE DONNÉES.....	5
ÉVALUATION DE LA SITUATION DE RÉFÉRENCE	6
PRODUCTIVITÉ ET BIODIVERSITÉ.....	6
Poissons.....	6
Oiseaux.....	9
Endofaune benthique	11
HABITAT	12
Carte des habitats et mise à jour de la limite des hautes eaux	12
Régime hydrodynamique et sédimentaire.....	13
Température et salinité	14
Teneur en éléments nutritifs.....	15
PRESSIONS ET MENACES	16
Pêche commerciale et prises accessoires	16
Espèces aquatiques envahissantes	17
Débris marins (littoral).....	19
Métaux contaminants	20
Bactérie	21
RÉSUMÉ.....	22
DISPONIBILITÉ DES DONNÉES, COUVERTURE SPATIALE, FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE, GROUPES D'ESPÈCES	22
PRODUCTIVITÉ ET BIODIVERSITÉ.....	22
HABITAT	23
PRESSIONS ET MENACES	24
RÉFÉRENCES CITÉES	25
TABLEAUX ET FIGURES.....	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Douze indicateurs de rendement ont été classés sous les thèmes de l'écosystème et des pressions/menaces (DGCO 2015). Ils ont été proposés comme première étape de la surveillance dans la ZPM de l'estuaire de la Musquash dans le but d'établir d'abord une base d'information.	29
Tableau 2. Résumé des sources de données correspondant à au moins un des douze indicateurs. La durée de l'échantillonnage, la saison, la zone et la disponibilité des données ont été examinées pour évaluer la contribution à la surveillance de base dans la ZPM de l'estuaire de la Musquash. Les années avec un plus « + » indiquent les données qui continuent d'être recueillies. Les zones définissent la zone de gestion de la ZPM (1,2,3), la zone intertidale administrée (ZIA), la zone intertidale (ZI), et si des informations comparatives provenant d'autres zones de la baie de Fundy sont recueillies (zones extérieures).	30
Tableau 3. Résumé des données spatiales, saisonnières et annuelles sur les poissons du littoral.	33
Tableau 4. Les dix premières espèces selon le nombre d'observations pour la senne de plage, tous lieux confondus. Moyenne et variance des observations quotidiennes sur tous les sites, n = 30.	34
Tableau 5. Liste des espèces de poissons dont la conservation est préoccupante et qui sont présentes dans la région côtière de la baie de Fundy. Trois de ces espèces ont été observées dans les données sur les poissons du littoral avec la senne de plage ou le verveux.	35
Tableau 6. Résumé du plan d'échantillonnage pour les données sur les oiseaux du Programme de surveillance des marais des Maritimes.	37
Tableau 7. Liste des dix espèces d'oiseaux les plus couramment observées de 2013 à 2017. Les observations sont le total enregistré à tous les endroits pour la série chronologique de 5 ans. Moyenne et variance des observations annuelles sur tous les sites, n = 5.	37
Tableau 8. Espèces d'oiseaux rares ou inscrites sur la liste de la LEP au Nouveau-Brunswick. Les observations sont le total des sites enregistrés à tous les emplacements dans la série chronologique du PSM de 2013 à 2017. Le statut est « rare » s'il est signalé dans Singh et Buzeta (2005), à moins que l'espèce figure à l'annexe 1 de la LEP.	38
Tableau 9. Résumé des données pour l'échantillonnage de l'endofaune benthique.	42
Tableau 10. Les dix espèces les plus abondantes observées dans l'enquête sur l'endofaune benthique de 2010 à 2017.	42
Tableau 11. Résumé du plan d'échantillonnage pour les données sur l'habitat basé sur le rivage, le type de fond et la structure biogénique.	45
Tableau 12. Résumé des données d'échantillonnage pour surveiller l'hydrodynamique et le régime sédimentaire.	46
Tableau 13. Résumé de l'échantillonnage pour les données sur la qualité de l'eau des habitats.	47
Tableau 14. Statistiques sommaires de la surveillance de la qualité de l'eau des habitats par année pour toutes les stations combinées. Un tiret (-) signifie « aucune donnée ».	48
Tableau 15. Résumé des types de permis actifs pour les zones de pêche entourant la ZPM de la Musquash. Un tiret (-) signifie « aucune donnée ».	52

Tableau 16. Résumé de l'échantillonnage dans les données du SIPMAR pour les activités du journal de bord de la pêche commerciale.	53
Tableau 17. Résumé de l'échantillonnage pour le suivi des espèces aquatiques envahissantes.	54
Tableau 18. Résumé de l'échantillonnage pour les données du programme de surveillance des débris marins du CCNB.	55
Tableau 19. Résumé du plan d'échantillonnage pour les données sur les métaux à l'état de traces.	58
Tableau 20. Résumé de l'échantillonnage pour les données sur les bactéries.	59
Tableau 21. Statistiques sommaires des densités de coliformes fécaux (CF) (NPP/100 ml) pour le havre Musquash par temps sec (< 12,5 mm en 24 h et < 25 mm en 48 h). MoyG = moyenne géométrique, P90 = 90 ^e centile, % > 43 = pourcentage d'observations où les coliformes fécaux sont supérieurs à 43 NPP/100 ml.	60
Tableau 22. Statistiques sommaires des densités de coliformes fécaux (NPP/100 ml) pour le havre Musquash par temps pluvieux (> 12,5 mm en 24 h et/ou > 25 mm en 48 h). MoyG = moyenne géométrique, P90 = 90 ^e centile, % > 43 = pourcentage d'observations où les coliformes fécaux sont supérieurs à 43 NPP/100 ml. Un tiret (-) signifie « aucune donnée ». ...	60
Tableau 23. Résumé de la couverture au niveau de l'écosystème des données de surveillance existantes pour soutenir les indicateurs 1 et 2. Groupes trophiques (producteurs primaires [P], nécrophages [SC], suspensivores [S], déposivores [D], herbivores [H], carnivores [C] et omnivores [O]) faisant actuellement l'objet d'un suivi aux fins de données sur les espèces (poissons, oiseaux, endofaune benthique) dans chaque type d'habitat (Greenlaw et al. 2014). Les catégories trophiques sont celles décrites dans Singh et Buzeta 2005. Un tiret (-) signifie « aucune donnée ».	61

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Zone de protection marine de l'estuaire de la Musquash et ses zones de gestion, zones intertidales administrées et zones intertidales.....	28
Figure 2. Nombre d'années d'échantillonnage contenues dans chaque ensemble de données. Remarque : Huit ensembles de données sont établis comme étant annuels et en cours.	31
Figure 3. Proportion d'ensembles de données contenant des informations pendant une seule période de l'année ou plusieurs périodes de l'année pour saisir les informations saisonnières. 31	
Figure 4. Proportion d'ensembles de données qui échantillonnent dans les zones de gestion (1, 2, 3), dans la zone intertidale administrée ou dans la zone intertidale (ZIA/IA), et qui effectuent un échantillonnage comparatif en dehors de la ZPM.....	32
Figure 5. Lieux d'échantillonnage de poissons près de la côte dans la Musquash (Ipsen 2013). Bassin Hepburn = HB, Five Fathom Hole = FFH, plage Black = BB.	33
Figure 6. Comparaison de l'abondance des captures de poissons de la Musquash (individus par espèce par ensemble) entre les méthodes du verveux et de la senne de plage (Ipsen 2013), avec l'algorithme de lissage LOESS. Les zones ombragées indiquent l'erreur-type.....	35
Figure 7. Nombre total cumulé d'espèces de poissons observées comparé à l'estimation de la richesse des espèces de Michaelis-Menten.	35
Figure 8. Nombre cumulé d'espèces de poissons observées par mois pour chaque lieu d'échantillonnage (BB = plage Black, FFH = Five Fathom Hole, HB = bassin Hepburn). Les chiffres entre parenthèses correspondent aux observations et à l'estimation de la richesse en espèces de Michaelis-Menten pour chaque site.....	36
Figure 9. Lieux d'observation de la route NB-51 du Programme de surveillance des marais des Maritimes de 2013 à 2017.	36
Figure 10. Nombre total cumulé d'espèces d'oiseaux observées par rapport à l'estimation de la richesse des espèces de Michaelis-Menten.	39
Figure 11. Nombre cumulé d'espèces d'oiseaux observées pour chaque année d'échantillonnage, tous lieux confondus. Le nombre entre parenthèses est l'estimation de la richesse des espèces de Michaelis-Menten pour chaque année.	39
Figure 12. Distribution annuelle des observations totales pour les oiseaux « rares » ou inscrits sur la liste de la LEP dans les données du PSM.	40
Figure 13. Emplacements des échantillons d'endofaune benthique 2010-2017. Emplacements basés sur un échantillonnage aléatoire dans trois strates hydrographiques. Le nombre total d'échantillons est indiqué entre parenthèses.....	40
Figure 14. Distribution de la composition des sédiments mesurés lors du suivi de l'endofaune benthique 2010-2017. A. Distribution de la granulométrie exprimée en pourcentage de la fraction de limon (< 63 µm). B. Distribution du contenu organique total exprimé en pourcentage de perte de poids sec à la combustion.	41
Figure 15. Nombre total cumulé d'espèces de l'endofaune benthique observées (202) par rapport à une estimation de la richesse des espèces de Michaelis-Menten (195).	43
Figure 16. Nombre cumulé d'espèces de l'endofaune benthique observées pour chaque strate, toutes saisons et années confondues. Les chiffres entre parenthèses correspondent aux observations et à l'estimation de Michaelis-Menten de la richesse des espèces.	43

Figure 17. Nombre annuel cumulé d'espèces de l'endofaune benthique observées par cycle annuel. Les échantillons saisonniers sont commandés en été, automne et hiver. Toutes les strates combinées.	44
Figure 18. Carte d'habitat révisée pour la ZPM de la Musquash et la zone intertidale administrée (Greenlaw et al. 2014).	44
Figure 19. Prédications préliminaires du modèle océanique communautaire à volume fini concernant les courants d'eau dans la région de Musquash avec des exemples de prédictions à un moment donné (Cooper et al. 2014).	45
Figure 20. Emplacement des carottes de sédiments prélevées en 2010 pour évaluer le taux de sédimentation (Cooper et al. 2014).	46
Figure 21. Emplacements d'échantillons fixes pour la surveillance de la qualité de l'eau effectuée par Eastern Charlotte Waterway Inc. dans le cadre du projet des estuaires de la baie de Fundy.	47
Figure 22. Température annuelle par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.	49
Figure 23. Salinité annuelle par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.	49
Figure 24. Profondeur de Secchi annuelle par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.	50
Figure 25. Oxygène dissous annuel par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.	50
Figure 26. Chlorophylle A annuelle par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.	50
Figure 27. Azote total annuel par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.	51
Figure 28. Phosphore total annuel par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.	51
Figure 29. Lieux de capture autour de l'estuaire de la Musquash déclarés dans le SIPMAR (2006-2018).	51
Figure 30. Emplacement de la surveillance des tuniciers envahissants effectuée dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick (2012-2015). Au cours de cette période, des tuniciers envahissants ont été observés à tous les endroits, à l'exception de la ZPM de Musquash à Five Fathom Hole (Sephton et al. 2017).	53
Figure 31. Emplacement de la surveillance du crabe vert effectuée dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick (Vercaemer et Sephton 2016).	54
Figure 32. Emplacements des échantillons pour la surveillance des débris marins par le Conseil de conservation du Nouveau-Brunswick (CCNB) à Musquash. BBH = plage Black Hill, BBP = plage Black Proper, BBU = plage Black Upper, GC = anse Gooseberry.	55
Figure 33. Total des observations de types de débris par lieu d'échantillonnage pour toutes les années combinées. BBH = plage Black Hill, BBP = plage Black Proper, BBU = plage Black Upper, GC = anse Gooseberry.	56

Figure 34. Total des observations de débris par année pour chaque lieu d'échantillonnage. BBH = plage Black Hill, BBP = plage Black Proper, BBU = plage Black Upper, GC = anse Gooseberry.	56
Figure 35. Emplacement des stations munies d'un slo-core pour la géochronologie et l'analyse des métaux traces. Le carré noir montre la station de carottage deux, où un taux de sédimentation d'environ 0,5 cm/an a été déterminé (Cooper et al. 2014).	57
Figure 36. Emplacement de l'échantillonnage des métaux traces au moyen d'une benne Eckman pour l'endofaune benthique (Cooper et al. 2014).	58
Figure 37. Emplacement de la surveillance des coliformes fécaux dans les mollusques par le PCCSM.	59

RÉSUMÉ

En 2015, le MPO a publié le Plan de surveillance de l'écosystème de la zone de protection marine (ZPM) de l'estuaire de la Musquash (2014-2019). Ce plan dressait une liste de douze indicateurs permettant de surveiller le rendement écologique de l'estuaire de la Musquash à l'appui des grands objectifs de conservation. L'objectif de cet examen était de fournir des conseils et des recommandations quant à la mesure dans laquelle les données dérivées du plan fournissent une base de référence pour détecter les changements dans l'environnement de la Musquash. Vingt-quatre ensembles de données contenaient des informations permettant de soutenir au moins un des douze indicateurs de productivité, de biodiversité, d'habitat et de menaces/pressions. Le plan d'échantillonnage de chaque ensemble de données a été examiné sur le plan de la variabilité spatiale et temporelle, ainsi que des tendances observées. Bien que des progrès aient été accomplis dans l'élaboration d'une base de données de références pour chaque indicateur, des lacunes persistent dans le plan de surveillance écosystémique actuel qui visait à fournir des informations sur toutes les espèces clés, les groupes trophiques, les types d'habitats et les environnements. L'approche écosystémique de la surveillance nécessite une diversité de besoins en données de la part de multiples intervenants. L'élaboration d'un plan de gestion des données solide, qui permet de faire le suivi des données disponibles et de déterminer les lacunes importantes en matière de données pour la planification future et la collaboration avec les intervenants, améliorera l'évaluation des données de référence. Le présent document de recherche a été présenté et examiné par des pairs lors du processus d'avis scientifique régional de la région des Maritimes qui s'est tenu virtuellement les 11 et 12 mai 2021.

INTRODUCTION

L'estuaire de la Musquash est un écosystème marin côtier situé dans la baie de Fundy à une vingtaine de kilomètres au sud-ouest de Saint John, au Nouveau-Brunswick. Ce milieu estuarien productif et ses marais salés servent d'habitat à de nombreuses espèces de poissons, d'invertébrés et de plantes marines. Il est reconnu comme l'un des quelques derniers estuaires de la région qui restent encore peu touchés par l'exploitation humaine. Outre l'intérêt que présentent ses caractéristiques naturelles, la Musquash a aussi une valeur patrimoniale pour la région. On pense que des groupes autochtones établissaient des campements saisonniers le long de ses rives, et que les loyalistes de l'Empire-Uni des États-Unis et de la France y ont établi les premières colonies dans la région. Aujourd'hui, les communautés côtières des environs continuent d'utiliser l'estuaire comme lieu de pêche et de loisirs, et pour la récolte de plantes marines.

En 1998, le Conseil de conservation du Nouveau-Brunswick, avec l'appui de la Fundy North Fishermen's Association, a proposé que l'estuaire de la Musquash et sa zone intertidale deviennent une zone de protection marine (ZPM) en vertu de la *Loi sur les océans*. Le 14 décembre 2006, la ZPM de l'estuaire de la Musquash et la zone intertidale connexe administrée par le MPO (ZIA) ont reçu officiellement la désignation de zone protégée. Cette protection conférée à l'estuaire est le fruit du travail concerté de la communauté et des instances gouvernementales. Le MPO, au nom du gouvernement du Canada, est chargé de gérer la ZPM et la ZIA en collaboration avec le Comité consultatif de l'estuaire de la Musquash (CCEM), qui est constitué de représentants gouvernementaux ainsi que de membres d'organisations non gouvernementales, de l'industrie, des Premières Nations et des groupes communautaires qui s'intéressent à la ZPM et à la ZIA.

VALEUR DES ESTUAIRES ET DÉGRADATION DANS LA BAIE DE FUNDY

Les estuaires sont parmi les écosystèmes les plus productifs de la terre; ils comprennent un éventail de types d'habitats et appuient diverses formes de vie marine. Ils sont souvent entourés de bas-fonds intertidaux et de basses prairies côtières appelés marais salés. Les bas-fonds intertidaux offrent un habitat à une abondance de plantes des marais, salés, de poissons et d'oiseaux rares. Les marais salés qui jalonnent les estuaires filtrent les sédiments et la pollution, constituent une zone tampon qui met les terres riveraines à l'abri des vagues de tempête et des inondations et protègent le littoral contre l'érosion. Malgré leur biodiversité unique et leur importante fonction écosystémique, plus de 85 % des marais salés connus de la baie de Fundy ont été modifiés ou détruits par l'homme au cours des 300 dernières années.

NATURE DE L'ÉCOSYSTÈME DE LA MUSQUASH

La Musquash est caractérisée par sa grande taille et ses vastes marais salés et est restée écologiquement intacte. L'emplacement, la forme et les caractéristiques océanographiques de cet estuaire favorisent de multiples types d'habitats (Singh *et al.* 2000, Singh et Buzeta 2005). Les rivages rocheux à la limite de la mer offrent un habitat à de nombreux poissons, invertébrés et plantes marines qui s'abritent dans les crevasses et s'agrègent sur des substrats stables pour former des structures biogènes protégées des vagues et de l'exposition à la marée. La plupart des organismes présents dans les bas-fonds intertidaux de la partie supérieure du port de la Musquash vivent à l'abri des regards dans les sédiments et jouent un rôle dans la stabilisation des sédiments, le recyclage des nutriments et l'alimentation des oiseaux, des poissons et des invertébrés. Enfin, les vastes marais salés qui entourent la rivière Musquash et ses petits affluents abritent une variété de plantes et d'insectes qui attirent les oiseaux nicheurs et migrants, ainsi que des marges qui abritent des poissons et des oiseaux aquatiques.

CALENDRIER D'ÉTABLISSEMENT DE LA ZPM

L'estuaire de la Musquash a été désigné comme zone de protection marine (ZPM) en vertu des lois fédérales (*Loi sur les océans*) en décembre 2006. Le processus a été mis en place par des organisations non gouvernementales et des intervenants communautaires visant à préserver l'un des plus naturels estuaires de la baie de Fundy. Cet intérêt a mené à la formation du groupe de planification de la ZPM de la Musquash, qui comprenait des participants et des partisans du Conseil de conservation du Nouveau-Brunswick, de la Fundy North Fishermen's Association, du MPO, de la province du Nouveau-Brunswick et des résidents des collectivités environnantes.

ZPM DE LA MUSQUASH

La ZPM de la Musquash a été divisée en trois zones de gestion (figure 1; MPO 2008), chacune étant soumise à des règlements spécifiques :

- La zone 1 de la ZPM correspond au cours inférieur de la rivière Musquash. L'habitat qui s'y trouve renferme une grande biodiversité; elle est bordée d'un marais salé vulnérable. La zone 1 bénéficie du plus haut degré de protection; en conséquence, peu d'activités y sont autorisées.
- La zone 2 de la ZPM englobe le cours inférieur de la rivière Musquash, l'intérieur de l'estuaire et l'anse Gooseberry. Elle est elle-même subdivisée en deux parties. La zone 2A de la ZPM, qui comprend le cours inférieur de la rivière et l'intérieur de l'estuaire, constitue la plus grande zone de gestion de la ZPM. Elle se caractérise par des fonds mixtes constitués de sédiments mous et de substrat rocheux dur. La zone 2B de la ZPM comprend l'anse Gooseberry située à l'embouchure de l'estuaire. Elle est principalement caractérisée par un substrat de gravier. Les activités autorisées sont plus nombreuses dans les zones 2A et 2B que dans la zone 1.
- La zone 3 de la ZPM correspond à la partie de l'embouchure de l'estuaire située entre le cap Western et le cap Musquash, puis s'étendant vers l'amont jusqu'à la plage Black. Les sédiments du fond de cette zone sont agités en permanence par les processus naturels associés à la marée et aux vagues. C'est dans cette zone que les activités autorisées sont les plus nombreuses.

La ZIA correspond à la large zone intertidale adjacente aux zones 2A et 2B de la ZPM, et au littoral rocheux qui borde la zone 3 de la ZPM (figure 1). La zone intertidale et les marais salés qui bordent la zone 1 ne font pas partie des terres administrées par le MPO. Les activités pratiquées dans la ZIA seront gérées d'une manière cohérente avec les mesures appliquées à la ZPM. On applique également les règlements provinciaux et fédéraux à toutes les activités pratiquées dans la ZIA afin de réaliser les objectifs de gestion.

OBJECTIFS DE CONSERVATION

Avant sa désignation en tant que zone de protection marine, un aperçu écologique de la Musquash (Singh *et al.* 2000) a permis de déterminer plusieurs caractéristiques clés de la valeur de conservation, y compris les poissons commerciaux et non commerciaux, les habitats uniques et les zones de haute diversité biologique et de productivité biologique. Avec cette vue d'ensemble, et en appliquant les objectifs nationaux du MPO pour la gestion écosystémique (Jamieson *et al.* 2001), le plan de gestion et les objectifs de conservation de la Musquash (MPO 2008) ont été adoptés en termes généraux pour assurer qu'il n'y ait *aucune réduction inacceptable ou modification d'origine humaine* des éléments suivants :

A. La productivité – Chaque composante (essentiellement communauté, population) doit pouvoir jouer son rôle dans le fonctionnement de l'écosystème pour maintenir l'abondance et la santé des espèces exploitées.

B. La biodiversité – La diversité des espèces, des communautés et des populations au sein des différents écosystèmes doit être maintenue;

C. L'habitat – La qualité de l'eau et des sédiments doit être maintenue pour préserver les propriétés physiques et chimiques de l'écosystème.

Bien que le MPO soit en fin de compte responsable de veiller à ce que ces objectifs soient atteints, la surveillance et la protection de la ZPM de l'estuaire de la Musquash devaient être réalisées en collaboration avec d'autres autorités réglementaires et guidées par les conseils des ministères concernés, des Premières Nations et des intervenants locaux, y compris les membres du Comité consultatif de la Musquash (Cooper *et al.* 2011, MPO 2011, MPO 2015).

ÉTAT ACTUEL DE LA SURVEILLANCE DE LA MUSQUASH

Un plan de surveillance quinquennal a été élaboré et a permis de définir douze indicateurs pour les composants de l'écosystème et les activités humaines (tableau 1). Il s'agit de sept indicateurs écologiques qui s'inscrivent dans le cadre de la conservation de la productivité, de la biodiversité et de l'habitat, ainsi que de cinq indicateurs de pressions/menaces pour surveiller les activités humaines. Celles-ci étaient fondées sur un examen des données écologiques disponibles et des activités gérées dans la région (DFO 2013). Le consensus de l'examen a indiqué qu'il n'était actuellement ni faisable ni efficace de surveiller tous les aspects écologiques du système. L'accent a été mis sur l'établissement d'une base de référence dans le cadre des activités de collecte de données existantes et sur l'établissement d'un ordre de priorité pour la nouvelle surveillance en fonction des pressions et des menaces perçues. Il a été reconnu que la surveillance continue et l'évaluation itérative étaient la meilleure approche pour développer des points de référence pour la gestion.

TERMES ET DÉFINITIONS OPÉRATIONNELS

Des termes tels que *type d'habitat* (écotype), *espèces clés*, *groupe trophique*, et *base de référence* ont été introduits dans le cadre de l'écosystème de la Musquash (Singh et Buzeta 2005) et sont décrits plus en détail dans le contexte des données de surveillance dans cette étude.

Type d'habitat

Les écotypes ont été décrits par Singh *et al.* (2000) et utilisés pour développer un cadre écosystémique pour la Musquash (Singh et Buzeta 2005). Le concept d'écotypes a été revu et modifié en types d'habitats, lesquels sont énumérés ci-dessous, à l'aide d'une compilation de photographies aériennes, d'un système de détection et de télémétrie par ondes lumineuses (LIDAR), d'une bathymétrie multifaisceaux et de cartes bathymétriques (Greenlaw *et al.* 2014). Ces types d'habitats rendent compte des principaux changements d'élévation (ou de profondeur) et de substrat de fond, et utilisent un schéma comparable à d'autres habitats côtiers de la baie de Fundy (Greenlaw *et al.* 2014). Ces catégories ne représentent pas nécessairement les conditions de l'eau ou la structure biogénique :

1. Marais salé
2. Marelle et mare de marais salé
3. Retenue d'eau – marais salé
4. Retenue d'eau – mare de marais salé
5. Batture intertidale

-
6. Zone intertidale rocheuse
 7. Zone intertidale – gravier et sable
 8. Zone infratidale – substrat mixte
 9. Zone infratidale – substrat mou
 10. Littoral exposé

Principales espèces

Le terme « principales espèces » peut être associé à une série de taxons indicateurs (Pearson 1994) qui présentent des critères tels que le fait d'être bien connu, la facilité d'étude et de manipulation, ou l'importance intrinsèque sur le plan économique, social ou juridique. D'autres critères souhaitables, comme le fait d'être présent dans une vaste étendue géographique, d'avoir pour habitat spécialisé un habitat d'intérêt, ou de présenter des profils de changement qui se reflètent chez d'autres taxons (Pearson 1994), doivent également être évalués s'ils sont connus.

Une liste partielle d'espèces clés a été élaborée pour la ZPM (Singh et Buzeta 2005), mais n'a pas été entièrement évaluée pour chaque type d'habitat. Une consultation supplémentaire a été nécessaire pour établir toutes les espèces principales et indicatrices dans chaque type. Dans l'évaluation des données de surveillance existantes où les critères d'information sur les espèces clés n'ont pas été évalués, les espèces les plus communes, dominantes ou de plus grande biomasse ont été répertoriées ainsi que celles ayant une valeur intrinsèque (commerciale, de conservation, à risque) pour la région.

Groupe trophique

Sept groupes trophiques ont été pris en compte dans l'écosystème de la Musquash. Ils sont décrits ci-dessous avec des exemples d'espèces de la Musquash : producteurs primaires (P), nécrophages (SC), suspensivores (S), dépositivores (D), herbivores (H), carnivores (C) et omnivores (O). Des exemples d'espèces appartenant à ces groupes trophiques sont définis dans Singh et Buzeta (2005). Les espèces clés échantillonnées dans le cadre des données de surveillance existantes seront classées dans ces groupes trophiques.

Données de référence

Les données de référence sont définies comme l'ensemble initial habituel d'observations critiques, ou de données utilisées pour la comparaison, ou les données de contrôle [traduction]¹. Pour cette évaluation, les données de référence ont été considérées comme étant les valeurs de mesure qui représentent les états actuels ou les états typiques lorsque la variabilité spatiale et temporelle est connue. Le plan de surveillance (DGCO 2015) indiquait que les déclencheurs des mesures de gestion pour les indicateurs 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10 et 11 seraient un écart (changement) statistiquement significatif par rapport à la variabilité de référence. Ces indicateurs sont liés aux composants naturels de l'écosystème, et une gamme de valeurs de mesure devrait représenter un état typique.

Plusieurs activités de recherche et de surveillance des parties prenantes ont été examinées précédemment et reconnues comme un point de départ pour établir des informations de base (Cooper *et al.* 2014). Il s'agissait d'études sur la diversité benthique, l'océanographie physique, les profils sédimentaires, les assemblages de communautés de poissons, les enquêtes sur les

¹ « [Baseline](#). » Dictionnaire Merriam-Webster.com, Merriam-Webster. Consulté le 14 décembre 2020.

populations d'oiseaux, les contaminants et d'autres menaces humaines. La variabilité de ces mesures devrait se produire à différentes échelles : toutes les heures et toutes les semaines (en fonction du cycle diurne, du cycle des marées et des conditions météorologiques); dans l'espace (en fonction de l'emplacement, de la profondeur, du type d'habitat et des préférences en matière d'habitat); au fil des saisons (en fonction de la lumière, de la température, de la croissance et du cycle biologique des espèces); et annuellement (changements cumulés d'une année à l'autre). Par conséquent, la capacité des données de base à saisir suffisamment cette variation est une condition préalable à toute action de gestion (déclencheur) associée à chaque objectif de conservation.

OBJECTIFS

Le plan de surveillance a reconnu qu'un examen et une révision périodiques seraient souhaités pour intégrer de nouvelles informations et des ajustements aux indicateurs, le cas échéant. L'objectif de ce document est de résumer les données actuellement accessibles pouvant se rapporter aux 12 indicateurs énumérés pour la ZPM (DGCO 2015). Ces informations peuvent ensuite être évaluées par rapport aux objectifs de conservation. Pour y parvenir :

- les indicateurs seront comparés aux données concernant la disponibilité, la fréquence d'échantillonnage et la couverture spatiale;
- pour chaque indicateur, les ensembles de données seront évalués pour savoir s'ils sont suffisants pour établir une base de référence pour la surveillance du changement;
- en fonction de la variabilité observée, les révisions de la couverture spatiale et temporelle de la surveillance seront examinées afin de fournir des conseils pour améliorer l'efficacité et l'efficacité de l'échantillonnage;

Cet examen permettra d'établir les ensembles de données, les indicateurs et les activités de surveillance les mieux adaptés pour informer la direction de l'efficacité de la ZPM et pour déterminer quelles informations supplémentaires pourraient être nécessaires pour évaluer si la ZPM atteint ses objectifs de conservation.

SOURCES DE DONNÉES

Vingt-quatre ensembles de données ont été établis à partir de sources publiées et non publiées et ont été évalués afin de déterminer la fréquence d'échantillonnage, la couverture spatiale et la disponibilité des données (tableau 2). Les enregistrements de données commencent dès 1974, mais la plupart couvrent une période allant de 1999 à 2018. De nombreux ensembles de données portent sur une ou deux années d'observation, et neuf ensembles de données portent sur 5 ans ou plus (figure 2). Huit d'entre elles sont considérées comme continues et, dans la plupart des cas, font partie de programmes de surveillance à plus grande échelle qui ont lieu à l'intérieur et à l'extérieur de la ZPM. Quatorze ensembles de données étaient limités à une seule période d'échantillonnage au cours de l'année, généralement pendant les mois d'été. Certains ensembles de données ont été échantillonnés pendant les quatre saisons et rendent compte de la variabilité saisonnière (figure 3). La plupart des ensembles de données fournissent des mesures provenant de plus d'une zone de gestion et de zones intertidales de la ZPM, et plusieurs fournissent également des informations comparatives provenant de l'extérieur de la ZPM (tableau 2). La zone 2 a été la plus intensivement échantillonnée, mais toutes les zones sont représentées par de multiples ensembles de données (figure 4). Dans certains cas, les données brutes n'étaient pas facilement accessibles et il faudrait élaborer un plan de gestion des données à long terme pour la ZPM de la Musquash afin de mieux faciliter les examens et les évaluations périodiques.

ÉVALUATION DE LA SITUATION DE RÉFÉRENCE

La mesure dans laquelle chaque ensemble de données peut être utilisé comme base de référence pour les 12 indicateurs sera examinée par :

- a. un examen des données relatives à la fréquence spatiale (types d'habitat, zones de gestion), saisonnière (intra-annuelle) et annuelle (interannuelle) de l'échantillonnage;
- b. la détermination des espèces clés (le cas échéant), la variabilité des échantillons, les tendances observées et les limites des données;
- c. des recommandations d'amélioration comme base de référence pour les indicateurs sélectionnés.

PRODUCTIVITÉ ET BIODIVERSITÉ

Les données relatives aux poissons, aux oiseaux et à l'endofaune benthique ont été appliquées aux indicateurs de productivité et de biodiversité, car ce type de suivi mesure la présence des espèces ainsi que les changements dans l'abondance et/ou la biomasse des espèces clés. Dans le plan de surveillance (DGCO 2015), les indicateurs de productivité et de biodiversité sont énoncés dans le contexte d'un cadre écosystémique (Singh et Buzeta 2005), avec une attention particulière portée aux espèces clés et aux niveaux trophiques dans tous les types d'habitat.

Poissons

Les données sur les poissons du littoral portaient sur la présence et l'abondance des espèces échantillonnées deux fois par mois à l'aide de sennes de plage d'octobre 2009 à octobre 2010 et de verveux de juin 2010 à fin décembre 2010 (Ipsen 2013). L'objectif de ce travail était de comparer les communautés de poissons du littoral tout au long de l'année dans trois endroits différents de la ZPM, et d'évaluer les différences entre la ZPM et les estuaires voisins en ce qui concerne les communautés de poissons (Ipsen 2013).

Trois emplacements dans la zone 2, y compris la ZIA (Figure 5), plus deux emplacements de référence à l'extérieur de la ZPM au havre Dipper et au marais Saints Rest ont été échantillonnés (Ipsen 2013). L'habitat de Five Fathom Hole a été décrit comme une plage de galets et un chenal de marais salé, la plage Black comme une plage de sable entourée de roches, et le bassin Hepburn comme une vaste vasière intertidale avec un marais salé protégé et une partie extérieure plus exposée, constituée d'affleurements rocheux. Les emplacements et la description à l'intérieur de la ZPM peuvent être associés à trois des dix types d'habitat (Greenlaw *et al.* 2014) : zone intertidale avec sable et gravier à la plage Black, zone infratidale avec substrat mou au bassin Hepburn et zone infratidale avec substrat mixte à Five Fathom Hole. Les deux emplacements situés à l'extérieur de la ZPM étaient géographiquement proches et présentaient des caractéristiques d'habitat similaires à celles de la ZPM. Le site du havre Dipper (35 km à l'ouest) avait un substrat sablonneux et une salinité allant de 27 à 30 ppm pendant l'été (Ipsen 2013). Le site du marais de Saint's Rest (10 km à l'est) avait un substrat vaseux et une salinité de l'eau de 21-28 ppm pendant l'été (Ipsen 2013). Les substrats du site du havre Dipper étaient comparables à ceux de la plage Black et ceux du site de la plage Saints Rest comparables à ceux du bassin Hepburn. En revanche, la salinité moyenne au marais Saints Rest était plus proche de celle de la plage Black.

Les données ont été recueillies tout au long de l'année jusqu'à deux fois par mois pendant 12 mois. Comme une seule année complète d'échantillonnage était prévue pour ce projet (Ipsen 2013), les données sur les poissons du littoral ne contiennent pas d'informations permettant d'évaluer les changements annuels (tableau 3).

Avant Ipsen (2013), vingt-trois espèces de poissons avaient été cataloguées dans la ZPM (Singh *et al.* 2000). La plupart d'entre elles étaient associées aux écotypes subtidaux de boue et de sable; quatre étaient également associées à la marelle des marais salés ou aux écotypes subtidaux rocheux (Singh et Buzeta 2005). Sur les trois sites échantillonnés par Ipsen (2013), 19 espèces sur 6 934 spécimens ont été observées pendant toute la période d'échantillonnage (n = 30). Seize espèces (70 %) étaient celles précédemment cataloguées dans la ZPM. La senne de plage est apparue comme une méthode de capture plus efficace, représentant 90 % des espèces et avec une plus grande abondance par rapport au verveux (figure 6). Les dix principales espèces capturées par senne de plage ont contribué à 99 % des observations (tableau 4). Les dix espèces clés les plus communes ont été classées comme carnivores (Singh et Buzeta 2005), ayant des régimes alimentaires variés composés de vers marins, de larves d'insectes, de larves de crustacés, d'œufs, de zooplancton et d'autres petits poissons.

La présence et l'abondance relative de ces espèces étaient conformes à des études côtières similaires menées dans l'Atlantique Nord-Ouest (Ipsen 2013). En ce qui concerne les guildes écologiques, la capucette était l'espèce estuarienne résidente la plus abondante. D'autres espèces telles que l'éperlan arc-en-ciel, l'épinoche à trois épines, l'épinoche à points noirs et la plie rouge représentent des espèces d'alevinage (Ipsen 2013). Les dix espèces présentaient une grande variabilité (agrégation) dans le nombre observé par échantillon. Ceci est probablement lié aux changements dans l'abondance observée tout au long de l'année d'échantillonnage, avec des pics à la fin de l'été et en automne (figure 6).

Trois espèces d'intérêt pour la conservation, l'anguille d'Amérique (*Anguilliarostrata*), la morue de l'Atlantique (*Gadusmorhua*) et la lompe (*Cyclopterus lumpus*), ont été enregistrées peu fréquemment ou rarement dans la ZPM (tableau 5). Huit autres espèces de poissons de conservation figurant sur la liste du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) et/ou sur la liste de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) n'ont pas été observées dans cet ensemble de données (tableau 5). Bien que l'on sache que ces espèces se trouvent dans la région côtière de la baie de Fundy, le lieu d'échantillonnage (type d'habitat), la saison et le type d'engin sont des aspects importants de la capturabilité. L'absence de ces espèces dans les données existantes sur les poissons du littoral de la ZPM ne devrait pas être utilisée comme référence sans une étude plus approfondie pour cibler ces espèces.

Des analyses multivariées des communautés de poissons du littoral ont déjà été réalisées à plusieurs échelles, en tenant compte des effets de l'emplacement, du type d'engin et de la saison, tant dans la ZPM que dans les zones côtières adjacentes (Ipsen 2013). Dans l'ensemble, les saisons ont été la plus grande source de variation pour les communautés au sein de la ZPM (Ipsen 2013). Cela a été associé aux pics d'abondance et de richesse en poissons observés pendant l'échantillonnage d'été et d'automne (Ipsen 2013). Au sein de la ZPM, la variation de la composition des communautés de poissons a montré des différences significatives entre les lieux d'échantillonnage et les saisons (Ipsen 2013). La richesse des espèces était positivement corrélée à la température à la plage Black et à Five Fathom Hole, et l'abondance était positivement corrélée à la température à Five Fathom Hole (Ipsen 2013). Il n'y avait aucune relation claire entre l'abondance des poissons et la salinité à aucun endroit (Ipsen 2013). L'étude reconnaît que plusieurs facteurs non mesurés, tels que la turbidité, la hauteur des marées, l'heure du jour, le cycle lunaire, la disponibilité de la nourriture et de l'habitat, et les perturbations anthropiques, pourraient également jouer un rôle (Ipsen 2013). Avec ces tendances observées, les futures informations sur les poissons devraient tenir compte à la fois de la période de l'année et de l'emplacement de l'échantillon. Comme il n'y avait qu'une seule année de données, il n'est pas certain que les informations sur la communauté de poissons représentent un état typique pour ces sites sur une base annuelle. La communauté de poissons de sable et de gravier de la zone intertidale de Musquash ne s'est pas révélée unique par rapport à celle du havre Dipper ou du marais Saints Rest (Ipsen 2013). Des tendances spatiales dans la communauté de poissons ont été observées entre le havre Dipper (ouest), la plage

Black (Musquash, centre) et le marais Saints Rest (est), qui étaient peut-être liées au gradient de salinité de l'intérieur vers l'extérieur de la baie de Fundy (Ipsen 2013). Il a été recommandé que la gestion et la surveillance futures des communautés de poissons soient axées sur la compréhension des changements annuels grâce à l'examen des informations historiques, qu'elles comprennent un échantillonnage annuel supplémentaire pour les communautés de poissons ou les espèces indicatrices potentielles pendant les périodes d'abondance maximale, et qu'elles soient comparées aux informations recueillies par des programmes de surveillance estuariens comparables dans tout le Canada atlantique (Ipsen 2013).

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur de productivité 1 : Biomasse totale, abondance et répartition spatiale des espèces clés dans chaque niveau trophique. Bien que la biomasse n'ait pas été rapportée dans ces données, les changements dans les espèces les plus abondantes, comme la capucette, pourraient être utilisés pour examiner les changements annuels dans la productivité. La capucette est considérée comme une espèce estuarienne résidente et peut présenter une variabilité moindre par rapport aux espèces transitoires ou migratrices. L'amélioration de la surveillance de base permettrait d'étendre l'échantillonnage dans les zones 1 et 3, de mener un relevé sur plusieurs années, de concentrer les efforts sur la période d'abondance maximale attendue et d'enregistrer la structure taille-âge pour évaluer le recrutement annuel. Un tel plan d'échantillonnage des poissons a été élaboré pour l'échantillonnage annuel dans la Musquash (Ipsen 2016). Ce projet a été financé en 2018 pour une période de quatre ans par les voies navigables de l'Est de Charlotte et le Programme sur les données environnementales côtières de référence du MPO² dans le cadre du Plan de protection des océans du Canada. Les données de ce projet seront disponibles en 2022 et devront être évaluées pour déterminer leur contribution à la compréhension des changements pluriannuels dans les communautés de poissons du littoral.

Comme base de référence pour l'indicateur de biodiversité 2 : Nombre d'espèces par niveau trophique dans chaque type d'habitat. La richesse totale des espèces a été estimée à 19 sur la base d'une estimation mathématique de Michaelis-Menten (Seaby et Henderson 2007) pour les trois sites et pour l'année entière (n = 30). Le nombre cumulé d'espèces observé dans les données représente 100 % du nombre estimé (figure 7). Cela laisse croire qu'un échantillonnage accru avec cette méthode ne révélerait probablement pas d'informations supplémentaires sur les espèces. Cependant, dans chaque site, seule une partie (13 à 15 espèces) de la richesse totale a été observée (figure 8). On s'attend à ce que les estimations mathématiques de la richesse pour un emplacement soient plus faibles, mais la variabilité plus élevée de l'échantillon à plage Black et Five Fathom Hole indique que le nombre observé ne représente que 62 % et 37 % de l'estimation. Ce résultat pourrait être amélioré en augmentant le nombre d'échantillons à chaque endroit jusqu'au point où la courbe d'accumulation des espèces commence à atteindre une asymptote. L'échantillonnage au bassin Hepburn n'a eu lieu que pendant les mois 5 à 11, et les espèces observées étaient proches de l'estimation globale. Cela donne à penser que l'échantillonnage pendant les périodes de pic d'abondance de la fin du printemps à l'automne (Ipsen 2013) peut être suffisant pour observer la plupart des espèces présentes par rapport à un échantillonnage sur toute l'année. Comme pour l'abondance des poissons, un protocole d'échantillonnage pluriannuel (Ipsen 2016) est mené dans le cadre du Programme sur les données environnementales côtières de référence du MPO afin d'examiner les changements dans la richesse des espèces sur plusieurs années et à d'autres endroits.

² [Programme sur les données environnementales côtières de référence](#). Consulté le 14 décembre 2020.

Comme base de référence pour l'indicateur de biodiversité 3 : Nombre d'espèces en péril dans la ZPM (par chaque habitat si nécessaire). Seules trois des dix espèces à statut de conservation ont été observées (tableau 5). Aucune de ces espèces n'est actuellement inscrite à l'annexe 1 de la LEP et, par conséquent, ces données ne représentent pas une base de référence pour les espèces de poissons en péril. En outre, on ne s'attend pas à ce que toutes les espèces précieuses énumérées pour cette région soient capturées avec les méthodes utilisées pour les communautés de poissons du littoral. La surveillance des espèces en péril devrait cibler des méthodologies d'échantillonnage basées sur la connaissance des espèces, y compris les préférences d'habitat et la saisonnalité, par opposition aux techniques de surveillance de l'écosystème de la ZPM. De nouvelles techniques de surveillance, telles que les récepteurs acoustiques pour détecter les espèces marquées et l'ADN environnemental (ADNe), pourraient être utilisées comme méthodes ciblées, mais moins invasives pour vérifier la présence ou l'absence de ces espèces dans la ZPM.

Oiseaux

Les données sur la productivité des oiseaux ont été recueillies par Études d'Oiseaux Canada dans le cadre du Programme de surveillance des marais des Maritimes (PSM) chaque été depuis 2013. Les bénévoles enregistrent l'abondance des espèces d'oiseaux à des endroits fixes dans l'estuaire en utilisant un protocole nord-américain normalisé (Conway 2011). Bien que 14 emplacements soient définis dans les données, seuls neuf contenaient des observations couvrant plusieurs années pour l'ensemble de la période (figure 9). Les données sur les oiseaux du PSM ont été recueillies dans la zone 1 de la ZPM. Les types d'habitats spécifiques ne sont pas indiqués dans les données, mais les emplacements coïncident à la fois avec les types d'habitats marais salés et marelles de marais salés (Greenlaw *et al.* 2014). Les observations sont basées sur une identification visuelle et sonore combinée pour identifier les espèces cryptiques et non cryptiques. La disponibilité des données de surveillance des oiseaux dans la ZPM peut être évaluée par rapport à l'indicateur de productivité 1 et aux indicateurs de biodiversité 2 et 3.

Sur le plan spatial, les sites d'échantillonnage se trouvent tous dans la zone 1. Bien qu'il y ait jusqu'à neuf emplacements échantillonnés chaque année qui peuvent être associés à deux types d'habitat, il y a une certaine incertitude dans la détermination d'une observation d'habitat spécifique basée sur des observations audio seulement. Par conséquent, l'échantillonnage de neuf sites doit être traité comme des répliques mises en commun dans la zone 1. Les informations sur les oiseaux dans d'autres zones et le type d'habitat associé ne se trouvent pas dans cet ensemble de données. Le plan d'échantillonnage ne fournit des observations que pendant l'été et n'est pas adapté au suivi des changements saisonniers. La normalisation de l'enquête en utilisant une saison et un lieu fixes sur plusieurs années offre des informations permettant d'évaluer les changements annuels (tableau 6).

Il y a 237 espèces d'oiseaux historiquement cataloguées dans la ZPM de la Musquash (Singh et Buzeta 2005). Toutes les espèces ne sont pas uniformément observées dans l'ensemble de la ZPM, en particulier celles qui ont des préférences de niche étroites et celles qui sont migratrices, rares ou cryptiques (Deichmann 1999). De 2013 à 2017, les données sur les oiseaux du PSM ont permis de réaliser 1002 observations pour 70 espèces différentes au cours de 44 journées d'échantillonnage. Le nombre total d'espèces observées a varié entre 23 et 46 chaque année. Les dix espèces les plus communes représentent 73 % des observations (tableau 7). La grande variance par rapport à la moyenne annuelle indique des données agrégées. Des mesures environnementales telles que la température, la couverture nuageuse et le vent ont également été recueillies au cours du programme de surveillance des oiseaux du PSM, mais ces données n'ont pas encore été analysées afin de déterminer si elles sont corrélées aux changements dans les observations. Les types trophiques des oiseaux sont

souvent subdivisés en catégories fines en fonction de l'éventail des régimes alimentaires : graines, nectar, végétation aquatique, insectes, invertébrés, poissons, mammifères, etc. Ces catégories ont été généralisées en catégories plus larges comparables à d'autres groupes d'organismes. Les espèces d'oiseaux les plus courantes observées dans l'ensemble de données du PSM ont été classées comme omnivores (70 %), carnivores (30 %) ou herbivores (0 %) (tableau 7).

Une centaine d'espèces cataloguées comme « rares » au niveau régional ont été observées dans la ZPM (Singh et Buzeta 2005). De plus, vingt-quatre oiseaux répartis au Nouveau-Brunswick sont inscrits à l'annexe 1 de la LEP. Douze espèces « rares » ou inscrites sur la liste de la LEP ont été observées dans les données du PSM (Tableau 8). Les autres espèces inscrites sur la liste de la LEP pour le Nouveau-Brunswick n'ont pas été observées à Musquash dans le cadre du PSM (tableau 8). Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour déterminer si l'on s'attend à ce que ces autres espèces soient présentes dans la ZPM ou si le protocole du PSM est approprié pour enregistrer ces espèces selon la saison et l'endroit.

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur de productivité 1 : Biomasse totale, abondance et répartition spatiale des espèces clés dans chaque niveau trophique. Le nombre moyen annuel d'observations pour les espèces les plus communes (tableau 7) peut servir de base de référence pour l'abondance relative des sites combinés de la zone 1, mais ne représente pas la productivité. Avec une grande variance et une faible taille d'échantillon ($n = 5$), les données actuelles auraient une faible puissance pour détecter de petits changements, et des données supplémentaires sur les populations d'oiseaux nicheurs seraient plus utiles pour surveiller la productivité pour ces espèces et le niveau trophique.

Comme base de référence pour l'indicateur de biodiversité 2 : Nombre d'espèces par niveau trophique dans chaque type d'habitat. La richesse totale en espèces observée pour toutes les années correspondait à 89 % de l'estimation de Michaelis-Menten, qui était de 79 (figure 10). Cela indique qu'un échantillonnage supplémentaire améliorerait légèrement les informations sur la richesse des espèces observées. En revanche, les observations annuelles ne capturaient que 29 à 58 % de la richesse totale estimée des espèces sur cinq ans (2013 à 2017), mais chaque année, l'échantillonnage a enregistré entre 86 et 97 % de l'estimation annuelle de Michaelis-Menten (figure 11). Bien qu'un échantillonnage plus important améliorerait la confiance dans l'estimation de la richesse annuelle des espèces, l'échantillonnage semble être suffisant pour observer la plupart de ce qui a été estimé sur une base annuelle.

Comme base de référence pour l'indicateur de biodiversité 3 : Nombre d'espèces en péril dans la ZPM (pour chaque habitat si nécessaire). Sept espèces « rares » et six espèces inscrites sur la liste de la LEP ont été observées dans les données sur les oiseaux du PSM (tableau 8). Le butor d'Amérique, considéré comme « rare », était l'une des dix espèces les plus fréquemment observées. Les observations du Butor d'Amérique et du Rôle de Virginie ont été présentes chaque année, tandis que les observations d'autres espèces rares ou répertoriées étaient moins fréquentes (figure 12). Pour la plupart de ces espèces, il est difficile de déterminer si une base de référence suffisante pour la présence de ces espèces a été établie. Le PSM fournit des données pluriannuelles sur les oiseaux de la zone 1, mais ne surveille pas les populations d'oiseaux au cours des différentes saisons et dans les autres zones et types d'habitats. Une enquête sur les oiseaux figurant sur la liste de la LEP pendant la saison et les préférences d'habitat connues permettrait d'améliorer cette base de référence.

Endofaune benthique

La diversité et l'abondance de l'endofaune benthique ont été surveillées par la Direction des sciences du MPO de 2010 à 2017. L'endofaune benthique joue un rôle important dans le cycle des nutriments et la stabilisation de l'habitat pour les habitats intertidaux et subtidaux. Les méthodes benthiques pour étudier les impacts humains dans la zone côtière (Chang *et al.* 2017) ont été adaptées pour ce suivi. À l'aide d'une petite benne de prélèvement benthique (0,024 m²), les battures intertidales peu profondes ont été échantillonnées à partir d'un petit navire trois fois par an pour coïncider avec les saisons d'été, d'automne et d'hiver. Dix emplacements dans chacune des trois strates hydrographiques (intertidal, subtidal, chenal) dans les zones 2 et 3 ont été échantillonnés par voyage. Au total, 14 des 24 dates de mission prévues ont été réalisées sur une période de 6 ans, ce qui a permis de recueillir 401 échantillons à une profondeur maximale de 18,3 m (figure 13). Cet échantillonnage a permis d'enregistrer 328 taxons endofauniques (316 489 spécimens individuels). La composition moyenne des sédiments variait de 69 à 87 % de limon (< 63 µm) et le contenu organique total variait de 3,9 à 4,9 % (figure 14).

Les emplacements qui ont été échantillonnés dans les zones 2 et 3 et dans la ZIA de la zone 2 coïncident avec quatre des types d'habitat de la ZPM : batture intertidale, habitat intertidal de gravier ou de sable, habitat infratidal mixte et habitat infratidal mou. La composition élevée et constante de limon et le contenu organique total des échantillons choisis indiquent que la petite benne peut être biaisée en faveur des fonds mous et ne pas être efficace pour l'échantillonnage des habitats durs avec du sable et du gravier compactés ou les habitats infratidaux mélangés. La plupart des informations sur les espèces proviennent de deux habitats à fond mou (batture intertidale et habitat infratidal à fond mou). Sur le plan saisonnier, des échantillons d'été ont été collectés la plupart des années, mais des échantillons d'automne et d'hiver n'ont été collectés que périodiquement. Par conséquent, il y aura plus d'incertitude pour évaluer la variation saisonnière. Les données estivales ont été obtenues pour six années (à l'exclusion de 2013) et fournissent des informations sur la variabilité annuelle (tableau 9).

Auparavant, 137 espèces benthiques étaient cataloguées dans la ZPM et devaient être associées à ces types d'habitat (Singh et Buzeta 2005). Il était prévu que seul un sous-ensemble de ces espèces serait échantillonné à l'aide d'une petite benne benthique dans cette étude. Les organismes tels que les algues marines, les grands crustacés et les poissons auraient une faible capturabilité. La liste des taxons dans les nouvelles données de base est une combinaison d'espèces et de niveaux taxonomiques plus élevés, car souvent les spécimens étaient difficiles à identifier en raison des dommages ou avaient une taxonomie difficile (p. ex. les nématodes et les oligochètes). Un sous-ensemble de données avec une identification valide au niveau des espèces contenait 202 espèces et 193 586 observations. Il s'agissait de petite endofaune et d'épifaune juvénile. Les dix espèces les plus abondantes représentaient 90 % des observations (tableau 10).

Les espèces de l'endofaune peuvent être vaguement associées à plusieurs groupes trophiques (carnivores, herbivores, omnivores), mais sont correctement classées par mode d'alimentation. Il s'agit notamment des filtreurs, des brouteurs, des mangeurs de dépôts et des détritivores. Les dix principales espèces observées dans cet ensemble de données sont classées comme se nourrissant de dépôts (60 %) ou de filtres (40 %), avec un certain chevauchement avec les détritus (20 %) et les brouteurs (10 %) [tableau 10].

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur de productivité 1 : Biomasse totale, abondance et répartition spatiale des espèces clés dans chaque niveau trophique. L'abondance des dix premières espèces est très variable, comme l'indique la grande variance par rapport à la moyenne (tableau 10). Cela signifie que les données sont agrégées avec certains échantillons

présentant des abondances très élevées et d'autres très faibles ou nulles. Cette variabilité peut être attribuée à l'échantillonnage sur plusieurs saisons et années, mais l'emplacement de l'échantillon (strates hydrographiques) serait une source principale de variation car ce groupe d'organismes est connu pour avoir des distributions disparates selon les caractéristiques des sédiments, les courants et la qualité de l'eau. Les informations de base pour l'endofaune benthique dans les zones 2 et 3 semblent suffisantes pour évaluer le degré de changement de l'abondance des espèces selon les années, les saisons et les strates d'échantillonnage; une surveillance de base similaire devrait être développée pour le canal dans la zone 1.

Comme base de référence pour l'indicateur de biodiversité 2 : Nombre d'espèces par niveau trophique dans chaque type d'habitat. L'accumulation totale des espèces pour tous les échantillons a atteint une asymptote (richesse maximale en espèces) à 202 espèces, ce qui est supérieur à l'estimation de Michaelis-Menten de 195 (figure 15). Un échantillonnage supplémentaire ne permettrait pas d'augmenter l'estimation de la richesse totale des espèces. Le nombre cumulé d'espèces observées dans chaque strate représentait 58 à 69 % du total observé (figure 16). Le total observé dans chaque strate atteignait la richesse en espèces estimée, ou s'en approchait (figure 16). La richesse annuelle en espèces, toutes espèces confondues, a varié entre 30 et 48 % du total pluriannuel observé (figure 17). Les années d'échantillonnage incomplet avec des données provenant uniquement de l'été (2010-11, 2012-2013), de l'été/automne (2014-2015) ou uniquement de l'hiver (2009-2010) ont montré des courbes d'accumulation très marquées et semblent être sous-échantillonnées. L'échantillonnage considéré comme plus complet en 2015-2016 et 2016-2017 n'a permis d'observer que 41 %-48 % de l'estimation pluriannuelle totale. Cela indique que les communautés d'espèces peuvent changer d'une année à l'autre ou que seule une partie de la richesse totale des espèces peut être observée au cours d'une période d'échantillonnage donnée en raison de la possibilité de capturer des espèces rares ou inégalement réparties. Les années combinées pour l'endofaune benthique dans les zones 2 et 3 semblent être suffisantes pour fournir une estimation de la richesse des espèces, mais la variabilité annuelle, saisonnière et des strates doit être évaluée plus en détail. Une surveillance de base similaire devrait être développée pour le canal de la zone 1.

HABITAT

Les données sur l'habitat consistent en une caractérisation géospatiale du littoral, du type de fond et de la structure biogénique, ainsi que du régime hydrodynamique, de la qualité de l'eau et de la sédimentation.

Carte des habitats et mise à jour de la limite des hautes eaux

Une carte des habitats et une mise à jour des limites des hautes eaux (figure 18) ont été produites pour l'estuaire de la Musquash afin de fournir une base de référence pour la superficie totale et l'emplacement des types d'habitats distincts (Greenlaw *et al.* 2014). Cette carte a été établie à partir d'une compilation de données géospatiales comprenant des photographies aériennes (2007), un modèle numérique d'élévation par détection et télémétrie par ondes lumineuses (LIDAR) [2006, 2007], un sonar multifaisceaux (2001) et des cartes bathymétriques du Service hydrographique du Canada (SHC) [2007]. La superficie totale et le pourcentage de couverture de chaque type d'habitat ont été établis comme base de référence pour soutenir l'indicateur d'habitat 4 (tableau 1).

La carte révisée des habitats et la limite des hautes eaux ont supprimé un type d'habitat, les « mares d'eau de mer », en raison de l'absence de données appropriées à haute résolution. Deux autres types d'habitats ont été ajoutés, soit la retenue d'eau – marais salé et la retenue d'eau – mare de marais salé, et un autre a été renommé zone infratidale – substrat mixte au lieu de zone infratidale – substrat dur, car les données bathymétriques ne permettaient pas de

distinguer un mélange de sable et de galets d'un fond de roche dure. Avec ces changements, il y a un certain décalage avec les informations historiques présentées dans le cadre original de l'écosystème (Singh et Buzeta 2005).

Bien que les données géospatiales offrent une résolution et une couverture fines pour les trois zones de la ZPM et de la ZAI, il n'existe pas d'informations saisonnières ou pluriannuelles permettant d'évaluer la variabilité de base (tableau 11). La collecte de nouvelles données, accompagnée d'une analyse géospatiale périodique, permettrait d'évaluer l'ampleur des changements relatifs au fil du temps afin d'établir une base de référence pour surveiller la proportion et la fréquence des perturbations ou des pertes d'habitat.

Recommandations :

Comme référence pour l'indicateur d'habitat 4 : Superficie totale et emplacement de chaque type d'habitat dans l'estuaire et la proportion et la fréquence des perturbations ou des pertes. Les données sur l'étendue spatiale des types d'habitats basés sur le niveau d'eau et le substrat datent de plusieurs années et peuvent ne pas représenter les conditions actuelles. Afin de considérer cela comme une base de référence, il faudrait supposer que ces aspects de l'habitat sont moins variables que les assemblages d'espèces et la qualité de l'eau. Il n'y a actuellement aucune information supplémentaire pour soutenir cette hypothèse. Les changements dans l'emplacement et l'étendue de ces types d'habitats doivent être surveillés en fonction de l'évolution des conditions environnementales, telles que les précipitations, la sédimentation, l'élévation du niveau de la mer, les ondes de tempête et l'utilisation des terres.

Régime hydrodynamique et sédimentaire

Cinq sources de données ont été identifiées dans l'évaluation de la base de référence pour l'hydrodynamique et le régime sédimentaire (tableau 2). Quatre d'entre elles ont été réalisées entre 1974 et 2010 et ont été évaluées précédemment (MPO 2013, Cooper *et al.* 2014). Des données supplémentaires ont été obtenues à partir de la surveillance de l'endofaune benthique qui a également mesuré la granulométrie des sédiments et le carbone organique total.

Les apports hydrodynamiques dans la ZPM et l'estuaire proviennent de plusieurs sources d'eau douce environnantes, des courants et marées océaniques, des précipitations et des ondes de tempête. L'eau douce entre par un système de drainage vers la terre et sort par l'embouchure de l'estuaire. Le débit d'eau douce a été estimé à 9×10^6 pi³ par cycle de marée (Kristmanson 1974). Le débit d'eau salée a été estimé à $2\ 100 \times 10^6$ pi³ par cycle de marée (Kristmanson 1974). Les changements dans le débit d'eau douce ont été historiquement contrôlés par le développement hydroélectrique de la rivière Musquash. Cette centrale a été démantelée en 2016, et les données de contrôle du niveau d'eau n'ont pas été évaluées. En outre, plusieurs autres affluents d'eau douce contribuent à la charge en eau douce et en sédiments de l'estuaire et du port de Musquash. Les données pour ces sources tributaires ne sont pas non plus évaluées. Un modèle océanique communautaire à volume fini pour Musquash (figure 19) a été créé précédemment à l'aide de données de capteurs à Five Fathom Hole, à l'ouverture du port, et dans les zones côtières adjacentes (Cooper *et al.* 2014). Le modèle qui en découle a été considéré comme préliminaire, les données environnementales physiques étant insuffisantes pour déterminer la base de référence pour les apports d'eau douce et les changements saisonniers de la décharge. Les mesures environnementales variables, comme la température, la salinité, l'oxygène, la turbidité et la chlorophylle, devraient également être prises en compte dans un modèle hydrodynamique plus complet (MPO, 2013a).

Des carottes de sédiments utilisées pour établir un taux de sédimentation de base ont été prélevées à trois endroits dans la zone 2 (figure 20). Ceux-ci ont indiqué un taux de sédimentation de 0,5 cm/an (Cooper *et al.* 2014). Ces données ont été jugées adéquates comme base de référence pour ces endroits en 2010, mais il a été recommandé de répéter un

relevé granulométrique sur une plus grande échelle spatiale dans la ZPM afin d'évaluer les changements dans l'espace et dans le temps (MPO 2013).

L'échantillonnage de l'endofaune benthique pour la productivité et la biodiversité (2010-2016) a mesuré la taille des grains et le contenu organique total, car les caractéristiques des sédiments sont des facteurs importants pour étudier les changements spatiaux dans la composition des espèces. Cet échantillonnage a montré que la granulométrie dans l'ensemble des zones 2 et 3 était principalement constituée de limon fin (taille de grain < 63 µm) avec un pourcentage de fraction de limon se situant en moyenne entre 68 et 82 % (Figures 14A). Le chenal était principalement composé de limon, à l'exception de quelques échantillons prélevés près de Five Fathom Hole qui contenaient davantage de sable et de gravier. Les zones infratidales et intertidales situées le long des marges du chenal présentaient une plus faible teneur en limon, qui était remplacé par du sable fin (> 63 µm). Le carbone organique total se situait en moyenne entre 3,8 et 4,9 % (figure 14B). La variabilité des échantillons subtidaux et intertidaux est en corrélation avec les zones de fraction de limon inférieure qui ont été décrites précédemment (figure 14A). Ces échantillons peuvent offrir des informations de base pour les données de rétrodiffusion multifaisceaux obtenues à distance qui ont été utilisées pour développer les types d'habitats de référence (Greenlaw *et al.* 2014).

La surveillance des changements de la taille des grains et du carbone organique à l'aide des méthodes de l'endofaune benthique présente des limites importantes. L'échantillonnage de l'endofaune a été effectué avec une petite benne qui n'est pas adaptée pour pénétrer dans les substrats mixtes durs, et les données sont biaisées en faveur des types de sédiments plus fins et plus doux. De plus, les 5 cm supérieurs de l'échantillon sont souvent perturbés et représentent potentiellement un agrégat pour plusieurs années.

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur d'habitat 5 : Régime hydrodynamique et sédimentaire dans l'estuaire (p. ex. remplissage de sédiments). Afin d'établir une base de référence fiable pour le régime hydrodynamique et sédimentaire dans l'estuaire (p. ex. remplissage de sédiments), il a été recommandé précédemment d'élaborer un modèle couplé hydrodynamique-transport de sédiments pour évaluer le rôle des facteurs physiques comme la marée, le courant et les apports d'eau douce (MPO, 2013a). Le taux de sédimentation évalué précédemment pour une année date de plus de 10 ans et est limité spatialement à seulement 3 endroits dans la zone 2. Un modèle hydrodynamique à échelle plus fine et des données de sédimentation élargies permettraient d'améliorer les connaissances sur la façon dont la sédimentation et l'habitat peuvent être modifiés par des facteurs externes, tels que les apports d'eau douce, les ondes de tempête, les précipitations et les événements de marée. Les données de référence sont insuffisantes pour toutes les échelles, la variabilité saisonnière, spatiale et annuelle (tableau 12) et la surveillance est insuffisante pour déterminer s'il y a eu des changements physiques dans l'hydrodynamique de l'estuaire dus à des changements dans les apports gérés (p. ex. le contrôle de l'eau douce du barrage hydroélectrique) ou à des facteurs environnementaux plus larges (p. ex. les précipitations, les ondes de tempête).

Température et salinité

Les données de température et de salinité ont historiquement été enregistrées dans le cadre de plusieurs activités de surveillance et de recherche différentes. Ces informations périodiques n'ont pas été consolidées pour établir une base de référence à long terme permettant de rendre compte des anomalies ou de comprendre les variations associées à l'emplacement, à la profondeur, à la marée et à la saison. Ipsen (2013) a enregistré la température et la salinité à chaque emplacement d'échantillonnage de poissons sur une période d'un an, d'octobre 2009 à octobre 2010. Au cours de cette étude, les températures de l'eau à Musquash ont varié de 21 °C à -1 °C, ce qui est considéré comme plus variable que les moyennes de la baie de Fundy

(maximales d'environ 12 °C et minimales de 0 °C). Toutes les saisons, à l'exception de l'automne et du printemps, présentaient des différences significatives dans les comparaisons par paires (Ipsen 2013). De même, les variations de salinité ont été directement influencées par la saison à Musquash, mais aussi par le site, en raison de l'afflux d'eau douce (Ipsen 2013).

Depuis 2015, Eastern Charlotte Waterway Inc. (ECW) effectue une surveillance de la qualité de l'eau dans le cadre du projet des estuaires de la baie de Fundy³. L'échantillonnage a été conçu pour surveiller les changements annuels pendant la même période saisonnière à 20 endroits fixes dans les zones 2 et 3 de la Musquash (figure 21). En pratique, les dates d'échantillonnage allaient du milieu de l'été au début de l'automne (24 septembre 2015, 22 septembre 2016, 26 juillet 2017 et 14 août 2018), ce qui peut contribuer à la variation des mesures annuelles. Pour ce plan d'échantillonnage, la variabilité multi-saisonnière n'est pas prise en compte et les données étaient insuffisantes pour la zone 1. Les zones spatiales 2 et 3 contiennent 20 stations fixes qui sont distribuées uniformément, et l'ECW et l'échantillonnage annuel ont pu être comparés aux études historiques ainsi qu'aux changements relatifs dans toute la baie de Fundy (tableau 13).

Les données de température et de salinité présentaient une faible variance spatiale à l'intérieur d'une année (tableau 14). Une certaine variabilité annuelle peut être attribuée à la période de l'année. Des températures plus basses en juillet 2017 sur la plupart des sites contre des températures plus élevées en août 2018 et septembre 2015, 2016 (figure 22). Ce changement est typique de l'augmentation de la température côtière pendant les mois d'été. La salinité est variable d'une année à l'autre pour certains endroits (figure 23). La salinité pourrait être influencée par la proximité des sources d'eau douce et les événements pluvieux. Les variables météorologiques telles que les précipitations sont notées dans l'ensemble de données d'ECW, mais les corrélations avec la salinité et les températures n'ont pas encore été évaluées.

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur d'habitat 6 : température et salinité dans l'estuaire. Il existe une couverture spatiale sur 20 sites répartis dans les zones 2 et 3, mais il n'y a pas de surveillance dans la zone 1. Quatre années d'échantillonnage fournissent des informations sur la variabilité annuelle. Une série chronologique plus longue serait souhaitée pour surveiller la variabilité annuelle en tant qu'anomalies statistiques sur une période standard (p. ex. 10 ans). En outre, ces changements devraient également être examinés en fonction des facteurs potentiels, tels que la saison d'échantillonnage et les conditions météorologiques. Une analyse multivariée des paramètres de qualité de l'eau serait la meilleure approche pour évaluer ces informations. Comme cet échantillonnage fait partie d'un projet beaucoup plus vaste sur les estuaires de la baie de Fundy, la surveillance des changements dans la Musquash pourrait être comparée à d'autres endroits pour obtenir une base de référence relative.

Teneur en éléments nutritifs

Depuis 2015, ECW effectue une surveillance annuelle de la qualité de l'eau dans le cadre du projet des estuaires de la baie de Fundy³. Les mesures liées aux nutriments, telles que la profondeur de Secchi, l'oxygène dissous, la chlorophylle A, le phosphore total et l'azote total, ont également été surveillées à 20 stations dans les zones 2 et 3 (figure 21). Comme pour la température et la salinité, ces mesures de nutriments sont effectuées sur une base annuelle entre juillet et septembre. La variabilité spatiale (zones 2 et 3) et annuelle est saisie dans ces données de surveillance, mais l'importance des effets saisonniers n'a pas été évaluée. La variance spatiale est généralement faible par rapport à la moyenne (tableau 14), avec une

³ [Estuaires de la baie de Fundy de l'Eastern Charlotte Waterway \[en anglais seulement\]](#)

variabilité entre les années. La profondeur de Secchi peut être influencée par les conditions météorologiques, telles que l'action des vagues et l'état des marées (figure 24). L'oxygène dissous était moins variable d'une station à l'autre, avec quelques changements annuels notés (figure 25). Dans plusieurs cas, les mesures de la chlorophylle a (figure 26) et de l'azote total (figure 27) étaient inférieures aux limites détectables et apparaissent comme des données sans échantillon. Les mesures du phosphore total étaient similaires entre les stations et les années, avec une augmentation occasionnelle à certains endroits en 2018 (figure 28).

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur d'habitat 7 : concentration de nutriments dans l'estuaire. Il existe une couverture spatiale sur 20 sites répartis dans les zones 2 et 3, mais il n'y a pas de surveillance dans la zone 1. Cinq années d'échantillonnage fournissent des informations sur la variabilité annuelle, mais celle-ci doit être évaluée par rapport aux changements attendus en raison de la période d'échantillonnage de l'année et des facteurs liés au climat. Comme pour la température et la salinité, une analyse multivariée de la qualité de l'eau serait appropriée pour évaluer cette information. Comme cet échantillonnage fait partie d'un projet beaucoup plus vaste sur les estuaires de la baie de Fundy, la surveillance des changements au sein de Musquash pourrait être comparée à d'autres endroits comme base de référence relative.

PRESSIONS ET MENACES

Les données sur les pressions et les menaces sont des mesures associées à l'utilisation humaine et aux impacts environnementaux liés aux activités gérées. Les données actuelles comprennent des enregistrements sur l'activité de pêche locale, la présence d'espèces aquatiques envahissantes, les débris du littoral, les métaux contaminants dans les sédiments et les bactéries dans les eaux de surface.

Pêche commerciale et prises accessoires

Les renseignements sur les débarquements de poissons commerciaux et les prises accessoires ont été obtenus à partir du Système d'information sur les pêches des Maritimes (SIPMAR). Le SIPMAR recueille les données des journaux de bord de la pêche commerciale pour l'ensemble de la région de pêche des Maritimes et peut inclure les espèces, le poids au débarquement, la zone de gestion et l'emplacement GPS, selon les exigences des journaux de bord. Un sous-ensemble géographique de ces données a été sélectionné pour évaluer la pression de pêche dans la Musquash et dans les zones côtières voisines (figure 29). Les données pour la période 2006-2018 contenaient 84 555 enregistrements pour 30 types de permis (tableau 15). Seulement 16 % des enregistrements de données dans 9 types de permis contenaient des informations géoréférencées (latitude, longitude) [tableau 15]. Les autres informations du journal de bord pour les autres types de permis sont rapportées par grille de pêche statistique ou par zone de gestion de la pêche.

Sur le plan spatial, les données du journal de bord de la pêche commerciale sont limitées à la zone 3 et aux zones environnantes à l'extérieur de la ZPM. Seule une partie des permis de pêche de la région indique une localisation géoréférencée. Les données restantes sont à une échelle plus grande que la ZPM, soit une grille statistique de 10 minutes ou une zone de débarquement de pêche selon les exigences du journal de bord. Cette plus grande résolution n'est pas appropriée pour suivre les changements de la pression de pêche dans la ZPM. La base de données SIPMAR ne fournit pas d'informations sur la pêche dans les zones 1 ou 2, car il s'agit d'une base de données sur la pêche commerciale et ce type d'activité n'est pas autorisé dans ces deux autres zones de gestion de la ZPM. La pêche récréative et autochtone, qui peut être autorisée, ne figure pas dans le SIPMAR. Les informations du SIPMAR sont basées sur

des pêches multiples qui ont lieu tout au long de l'année. Les changements saisonniers de la pression de pêche pour une espèce cible et des types d'engins sont gérés avec des dates de début et de fin connues. Par conséquent, les changements saisonniers des espèces et des types d'engins sont rattachés à ces « saisons » de pêche. Ceci est utile si la pression sur certaines espèces ou les menaces liées au type d'engin ont été identifiées comme prioritaires pour le suivi. Les données du SIPMAR ont été collectées sur plusieurs années et sont disponibles pour le suivi de la pression de la pêche dans la zone entourant la ZPM depuis sa création en 2006 (tableau 16).

En ce qui concerne les données géoréférencées sur les débarquements, l'activité de pêche n'a été signalée que quatre fois dans la zone 3 de la ZPM de la Musquash. Il s'agissait d'un rapport sur les débarquements d'oursins en 2008 et de trois débarquements de pétoncles en 2009 et 2013. Les débarquements d'oursins dans la ZPM représentaient 0,2 % des débarquements totaux de la zone sélectionnée en 2008. Les débarquements de pétoncles dans la ZPM représentaient 0,3 % des débarquements de la zone en 2009 et moins de 0,5 % des débarquements en 2013. Bien que des prises accessoires de crabe vert, de mousse d'Irlande et de baudroie aient été signalées dans les données sur les pétoncles, aucune prise accessoire n'a été signalée dans la ZPM.

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur 8 : Captures de la pêche commerciale et récréative par unité d'effort. L'absence d'informations géoréférencées dans les journaux de pêche a été identifiée lors de l'examen précédent, seule la pêche aux pétoncles étant tenue de signaler l'emplacement géographique dans la ZPM (Cooper *et al.* 2014). Une certaine prudence est nécessaire pour interpréter les pressions de pêche dans la ZPM. Actuellement, l'information du SIPMAR pourrait être utilisée comme un indice relatif en ce qui concerne le nombre de sorties déclarées par an, le nombre de groupes d'espèces par an et les débarquements par groupe d'espèces par rapport aux débarquements totaux pour les zones voisines. Toutefois, une consultation plus approfondie auprès des gardiens des connaissances locaux permettrait de mieux déterminer quelles sont les pêches les plus préoccupantes, plutôt que d'adopter une approche globale pour toutes les pêches.

Comme base de référence pour l'indicateur 9 : nombre de prises accessoires par espèce touchée. Les débarquements d'espèces non ciblées sont rapportés à la même échelle que les débarquements commerciaux. Par conséquent, il existe une incertitude dans l'interprétation des données du SIPMAR et de la pression des prises accessoires dans la ZPM. Comme pour les prises, les tendances annuelles relatives peuvent être suivies pour les pêches qui sont déclarées à l'intérieur des limites de la ZPM, mais une consultation plus poussée pourrait permettre d'améliorer les méthodes d'évaluation de ce type d'impact à l'intérieur de la ZPM.

Espèces aquatiques envahissantes

La surveillance des espèces aquatiques envahissantes dans la zone côtière est effectuée dans la Musquash depuis 2012 par le biais du Programme sur les espèces aquatiques envahissantes du MPO (Vercaemer et Sephton 2016, Sephton *et al.* 2017). Ces relevés visent l'échantillonnage d'espèces envahissantes actuellement reconnues comme les tuniciers (*Ciona intestinalis*, *Botryullus schlosseri*, *B. violaceus*, *Diplosoma listerianum*), les bryozoaires (*Membranipora membranacea*), la crevette squelette (*Caprella mutica*), et le crabe vert européen (*Cancer maenus*) [Martin *et al.* 2011, Moore *et al.* 2014]. On peut supposer que ce programme pourrait être adapté à la surveillance d'autres menaces non indigènes si de telles menaces étaient détectées dans le cadre d'une évaluation rapide périodique (Martin *et al.* 2010) ou lors de relevés côtiers multispécifiques (Cooper et Blanchard 2016).

Des espèces de tuniciers envahissantes ont fait l'objet d'une surveillance dans la zone 2 de la ZPM à Five Fathom Hole ainsi qu'à 13 autres endroits dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick (figure 30). La présence ou l'absence de ces espèces est déterminée par la colonisation sur les collecteurs passifs de juin à octobre. Bien que le bryzoaire envahissant (*M. membranacea*) ait été observé dans tout le sud-ouest du N.-B. et au sein de Musquash, de 2012 à 2015, les tuniciers envahissants ont été observés partout sauf à Five Fathom Hole. Cela pourrait suggérer que la Musquash est unique, avec une absence de tuniciers envahissants, mais une enquête plus approfondie a révélé que l'emplacement du Five Fathom Hole était exposé à des conditions de faible salinité tout au long de l'année en raison de la proximité de sources d'eau douce (Sephton *et al.* 2017). On pense que l'environnement à faible salinité a un impact sur la colonisation des tuniciers marins par rapport aux autres endroits du sud-ouest du N.-B. (Claudio DiBacco, MPO, communication personnelle). Pour mettre à l'essai cela, des collecteurs de tuniciers ont été déployés à de nouveaux endroits dans les zones centrales de la zone 2, plus éloignées des sources potentielles d'eau douce. L'effort de surveillance révisé n'a pas encore été communiqué.

Le crabe vert européen a également été surveillé à trois endroits dans la zone 2 de la ZPM (figure 31). Les crabes verts ont été collectés à l'aide de pièges Fukui standard qui sont déployés pendant 24 heures. Dans le sud-ouest du N.-B., de 2008 à 2013, des pièges ont été déployés à 6 à 11 stations, dont Five Fathom Hole dans la zone 2 (2008-2013) et deux autres emplacements de la ZPM dans la zone 2 (2008-2009). Les taux de capture sur vingt-quatre heures ont été contrôlés périodiquement pendant toute l'année. Le crabe vert était présent aux trois endroits de la zone 2, avec une capture par unité d'effort comparable à celle d'autres endroits du sud-ouest du N.-B. et de la région de la baie de Fundy (Vercaemer et Sephton 2016).

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur 10 : Nombre d'espèces non indigènes dans la ZPM. Le programme sur les espèces aquatiques envahissantes a fourni une série chronologique pluriannuelle pour les bryozoaires, les tuniciers et le crabe vert dans tout le Canada atlantique. Des comparaisons pourraient être faites à l'échelle régionale, c'est-à-dire en utilisant la modélisation de la répartition des espèces pour voir comment la ZPM se compare à d'autres zones. Il est reconnu dans le programme général que les changements dans la répartition/abondance des espèces aquatiques envahissantes (EAE) au sein de la ZPM doivent tenir compte des effets environnementaux régionaux, tels que les fluctuations/anomalies de température et de salinité. Le programme s'adapte à la surveillance des espèces non indigènes émergentes pour la région.

La surveillance des EAE doit se poursuivre dans la ZPM selon un modèle compatible avec le programme régional plus large, mais avec des modifications pour soutenir l'indicateur de la ZPM. Les changements apportés aux stations de surveillance dans la zone 2 devraient être examinés afin de comprendre les effets de la faible salinité périodique et la mesure dans laquelle les observations du trou Five Fathom sont comparables à celles d'autres secteurs de la zone 2 et à la ligne de base plus large du sud-ouest du N.-B. La surveillance supplémentaire des EAE devrait être étendue aux zones 1 et 3, ainsi qu'à la ZIA.

De manière saisonnière, les données de suivi des tuniciers sont enregistrées une fois par an à partir de collecteurs déployés entre juin et octobre. Cela coïncide avec le pic de colonisation et le début de la croissance de ces espèces envahissantes. Une surveillance des crabes verts dans la région des Maritimes a été effectuée tout au long de l'année afin d'évaluer les variations saisonnières (tableau 17). La présence d'espèces envahissantes n'est pas enregistrée pendant les autres saisons, mais il n'est pas certain que cela soit important dans la conception de la surveillance, car la liste actuelle des espèces envahissantes connues, si elles sont présentes, est généralement la même tout au long de l'année. La présence de nouvelles espèces

envahissantes, lorsqu'elle est observée dans d'autres endroits, doit être évaluée dans la ZPM et la surveillance doit être modifiée le cas échéant.

Déchets marins (littoral)

Depuis 2010, le Conseil de conservation du Nouveau-Brunswick (CCNB) effectue un relevé annuel des déchets, des déversements et des déchets sur le rivage dans les zones entourant la plage Black et le rivage de l'anse Gooseberry (figure 32). Il y a trois endroits à la plage Black : la zone de remous et l'arrière-plage (plage Black Proper), une zone juste au-dessus de la plage proprement dite, qui commence à la berme de la plage (plage Black Upper), et une colline supérieure (plage Black Hill). La zone de l'anse Gooseberry englobe l'ensemble du site, de la zone de remous jusqu'au-dessus de la berme.

L'échantillonnage des déchets a été basé sur la participation des volontaires et sur des considérations logistiques relatives à l'accès aux zones du littoral dans la ZPM. Spatialement, l'accumulation totale de déchets aux trois endroits entourant la plage Black (zone 2) est différente de celle de l'anse Gooseberry (zone 3). Il est important de noter que les sources potentielles varient en fonction de l'accessibilité de l'eau et de la terre. La surveillance du CCNB permet d'évaluer les changements provenant de différentes sources (terre et mer). La surveillance saisonnière s'effectue sur plusieurs dates de juin à décembre. Les données sont recueillies chaque année selon les mêmes protocoles depuis 2010 (tableau 18).

Les déchets sont classés en huit catégories, et le nombre d'éléments collectés et retirés est enregistré pour chaque date d'échantillonnage. En raison de son accessibilité par la route, la zone de la plage Black est ouverte à la fois aux sources de déchets en mer et aux décharges et brûlages illégaux de gros déchets et de déchets ménagers. La zone de la plage accessible par l'eau et les hautes terres et collines adjacentes sont incluses dans ces données. En conséquence, le métal a été une catégorie de déchets prédominante par rapport aux plastiques et aux autres catégories attendues d'une source en mer (figure 33). La plage de l'anse Gooseberry est située à l'entrée ouest de l'estuaire de la Musquash. La crique et la plage de galets et de gravier sont exposées à une forte action des vagues par temps de tempête. L'accès à la plage se fait par un sentier depuis une étroite route de gravier. La route est en mauvais état, avec des affouillements, des trous et des aulnes envahissants. Comme elle est plus difficile d'accès que la plage Black, l'anse Gooseberry a tendance à connaître moins de décharges illégales. La plupart des déchets sont des déchets ayant dérivé dans l'anse, et occasionnellement des déchets provenant des utilisateurs de la plage, qui se trouvent souvent à proximité d'un foyer. Les matières plastiques telles que les cordes, le caoutchouc et les petits morceaux de polystyrène sont les types de déchets les plus courants à l'anse Gooseberry (figure 33). On a observé une réduction des déchets dans la zone de la plage Black Upper et une légère augmentation des déchets à l'anse Gooseberry (figure 34).

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur 11 : Degré de perturbation ou de perte d'habitat causée par l'activité humaine. Un échantillonnage est effectué chaque année depuis 2010 et permet d'obtenir des informations sur les tendances à long terme. Bien que l'effort d'observation (comme le nombre de dates d'échantillonnage par an) doive être pris en compte dans l'évaluation de l'importance des tendances, la capacité à identifier les différentes sources de déchets (c'est-à-dire l'océan par rapport à la terre) est un aspect important pour mesurer l'efficacité de la gestion des ZPM par rapport aux pressions et menaces qui s'étendent à l'ensemble du littoral. Il devrait y avoir une certaine normalisation de l'effort d'observation en ce qui concerne la durée et la zone étudiée.

Métaux contaminants

La contamination par les métaux dans la ZPM a été étudiée périodiquement entre 2001 et 2012. En octobre et novembre 2001, des échantillons ont été prélevés dans les composantes biotiques (homard américain, moule bleue) et abiotiques (sédiments) afin d'établir la qualité environnementale de la ZPM (Chou *et al.* 2004). Les échantillons biotiques ont été prélevés dans la zone 2 à Five Fathom Hole et à la plage Black, et dans la zone 3 au cap Musquash et dans l'anse Gooseberry. Des échantillons abiotiques ont été prélevés à 14 endroits répartis dans les zones infratidales de la zone 2, de la zone 3 et juste à l'extérieur de la ZPM (Chou *et al.* 2004). La variation spatiale au sein de ces deux zones a révélé des niveaux de contaminants plus élevés dans les composantes biotiques et abiotiques pour l'avant-port, ce qui indique que les sources de contaminants sont dues aux courants provenant des activités côtières en amont. En décembre 2009, des carottes ont été prélevées à trois endroits de la zone 2 (figure 35) afin d'évaluer le taux de sédimentation et les concentrations de métaux traces. Des échantillons supplémentaires de sédiments, prélevés dans la zone 2 dans le cadre de la surveillance de l'endofaune benthique avec la benne Eckman en février et août 2010, ainsi que des carottes prélevées en novembre 2012 (figure 36) ont été utilisés pour être comparés aux niveaux de fond établis par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) pour certains métaux traces dans le milieu marin, et pour évaluer les méthodes d'échantillonnage appropriées pour ce type de surveillance (Cooper *et al.* 2014).

Sur le plan spatial, il n'y a pas de données sur les contaminants métalliques pour la zone 1. Dans les zones 2 et 3, il existe des informations permettant d'évaluer la variabilité associée aux sources de courants océaniques (Chou *et al.* 2004), mais des données limitées pour évaluer les sources terrestres potentielles dans l'ensemble de la ZPM. La variation saisonnière est insuffisante, car les périodes d'échantillonnage ont été sporadiques, de février à novembre, sur une période de plusieurs années, sans plan d'échantillonnage cohérent. Les données pluriannuelles proviennent également de différents endroits utilisant des méthodes d'échantillonnage différentes, de sorte que les changements annuels ne sont pas bien mesurés (tableau 19).

On a noté que les échantillons prélevés dans la benne d'Ekman à l'hiver 2009 auraient tendance à consolider les 5 cm supérieurs de sédiments (Brent Law, MPO, comm. pers.). Ce type de méthode d'échantillonnage serait inapproprié pour surveiller les changements annuels dans les contaminants des sédiments, car la profondeur de l'échantillon pourrait mesurer jusqu'à une décennie de dépôt. Les carottes prélevées en 2009 et 2012 seraient une méthode plus appropriée pour suivre les changements annuels dans les 0,5 cm supérieurs (Cooper *et al.* 2014). Il a été recommandé précédemment que les méthodes et les emplacements soient plus cohérents et que la surveillance des concentrations de base puisse être comparée aux niveaux de fond du CCME (Cooper *et al.* 2014).

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur 12 : Concentration de contaminants (métaux) dans l'estuaire. Une évaluation antérieure des données disponibles indique que les concentrations de métaux traces dans les sédiments de fond recueillis dans la ZPM sont égales ou inférieures aux concentrations de fond du CCME (Cooper *et al.* 2014). Cependant, les contaminants métalliques dans les composants abiotiques et biotiques de la ZPM n'ont été que rarement mesurés. Les recommandations relatives à la surveillance des métaux traces n'ont pas encore été mises en œuvre. Il a été recommandé que quatre à cinq stations soient échantillonnées chaque année dans le cadre d'un programme de surveillance à long terme (MPO 2013). Les stations fixes doivent être situées dans l'ensemble de la ZPM, en tenant compte des emplacements précédemment choisis pour les concentrations de métaux traces dans les carottes et les analyses géochronologiques (Cooper *et al.* 2014). En outre, la normalisation du

lithium (Yeats *et al.* 2005, Yeats *et al.* 2011) devrait être envisagée pour évaluer le potentiel des sources anthropiques par rapport aux concentrations de fond naturelles pour cette région.

Bactérie

Les coliformes fécaux ont fait l'objet d'un suivi pour la première fois dans la Musquash dans le cadre du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM) de 1992 à 2008. Ce programme d'échantillonnage a été mis en place pour minimiser les risques potentiels pour la santé associés à la consommation de mollusques. Le PCCSM a surveillé les échantillons d'eau de surface prélevés à 12 stations dans la zone 1 et la zone 2 (figure 37). L'échantillonnage a eu lieu pendant des conditions météorologiques humides (1992-1999) ou sèches (1999-2008) tout au long du printemps, de l'été et de l'automne afin d'évaluer la variabilité causée par les événements météorologiques. ECW a poursuivi l'échantillonnage du PCCSM de 2015 à 2018 au sein de la zone 2, stations 5 à 12 (figure 37).

Les informations spatiales sont disponibles sur la base de plusieurs emplacements fixes dans les zones 1 et 2, sans aucune information dans la zone 3. Bien que l'échantillonnage dans la zone 1 n'ait pas eu lieu depuis 2008, les données recueillies dans la zone 2 au cours des deux périodes sont spatialement congruentes pour évaluer la variabilité à cette échelle. Les changements saisonniers sont saisis sur trois dates couvrant le printemps, l'été et l'automne. Il n'y a pas de données disponibles pour les conditions hivernales. Plusieurs années d'échantillonnage, de 1992 à 2008 puis de 2015 à 2018, ont pu être utilisées pour évaluer la variabilité annuelle des concentrations globales de bactéries par rapport aux directives du PCCSM en matière de récolte et de consommation de mollusques, ainsi que la cohérence des tendances saisonnières et spatiales (tableau 20).

Les données du PCCSM indiquent que la plupart des sites sont influencés par les précipitations, seuls les sites les plus en bord de mer de la zone 2 (stations 9 et 10) étant moins influencés par les événements pluvieux. La variation saisonnière a également été influencée par le temps humide qui a périodiquement augmenté les concentrations de coliformes fécaux par rapport aux tendances saisonnières associées à la température. Par temps sec, les concentrations de coliformes fécaux étaient faibles, allant de 2 à 23 NPP (nombre de cellules le plus probable) par 100 ml et avec une moyenne géométrique de 2 à 5 NPP/100 ml (tableau 21). Pendant les conditions humides, les concentrations étaient plus élevées dans toutes les stations sauf une, allant de 17 à 350 NPP/100 ml avec une moyenne géométrique de 7 à 97 NPP/100 ml (tableau 22). Selon les normes du PCCSM, tous les emplacements seraient classés comme non contaminés par temps sec, mais tous les emplacements, sauf les plus éloignés (stations 9 et 10), dépassent le seuil de contamination (médiane > 14 NPP/100 ml et moyenne géométrique > 43 NPP/100 ml) par temps humide. Les données de surveillance d'ECW ont montré des tendances similaires avec des décomptes maximaux de 5 NPP dans des conditions sèches et de 50 à 80 NPP dans des conditions humides.

Recommandations :

Comme base de référence pour l'indicateur 12 : Concentration de contaminants (bactéries) dans l'estuaire. Les changements annuels dans les concentrations de bactéries humides par rapport aux concentrations sèches peuvent être comparés aux données existantes, ou comparés aux seuils du PCCSM par rapport aux zones adjacentes. Cependant, les seuils du PCCSM ont été élaborés pour la gestion de la récolte des mollusques dans la zone côtière et non pas spécifiquement pour la qualité des eaux récréatives. La surveillance de cet indicateur doit également tenir compte des seuils qui visent à protéger la santé et la sécurité publiques associées à la baignade et à d'autres contacts humains (Santé Canada 2012). Les changements dans la concentration de bactéries doivent être évalués par rapport aux changements dans la salinité. Les coliformes fécaux (bactéries à Gram négatif, dont *E. coli*) sont sensibles à la salinité (Jin *et al.* 2004) tandis que les espèces du genre *Enterococci*

(bactéries à Gram positif) présenteraient une meilleure corrélation avec les eaux usées d'origine humaine dans l'environnement marin (Levesque et Gauvin 2007).

RÉSUMÉ

Vingt-quatre ensembles de données contenant des informations sur la productivité, la biodiversité, l'habitat et les menaces/pressions dans l'estuaire de la Musquash ont été évalués en fonction de douze indicateurs du plan de surveillance de la ZPM de la Musquash (tableau 2). L'objectif principal du plan de surveillance était d'établir des informations de base pour chaque indicateur qui comprenait souvent plusieurs composants de l'écosystème. Par conséquent, les plans d'échantillonnage des ensembles de données ont été examinés dans la mesure où les méthodes pouvaient mesurer la variabilité des composants de l'écosystème à l'échelle spatiale, saisonnière et annuelle.

Cet examen s'est avéré difficile lorsqu'il s'agissait d'appliquer les données de surveillance à des termes indicateurs tels que le type d'habitat, les espèces clés et la base de référence. L'amélioration des définitions opérationnelles de ces termes faciliterait l'évaluation périodique des données de surveillance. Il est nécessaire de poursuivre les études sur ce qui constitue une base de référence dans un écosystème naturel. L'élaboration de ce concept permettrait d'améliorer la collecte et l'interprétation des données en se concentrant sur des paramètres plus clairement définis pour les données de base. Cela nécessite de trouver un juste milieu avec ce qui est suffisant pour permettre de discerner les changements dans les tendances ou la situation qui sont nécessaires à la gestion.

DISPONIBILITÉ DES DONNÉES, COUVERTURE SPATIALE, FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE, GROUPES D'ESPÈCES

Les sources de données provenaient de différents programmes de financement et de recherche. En conséquence, la série d'informations de surveillance en cours d'examen est quelque peu discontinuée en tant que programme de surveillance complet. Comme il est probable qu'une approche à intervenants multiples pour la surveillance de la ZPM de la Musquash se poursuivra, l'équipe de gestion et l'équipe scientifique devront chercher à améliorer le modèle de gestion des données de la ZPM. Cela permettrait d'accroître les possibilités de découverte de données brutes et l'accès à ces données, et d'examiner les modifications apportées au-delà de l'application initiale du programme. Une stratégie de gestion des données robuste et ouverte serait également conforme aux politiques actuelles du gouvernement du Canada en matière de gestion des données.

Bien qu'au moins une source de données ait été identifiée pour chacun des 12 indicateurs, il y avait des lacunes dans le contexte général de l'écosystème de tous les groupes d'espèces, toutes les zones et tous les types d'habitats. Un système de suivi de la recherche et de la surveillance permettrait de communiquer aux intervenants les composantes de l'écosystème qui nécessitent des informations de base et de planifier de nouvelles activités de surveillance ou de modifier les activités existantes dans la région.

PRODUCTIVITÉ ET BIODIVERSITÉ

Les indicateurs de productivité et de biodiversité ont été évalués dans un cadre écosystémique (Singh et Buzeta 2005, DGCO 2015). Ce cadre visait à recueillir des informations sur les espèces clés dans tous les types d'habitats et groupes trophiques. Les informations actuelles sur les poissons, les oiseaux et l'endofaune benthique ne fournissent qu'un rapport partiel sur l'écosystème (tableau 23). Les informations sur les poissons du littoral couvraient trois des huit types d'habitat dans la zone 2 seulement. Toutes les espèces enregistrées dans les données relatives au littoral ont été classées comme carnivores. Les informations sur les oiseaux étaient

représentatives de quatre types d'habitats associés à la zone marécageuse (zone 1 uniquement), mais couvriraient un spectre de catégories trophiques. L'endofaune benthique ne comportait que les espèces clés dans deux types d'habitats dans les zones 2 et 3 et représente les organismes se nourrissant de suspension et de dépôt (tableau 23). Étant donné que l'échantillonnage de différents groupes d'espèces nécessite des plans, des équipements et des compétences différents, il faut s'attendre à ce que les données issues d'une étude particulière soient limitées au niveau de l'écosystème. Si l'approche écosystémique doit continuer à être un objectif général de surveillance de la productivité et de la biodiversité, les nouvelles propositions de surveillance devraient chercher à combler les lacunes dans ces autres types et zones d'habitat.

Indicateur 1 : L'abondance des espèces clés a été utilisée comme indicateur de la productivité, la biomasse n'étant pas une mesure utilisée dans les ensembles de données sur les poissons, les oiseaux et l'endofaune benthique. Dans tous les cas, les données d'abondance n'étaient pas adéquates pour la productivité. L'information sur l'abondance était spatialement agrégée avec une forte variance de l'échantillon par rapport à la moyenne. Aucune des informations ne comportait les classes d'âge ou de taille pour évaluer la production au niveau de la population. La surveillance nouvelle ou révisée devra prendre en compte les paramètres légitimes de la productivité dans un environnement estuarien marin.

Indicateur 2 : Le nombre d'espèces a été utilisé pour examiner la variabilité de la richesse des espèces. Pour les ensembles de données sur les poissons, les oiseaux et l'endofaune benthique, la variabilité des espèces est influencée par le lieu et le temps, mais aussi par l'intensité de l'échantillonnage. Les courbes d'accumulation des espèces ont révélé qu'il est peu probable que quelques échantillons enregistrent toutes les espèces présentes. Les mesures de base des espèces nécessiteront la mise en commun des échantillons, soit dans l'espace, soit dans le temps. Il a également été prouvé que les communautés d'espèces ne sont pas statiques, car les échantillons qui ont été regroupés sur de longues périodes ont produit une richesse d'espèces plus élevée que ce qui aurait été observé en un an d'échantillonnage intensif.

Indicateur 3 : Seules les données des relevés sur les oiseaux ont permis d'observer régulièrement les espèces en péril. Bien que la valeur de conservation perçue de l'indicateur 3 (tableau 1) soit élevée, l'évaluation des données disponibles par rapport à cet indicateur a été problématique. L'absence ou la réduction des espèces en péril dans les données ne reflète pas nécessairement un résultat négatif, car elles peuvent ne pas être une composante de l'écosystème. L'amélioration de la surveillance des espèces en péril devrait être basée sur des enquêtes qui ciblent ces espèces dans les lieux, les habitats et les périodes prévus.

HABITAT

Les données relatives à l'habitat comprennent la géomorphologie, la sédimentation, l'hydrodynamique et la qualité de l'eau (température, salinité et nutriments). Les échelles de la variabilité anticipée sont différentes pour cette gamme d'informations.

Indicateur 4 : Les cartes d'habitat basées sur le type de fond et les niveaux de marée peuvent ne pas montrer de changements significatifs sur de courtes périodes de temps, mais ne sont probablement pas entièrement statiques. Une surveillance fréquente du type d'habitat n'est peut-être pas nécessaire, mais des informations actualisées devraient être incorporées pour mieux évaluer la variabilité en ce qui concerne l'indicateur 4, la proportion et la fréquence de perturbation ou de perte du type d'habitat (tableau 1).

Indicateur 5 : En l'absence de perturbations externes, l'hydrodynamique et le régime sédimentaire de base peuvent également être assez conservés, mais le suivi du remplissage sédimentaire nécessiterait un modèle couplé hydrodynamique-sédimentaire. Cela a déjà été

recommandé par Cooper *et al.* (2014) et améliorerait la compréhension de la variabilité spatiale et temporelle et permettrait d'identifier les lieux et les périodes saisonnières d'intérêt dans le cadre d'une approche de surveillance des pressions/menaces.

Indicateur 6 et 7 : Les changements de la qualité de l'eau tels que la température, la salinité et les nutriments peuvent être dynamiques dans un estuaire à marée. Les changements de température à grande échelle peuvent être prédits au fil des saisons, mais les effets des marées et du temps sur les mesures périodiques de la qualité de l'eau contribuent à l'incertitude sans un grand échantillon. L'établissement d'informations de base sur la qualité de l'eau dans la zone côtière doit faire appel à des techniques de mesure en continu ou à un protocole d'échantillonnage standardisé à long terme afin de déterminer dans quelle mesure les événements extérieurs tels que la marée et la météo influencent ces mesures. Malgré ces difficultés, les données disponibles dans la zone 2 peuvent être utilisées comme base de référence à long terme et comparées à des mesures similaires qui sont effectuées à l'échelle de la baie de Fundy.

PRESSIONS ET MENACES

Plusieurs sources de données ont été déterminées pour représenter la pression et les menaces sur les objectifs de conservation des ZPM. Il s'agissait des espèces aquatiques envahissantes, de la pêche commerciale et des prises accessoires, des débris, de la concentration de métaux dans les sédiments, et des bactéries dans les eaux de surface. L'échelle d'influence était une considération importante pour ces données de surveillance. Les informations relatives aux espèces aquatiques envahissantes, à la pression de pêche et aux prises accessoires ont été recueillies dans la ZPM, mais la surveillance a été principalement conçue pour observer les changements à l'échelle de la baie de Fundy. Par conséquent, il a été difficile de déterminer la variabilité et les tendances au sein de la ZPM.

Indicateur 8 et 9 : La plupart des pêches commerciales sont déclarées en dehors de la ZPM, mais cela est dû en partie aux exigences de déclaration qui sont à une échelle ne convenant pas pour la zone de la ZPM. Il est recommandé d'améliorer les journaux de bord ou d'autres méthodes d'identification de la pêche et des prises accessoires dans la ZPM afin de mieux évaluer la portée de ces pressions.

Indicateur 10 : La surveillance des espèces envahissantes devrait se poursuivre dans le cadre du programme sur les espèces aquatiques envahissantes, avec une certaine modification de l'emplacement des échantillons pour mieux évaluer les impacts de la faible salinité.

Indicateur 11 : Les débris étaient spécifiques aux endroits situés dans la ZPM, mais une proportion a pu être identifiée comme arrivant de l'extérieur des zones gérées. Bien que la quantité totale de débris menaçant les objectifs de conservation des ZPM soit préoccupante, les mesures de gestion devraient tenir compte des différentes sources de débris.

Indicateur 12 : On suppose que les concentrations de contaminants métalliques et bactériens dans la ZPM sont associées aux interactions humaines qui font l'objet de mesures de gestion, mais elles doivent également être étudiées de façon plus approfondie. Le degré de changement des concentrations de base dans la ZPM peut être évalué grâce à une surveillance régulière à long terme et à des méthodes appropriées. L'accumulation de contaminants métalliques pourrait également être surveillée par des indicateurs biologiques tels que les espèces résidentes. La capucette, régulièrement observée dans le relevé des poissons, a été identifiée comme une espèce candidate pour la surveillance des contaminants (Doyle *et al.* 2011). De même, les changements dans la concentration de bactéries peuvent être évalués par un échantillonnage régulier qui tient compte de la variabilité connue du lieu, de la période de l'année et des événements pluvieux. Les concentrations de métaux et de bactéries peuvent être

évaluées par rapport aux tendances à long terme dans la ZPM et comparées aux normes nationales et provinciales.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Chang, B.D., Cooper, J.A., Page, F.H., and Losier, R.J. 2017. Benthic macrofaunal biodiversity in relation to sediment sulfide concentration under salmon farms in southwestern New Brunswick, Bay of Fundy. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3202: v + 71 p.
- Chou, C.L., Paon, L.A., Moffatt, J.D., Buzeta, M.I., Fenton, D., and Rutherford, R.J. 2004. Distribution of contaminants in biota and sediments in the Musquash Estuary, Atlantic Canada, Marine Protected Area site initiative and contaminant exclusion zone. *Mar. Pol. Bull.* 48: 884–893.
- Conway, C.J. 2011. Standardized North American Marsh Bird Monitoring Protocol. *Waterbirds* 34(3): 319–346.
- Cooper, J.A., Curran, K., Singh, R., Chang, B., and Page, F.H. 2011. [Musquash Estuary: A proposed monitoring framework for the Marine Protected Area \(MPA\) and Intertidal Area Administered \(AIA\) by Fisheries and Oceans Canada](#). *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2011/055: vi + 38 p.
- Cooper, A., Abbott, M., Allard, K., Chang, B., Courtenay, S., Doherty, P., Greenlaw, M., Ipsen, E., Koropatnick, T., Law, B., Losier, R., Martin, J., Methven, D., and Page, F. 2014. [Musquash Estuary Marine Protected Area \(MPA\): Data Assessment](#). *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2014/001: v + 56 p.
- Cooper, J.A. and Blanchard, M. 2016. Coastal Biodiversity Trawl of the Passamaquoddy Bay Area: 2009 to 2014. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3176: xi + 52 p.
- Deichmann, H. 1999. A survey of bird life in the Musquash Estuary on the Bay of Fundy New Brunswick. Prepared for the Conservation Council of New Brunswick. Conservation Council of New Brunswick, Fredericton, NB. 69 p.
- DFO. 2013. [Proceedings of the Regional peer review of the Musquash Estuary Marine Protected Area \(MPA\) monitoring data: Part 2 - assessment](#). *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser.* 2013/046.
- Doyle, M.A., Bosker, T., and Munkittrick, K.R. 2011. The potential use of Atlantic silverside (*Menidia menidia*) for monitoring estuarine pollution. *J. Environ. Monit.* 13: 3168–3177.
- Greenlaw, M.E., Schumacher, M.N., and McCurdy, Q.M. 2014. A Habitat map and updated mean high water boundary of the Musquash Estuary. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3093: iv + 26 p.
- Health Canada. 2012. Guidelines for Canadian Recreational Water Quality, Third Edition. Water, Air and Climate Change Bureau, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Health Canada, Ottawa, Ontario. 155 p.
- Ipsen, E. 2013. Nearshore fish diversity in Musquash Estuary: A Marine Protected Area in the Bay of Fundy. Thesis (MSc), University of New Brunswick, Saint John, New Brunswick. 116 p.
- Ipsen, E. 2016. A fish sampling protocol for the Musquash Estuary Marine Protected Area. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3160: vi + 34 p.

-
- Jamieson, G., O'Boyle, R., Arbour, J., Cobb, D., Courtenay, S., Gregory, R., Levings, C., Munro, J., Perry, I., and Vandermeulen, H. 2001. [Proceedings of the National Workshop on Objectives and Indicators for Ecosystem-based Management](#). Can. Sci. Advis. Sec. Pro. Ser. 2001/09, Sidney, British Columbia, February 27–March 2, 2001. 140 p.
- Jin, G., Jeng, H.W., Bradford, H., and Englands, A.J. 2004. Comparison of *E. coli*, enterococci, and fecal coliform as indicators for brackish water quality assessment. *Water Environment Research*. 76(3): 245–255.
- Kristmanson, D.D. 1974. Salinity distributions in the Musquash Estuary. *Fish. Res. Board Can. Manuscr. Rep.* 1329: 38 p.
- Levesque, B. and Gauvin, D. 2007. Microbiological guideline values for recreational bathing in Canada: Time for change? *Can. J. Infect. Dis. Med. Microbiol.* 18(2): 153–157.
- Martin, J.L., LeGresley, M.M., Cooper, J.A., Thorpe, B., Locke, A., Simard, N., Sephton, D., Bernier, R., Berube, I., Hill, B., Keays, J., Knox, D., Landry, T., Lander, T., Nadeau, A., and Watson, E.J. 2010. Rapid assessment for *Didemnum vexillum* in Southwest New Brunswick. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2882: iv + 16 p.
- Martin, J.L., LeGresley, M.M., Thorpe, B., and McCurdy, P. 2011. Non-indigenous tunicates in the Bay of Fundy, east Canada (2006–2009). *Aquat. Invas.* 6: 405–412.
- Moore, A.M., Vercaemer, B., Di Bacco, C., Sephton, D., and Ma, K.C.K. 2014. Invading Nova Scotia: first records of *Didemnum vexillum* (Kott, 2002) and four more non-indigenous invertebrates in 2012 and 2013. *BiolInvasions Records* 3: 225–234.
- MPO. 2008. L'estuaire de la Musquash : plan de gestion pour la zone de protection marine et la zone intertidale administrée par Pêches et océans Canada. Ministère des pêches et des océans. Région des Maritimes, Division de la gestion côtière et des océans, Dartmouth, Nova Scotia. 50 p.
- MPO. 2011. [Estuaire de la Musquash : Proposition de cadre de surveillance de la zone de protection marine et de la zone intertidale administrée par Pêches et Océans Canada](#). Secr. can. de cons. sci. du MPO, Avis sci. 2011/040.
- MPO. 2013. [Examen et évaluation des données de référence pour les indicateurs de surveillance de la zone de protection marine de l'estuaire Musquash](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2013/073.
- MPO. 2015. Examen de la gestion de la zone de protection marine de l'estuaire Musquash 2007-2012 . Ministère des pêches et des océans, Division de la gestion côtière et des océans, Région des Maritimes, Dartmouth, Nova Scotia. iii + 14 p.
- Oceans and Coastal Management Division (OCMD). 2015. Musquash Estuary Marine Protected Area Ecosystem Monitoring Plan (2014–2019). *Can. Manuscr. Rep. Fish Aquat. Sci.* 3077: v + 17 p.
- Pearson, D.L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 345: 75–79.
- Seaby, R.M. and Henderson, P.A. 2007. Species Diversity and Richness Version 4. Pisces Conservation Ltd., Lymington, England. v + 123 p.
- Sephton, D., Vercaemer, B., Silva, A., Stiles, L., Harris, M., and Godin, K. 2017. Biofouling monitoring for aquatic invasive species (AIS) in DFO Maritimes Region (Atlantic shore of Nova Scotia and southwest New Brunswick): May–November, 2012–2015. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3158: ix + 172 p.
-

-
- Singh, R., Buzeta, M. I., Dowd, M., Martin, J. L., and LeGresley, M. 2000. Ecological overview of Musquash Estuary: a proposed marine protected area. Can. Manusc. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2538. 39 p.
- Singh, R. and Buzeta, M-I. (eds.), 2005. Musquash Ecosystem Framework Development. Progress to date. Can. Manusc. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2727: x + 202 p.
- Vercaemer, B. and Sephton, D. 2016. European green crab (*Carcinus maenas*) monitoring in the Maritimes Region 2008–2015. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3147: v + 56 p.
- Yeats, P.A., Milligan, T.G., Sutherland, T.F., Robinson, S.M.C., -Smith, J.N., Lawton, P., and Levings, C.D. 2005. The effect of marine aquaculture on fine sediment dynamics in coastal inlets. Handb. Environ. Chem., Vol. 5, Part M: 239–251.
- Yeats, P.A., Law, B.A., and Milligan, T.G. 2011. The distribution of dissolved and particulate metals and nutrients in the vicinity of the Hibernia Offshore Oil and Gas platform, p. 147–161. In: K. Lee and J. Neff (eds.). Produced Water: Environmental Risks and Advances in Mitigation Technologies. Springer, New York, New York.

TABLEAUX ET FIGURES

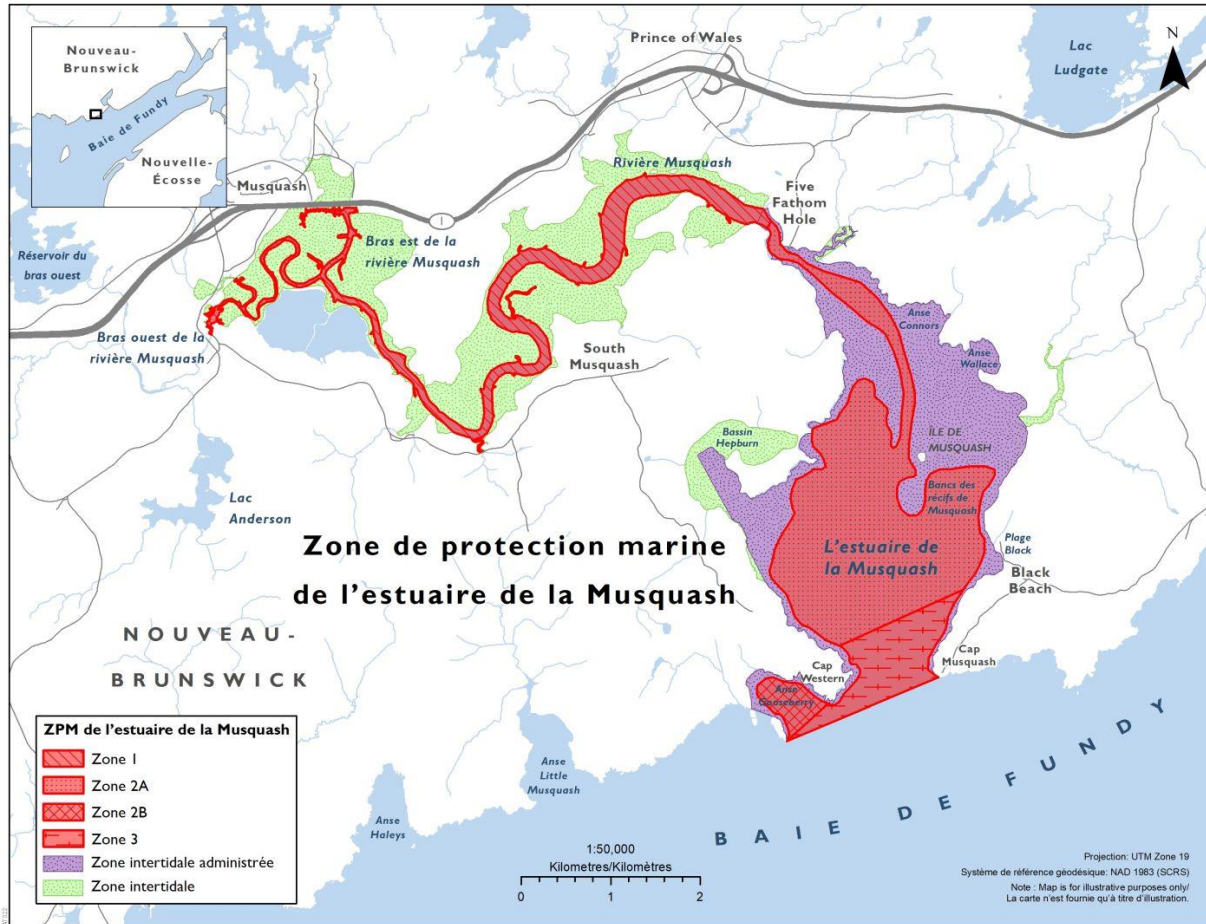


Figure 1. Zone de protection marine de l'estuaire de la Musquash et ses zones de gestion, zones intertidales administrées et zones intertidales.

Tableau 1. Douze indicateurs de rendement ont été classés sous les thèmes de l'écosystème et des pressions/menaces (DGCO 2015). Ils ont été proposés comme première étape de la surveillance dans la ZPM de l'estuaire de la Musquash dans le but d'établir d'abord une base d'information.

Thème	N° d'indicateur	Titre de l'indicateur
Productivité	1	Biomasse totale, abondance et répartition spatiale des espèces clés dans chaque niveau trophique .
	2	Nombre d'espèces par niveau trophique dans chaque type d'habitat.
Biodiversité	3	Nombre d'espèces en péril dans la ZPM (par chaque habitat si nécessaire).
	4	Superficie totale et emplacement de chaque type d'habitat au sein de l'estuaire et proportion et fréquence de la perturbation ou de la perte dans l'habitat.
Habitat	5	Hydrodynamique et régime des sédiments dans l'estuaire (p. ex. remplissage par les sédiments).
	6	Température et salinité dans l'estuaire.
	7	Concentrations de nutriments dans l'estuaire.
Pressions/menaces	8	Captures de la pêche commerciale et récréative par unité d'effort (CPUE).
	9	Nombre de prises accessoires par espèce touchée.
	10	Nombre d'espèces non indigènes dans la ZPM (dans chaque type d'habitat, si nécessaire) par rapport aux espèces non indigènes dans la région.
	11	Degré de la perturbation ou de la perte dans l'habitat dues à des activités anthropiques.
	12	Concentrations de contaminants dans l'estuaire.

Tableau 2. Résumé des sources de données correspondant à au moins un des douze indicateurs. La durée de l'échantillonnage, la saison, la zone et la disponibilité des données ont été examinées pour évaluer la contribution à la surveillance de base dans la ZPM de l'estuaire de la Musquash. Les années avec un plus « + » indiquent les données qui continuent d'être recueillies. Les zones définissent la zone de gestion de la ZPM (1,2,3), la zone intertidale administrée (ZIA), la zone intertidale (ZI), et si des informations comparatives provenant d'autres zones de la baie de Fundy sont recueillies (zones extérieures).

N° ind.	Nom de l'ensemble de données	Source	Première année	Dernière année	Saisons échantillonnées	Zones échantillonnées	Zone de données brutes
1, 2, 3	Diversité des poissons du littoral	Ipsen (2013)	2009	2010	Printemps, été, automne, hiver	2(ZIA), Zones extérieures	O
	Biodiversité de l'endofaune benthique	Cooper (non publié)	2010	2017	Printemps, été, automne, hiver	2(ZIA) 2, 3	O
	Programme de surveillance des marais des Maritimes (PSM)	Études d'Oiseaux Canada (non publié)	2013	2017+	Été	1 (IA)	O
3	Relevé sur les oiseaux de Deichmann	Conseil de conservation du Nouveau-Brunswick (CCNB)	1999	1999	Été	1, 2, 3, ZIA, IA, Zones extérieures	N
4	Carte des habitats et limite des hautes eaux	Curtis <i>et al.</i> (2014)	2006	2007	Printemps, été	1, 2, 3, ZIA, IA	O
5	Étude des marées de Kristmanson	Bockstael <i>et al.</i> (2000)	1974	1974	Printemps	2, 3	N
	Analyse du taux de sédimentation de Law	Cooper <i>et al.</i> (2014)	2010	2010	Hiver, été	2, 3	N
	Modèle hydrodynamique de Page	Cooper <i>et al.</i> (2014)	2008	2008	Été	2, 3, Zone extérieure	N
	Cartographie actuelle d'Oceans Melting Greenland (OMG)	MPO (2013)	2001	2001	Été	1, 2, 3, Zones extérieures	N
	Taille des grains de l'endofaune benthique	Cooper (non publié)	2011	2017	Printemps, été, automne, hiver	2(ZIA) 2, 3	O
6	Endofaune benthique – Carbone organique total	Cooper (non publié)	2011	2017	Printemps, été, automne, hiver	2(ZIA) 2, 3	O
	Relevé sur la salinité	Bockstael <i>et al.</i> (2000)	1999	1999	Été	1, 2, 3	O
6, 7	Relevé sur la température	Bockstael <i>et al.</i> (2000)	1999	1999	Été	1, 2, 3	O
	Qualité de l'eau des estuaires de la baie de Fundy	Eastern Charlotte Waterways (non publié)	2015	2018+	Été	2	O
8	Journal de bord de la pêche commerciale	SIPMAR	2006	2018+	Printemps, été, automne, hiver	1, 2, 3, Zones extérieures	O
9	Prises dans la pêche commerciale	SIPMAR	2006	2018+	Selon les pêches	3, Zones extérieures	
10	Crabe vert – EAE	Vercaemer et Sephton (2016)	2008	2015+	Été	2	O
	Tuniciers – EAE	Sephton <i>et al.</i> (2017)	2012	2015+	Été	2	O
11	Déchets marins	Conseil de la conservation du Nouveau-Brunswick (non publié 2012)	2010	2017+	Printemps, été, automne	2 (ZIA) et 3 (ZIA)	O

N° ind.	Nom de l'ensemble de données	Source	Première année	Dernière année	Saisons échantillonnées	Zones échantillonnées	Zone de données brutes
12	Coliformes fécaux	Eastern Charlotte Waterways (non publié)	2015	2017+	Printemps, été, automne	2	O
	Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques	Environnement Canada (2008)	1999	2008	Été	1, 2, Zones extérieures	N
	Métaux contaminants	Chou <i>et al.</i> (2004)	2001	2001	Automne	2, 3	N
	Métaux contaminants	Cooper <i>et al.</i> (2014)	2009	2009	Hiver	2	N
	Qualité des effluents – Mackay	Bockstael <i>et al.</i> (2000)	1974	1974	Été, automne	3, Zones extérieures	N

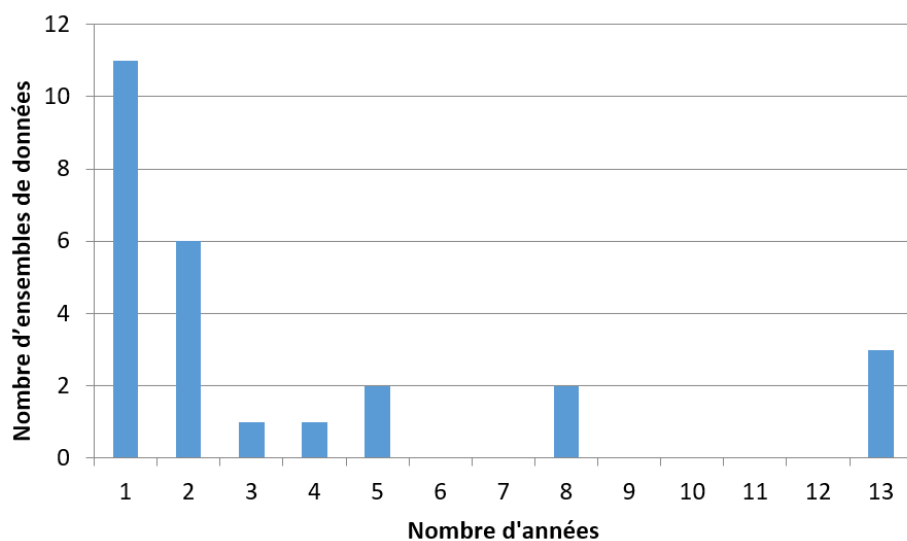


Figure 2. Nombre d'années d'échantillonnage contenues dans chaque ensemble de données. Remarque : Huit ensembles de données sont établis comme étant annuels et en cours.

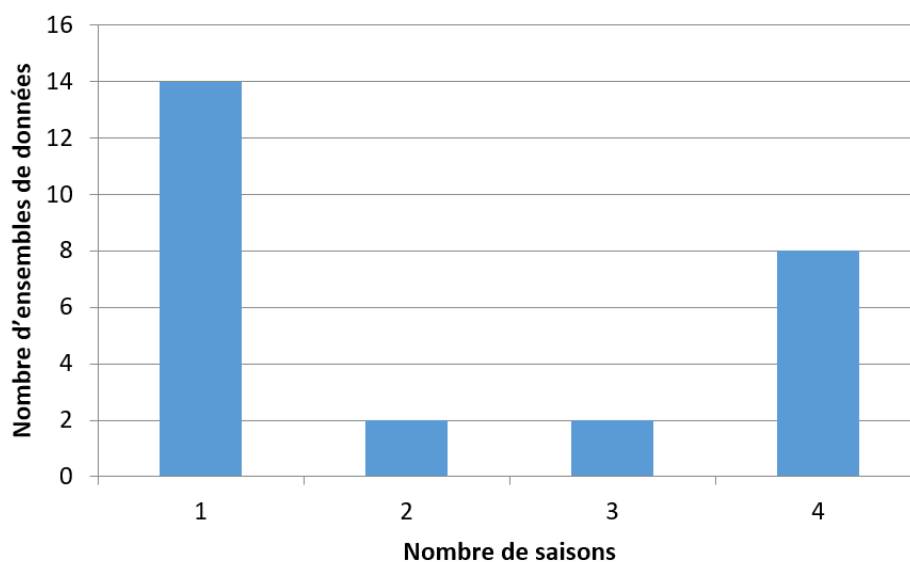


Figure 3. Proportion d'ensembles de données contenant des informations pendant une seule période de l'année ou plusieurs périodes de l'année pour saisir les informations saisonnières.

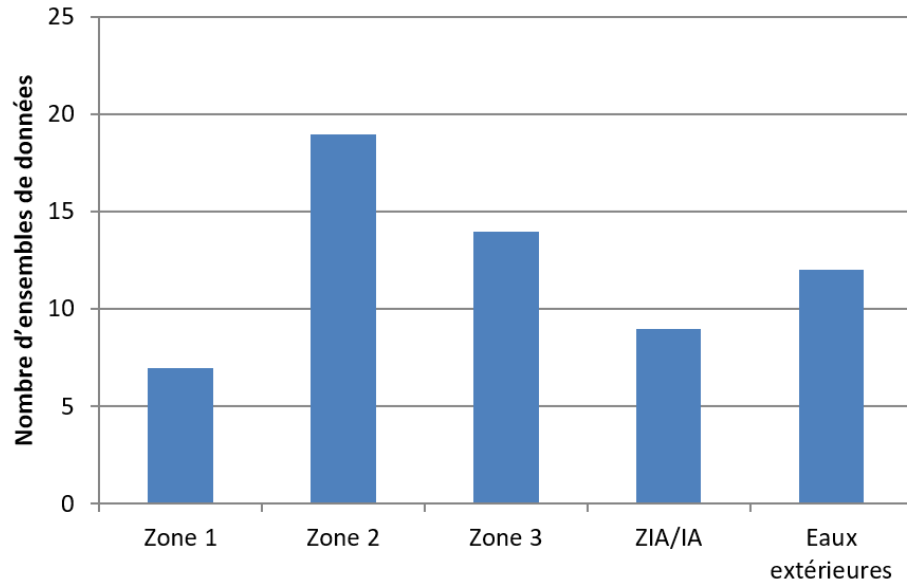


Figure 4. Proportion d'ensembles de données qui échantillonnent dans les zones de gestion (1, 2, 3), dans la zone intertidale administrée ou dans la zone intertidale (ZIA/IA), et qui effectuent un échantillonnage comparatif en dehors de la ZPM.



Figure 5. Lieux d'échantillonnage de poissons près de la côte dans la Musquash (Ipsen 2013). Bassin Hepburn = HB, Five Fathom Hole = FFH, plage Black = BB.

Tableau 3. Résumé des données spatiales, saisonnières et annuelles sur les poissons du littoral.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	Zone 1, 3	Aucune donnée
	Zone 2 (ZIA) : Trois sites dans la zone 2 de la Musquash (bassin Hepburn, Five Fathom Hole, plage Black) plus deux sites comparatifs à l'extérieur de l'estuaire (havre Dipper, Saints Rest).	3 + 2 ref 3 types d'habitats
Saisonnière	Échantillons mensuels entre 2009 et 2010. Fréquence et durée d'échantillonnage variables, mais suffisantes pour mesurer les changements dans la composition de la communauté tout au long de l'année. L'échantillon minimum était d'une fois par mois pendant cinq mois (les mois les plus productifs allant	12 mois

Échelle	État	Fréquence
	de mai à octobre). L'échantillon maximum était de deux fois par mois pendant 12 mois.	
Annuelle	Seulement 1 an d'informations continues car l'échantillonnage a été effectué pendant 16 mois (du 15 octobre 2009 au 15 avril 2011).	1

Tableau 4. Les dix premières espèces selon le nombre d'observations pour la senne de plage, tous lieux confondus. Moyenne et variance des observations quotidiennes sur tous les sites, $n = 30$.

Nom	Espèce	Obs.	Niveau trophique	Moyenne	Écart
Capucette	<i>Menidia</i>	3 496	Carnivore	116,5	5,00E+04
Épinoche tachetée	<i>Gasterosteus wheatlandi</i>	872	Carnivore	29,07	1.24E+04
Poulamon	<i>Microgadus tomcod</i>	715	Carnivore	23,83	9.71E+02
Éperlan	<i>Osmerus mordax</i>	606	Carnivore	20,20	3.62E+03
Épinoche à trois épines	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	591	Carnivore	19,70	6.32E+03
Plie rouge	<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	290	Carnivore	9,667	1.45E+02
Goberge	<i>Pollachius virens</i>	153	Carnivore	5,10	3.81E+02
Chabousseau à épines courtes	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	111	Carnivore	3,70	1.03E+02
Gaspareaux	<i>Alosa pseudoharengus</i>	21	Carnivore	0,70	2.49E+00
Merluce blanche	<i>Urophycis tenuis</i>	20	Carnivore	0,6667	4.58E+00

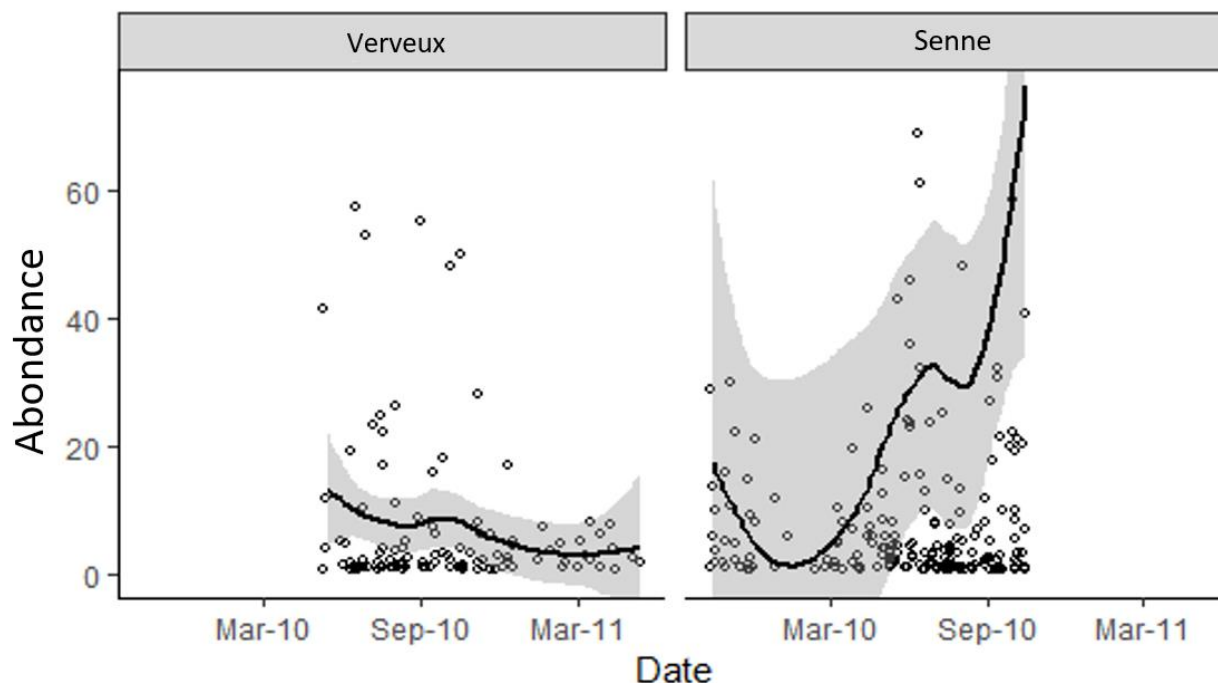


Figure 6. Comparaison de l'abondance des captures de poissons de la Musquash (individus par espèce par ensemble) entre les méthodes du verveux et de la senne de plage (Ipsen 2013), avec l'algorithme de lissage LOESS. Les zones ombragées indiquent l'erreur-type.

Tableau 5. Liste des espèces de poissons dont la conservation est préoccupante et qui sont présentes dans la région côtière de la baie de Fundy. Trois de ces espèces ont été observées dans les données sur les poissons du littoral avec la senne de plage ou le verveux.

Nom	Espèces	Observations	Statut selon le COSEPAC/la LEP
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	6	Menacée/non inscrite
Morue franche (OPANO 4X)	<i>Gadus morhua</i>	1	En voie de disparition/non inscrite
Lompe	<i>Cyclopterus lumpus</i>	1	Menacée/non inscrite
Esturgeon noir	<i>Acipenser oxyrinchus</i>	0	Menacée/non inscrite
Loup atlantique	<i>Anarhichas lupus</i>	0	Préoccupante
Éperlan arc-en-ciel du lac Utopia	<i>Osmerus mordax</i>	0	En voie de disparition/menacée
Requin-taupe bleu	<i>Isurus oxyrinchus</i>	0	En voie de disparition/non inscrite
Esturgeon à museau court	<i>Acipenser brevirostrum</i>	0	Préoccupante
Raie à queue de velours	<i>Malacoraja senta</i>	0	Préoccupante/non inscrite
Bar rayé (baie de Fundy)	<i>Morone saxatilis</i>	0	En voie de disparition/non inscrite
Raie épineuse	<i>Amblyraja radiata</i>	0	Préoccupante/non inscrite

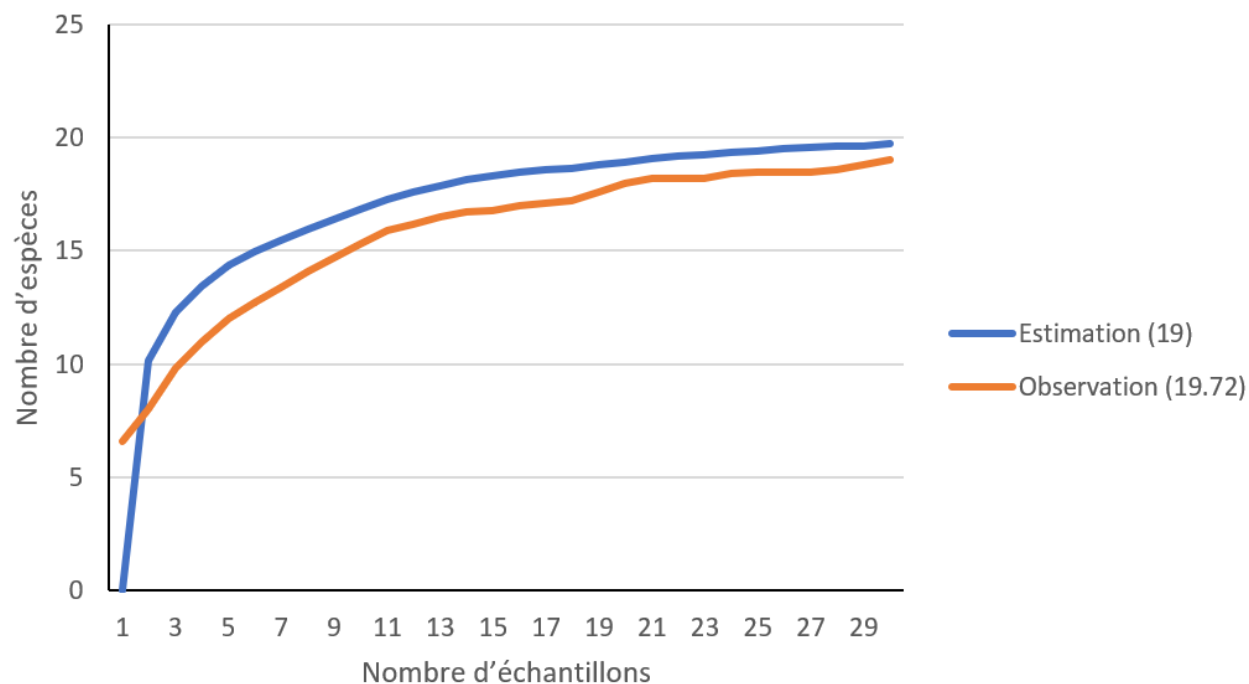


Figure 7. Nombre total cumulé d'espèces de poissons observées comparé à l'estimation de la richesse des espèces de Michaelis-Menten.

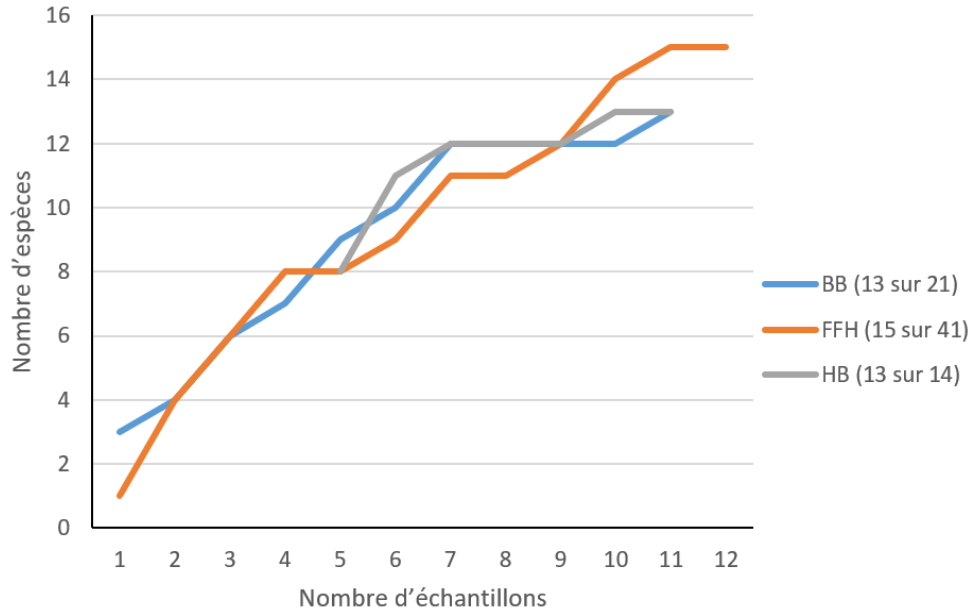


Figure 8. Nombre cumulé d'espèces de poissons observées par mois pour chaque lieu d'échantillonnage (BB = plage Black, FFH = Five Fathom Hole, HB = bassin Hepburn). Les chiffres entre parenthèses correspondent aux observations et à l'estimation de la richesse en espèces de Michaelis-Menten pour chaque site.

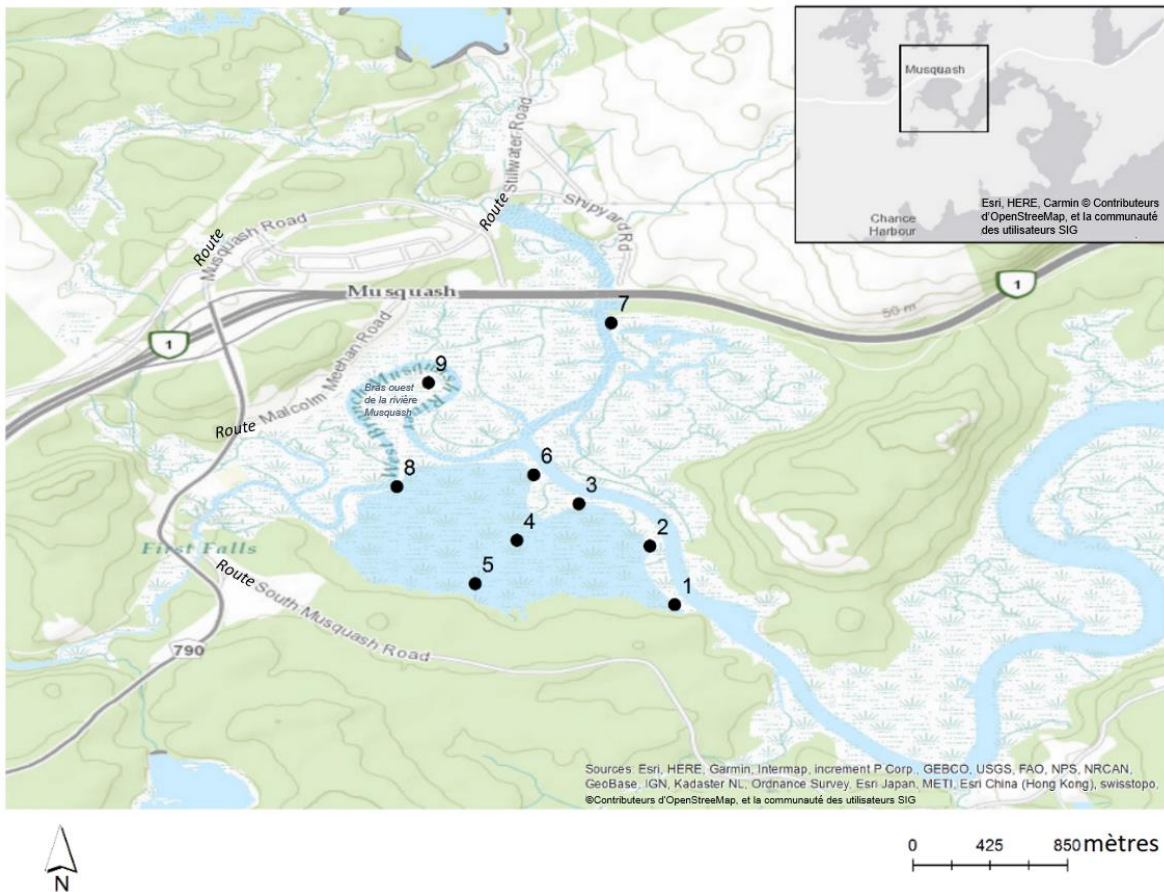


Figure 9. Lieux d'observation de la route NB-51 du Programme de surveillance des marais des Maritimes de 2013 à 2017.

Tableau 6. Résumé du plan d'échantillonnage pour les données sur les oiseaux du Programme de surveillance des marais des Maritimes.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	L'échantillonnage a été effectué à neuf endroits dans la zone 1 de la Musquash. Deux types d'habitat, mais difficile de discerner les observations audio avec un type d'habitat spécifique.	9 emplacements 2 types d'habitats
	Zone 2, 3	Aucune donnée
Saisonnière	Tous les échantillonnages ont été effectués au printemps. Les dates varient du 17 mai au 11 juillet.	1
Annuelle	Le suivi a été effectué chaque année de 2013 à 2017 et se poursuit.	5+

Tableau 7. Liste des dix espèces d'oiseaux les plus couramment observées de 2013 à 2017. Les observations sont le total enregistré à tous les endroits pour la série chronologique de 5 ans. Moyenne et variance des observations annuelles sur tous les sites, $n = 5$.

Nom courant	Espèce	Observations	Niveau trophique	Moyenne	Écart
Marouette de Caroline	<i>Porzana carolina</i>	129	Omnivore	25,8	172,7
Troglodyte des marais	<i>Cistothorus palustris</i>	102	Carnivore	20,4	278,8
Carouge à épaulettes	<i>Agelaius phoeniceus</i>	86	Omnivore	17,2	42,2
Butor d'Amérique	<i>Botaurus lentiginosus</i>	69	Carnivore	13,8	27,2
Moqueur des armoises	<i>Ammodramus nelsoni</i>	69	Omnivore	13,8	65,7
Paruline masquée	<i>Geothlypis trichas</i>	63	Carnivore	12,6	41,8
Bruant chanteur	<i>Bruant chanteur</i>	58	Omnivore	11,6	31,3
Bruant des marais	<i>Melospiza georgiana</i>	56	Omnivore	11,2	11,2
Paruline jaune	<i>Setophaga petechia</i>	54	Omnivore	10,8	35,7
Grèbe à bec bigarré	<i>Podilymbus podiceps</i>	47	Omnivore	9,4	14,3

Tableau 8. Espèces d'oiseaux rares ou inscrites sur la liste de la LEP au Nouveau-Brunswick. Les observations sont le total des sites enregistrés à tous les emplacements dans la série chronologique du PSM de 2013 à 2017. Le statut est « rare » s'il est signalé dans Singh et Buzeta (2005), à moins que l'espèce figure à l'annexe 1 de la LEP.

Nom	Espèces	Observations	Statut de l'espèce
Butor d'Amérique	<i>Botaurus lentiginosus</i>	69	Rare
Râle de Virginie	<i>Rallus limicola</i>	25	Rare
Hirondelle rustique	<i>rustica</i>	8	Menacée
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	6	Menacée
Goglu des prés	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	4	Menacée
Hirondelle à front blanc	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	2	Rare
Petit Blongios	<i>Ixobrychus exilis</i>	2	Menacée
Busard Saint-Martin	<i>Circus hudsonius</i>	2	Rare
Canard souchet	<i>Spatule clypeata</i>	2	Rare
Oriole du Nord	<i>Icterus galbula</i>	1	Rare
Engoulevent d'Amérique	<i>Chordeiles minor</i>	1	Menacée
Sittelle à poitrine rousse	<i>Sittelle à poitrine rousse</i>	1	Rare
Quiscale rouilleux	<i>Quiscale rouilleux</i>	1	Préoccupante
Garrot d'Islande	<i>Bucephala islandica</i>	0	Préoccupante
Grive de Bicknell	<i>Catharus bicknelli</i>	0	Menacée
Paruline du Canada	<i>Cardellina canadensis</i>	0	Menacée
Martinet ramoneur	<i>Chaetura pelagica</i>	0	Menacée
Sturnelle des prés	<i>Sturnella magna</i>	0	Menacée
Pic épeichette de l'Est	<i>Pioui de l'Est (Contopus virens)</i>	0	Préoccupante
Courlis esquimau	<i>Numenius borealis</i>	0	En voie de disparition
Gros-bec errant	<i>Gros-bec errant</i>	0	Espèce préoccupante
Arlequin plongeur	<i>Histrionicus histrionicus</i>	0	Espèce préoccupante
Moucherolle à côtés olive	<i>Contopus cooperi</i>	0	Menacée
Pluvier siffleur de la sous-espèce melodus	<i>Charadrius melodus melodus</i>	0	En voie de disparition
Bécasseau maubèche de la sous-espèce rufa	<i>Calidris canutus rufa</i>	0	En voie de disparition
Phalarope à bec étroit	<i>Phalaropus lobatus</i>	0	Espèce préoccupante
Sterne de Dougall	<i>Sterna dougallii</i>	0	En voie de disparition
Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>	0	Préoccupante
Engoulevent bois-pourri	<i>Cardellina canadensis</i>	0	Menacée
Grive des bois	<i>Hylocichla mustelina</i>	0	Menacée
Râle jaune	<i>Espèce en voie de disparition Râle jaune Coturnicops noveboracensis</i>	0	Préoccupante

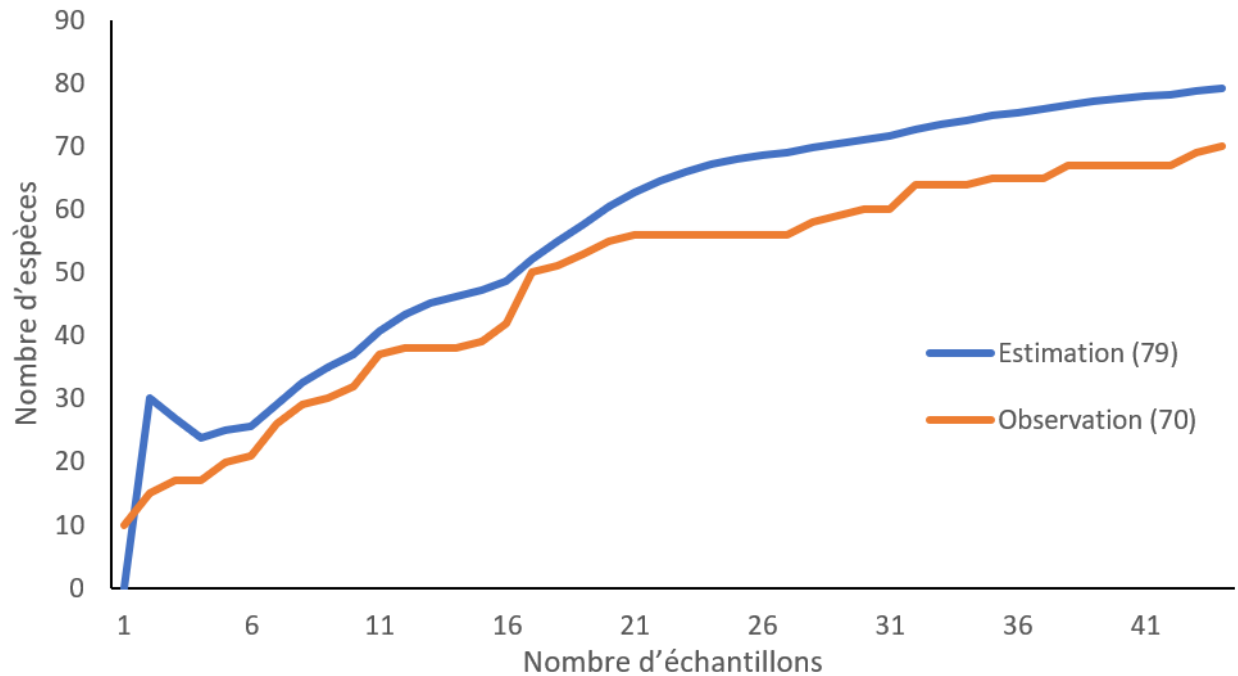


Figure 10. Nombre total cumulé d'espèces d'oiseaux observées par rapport à l'estimation de la richesse des espèces de Michaelis-Menten.

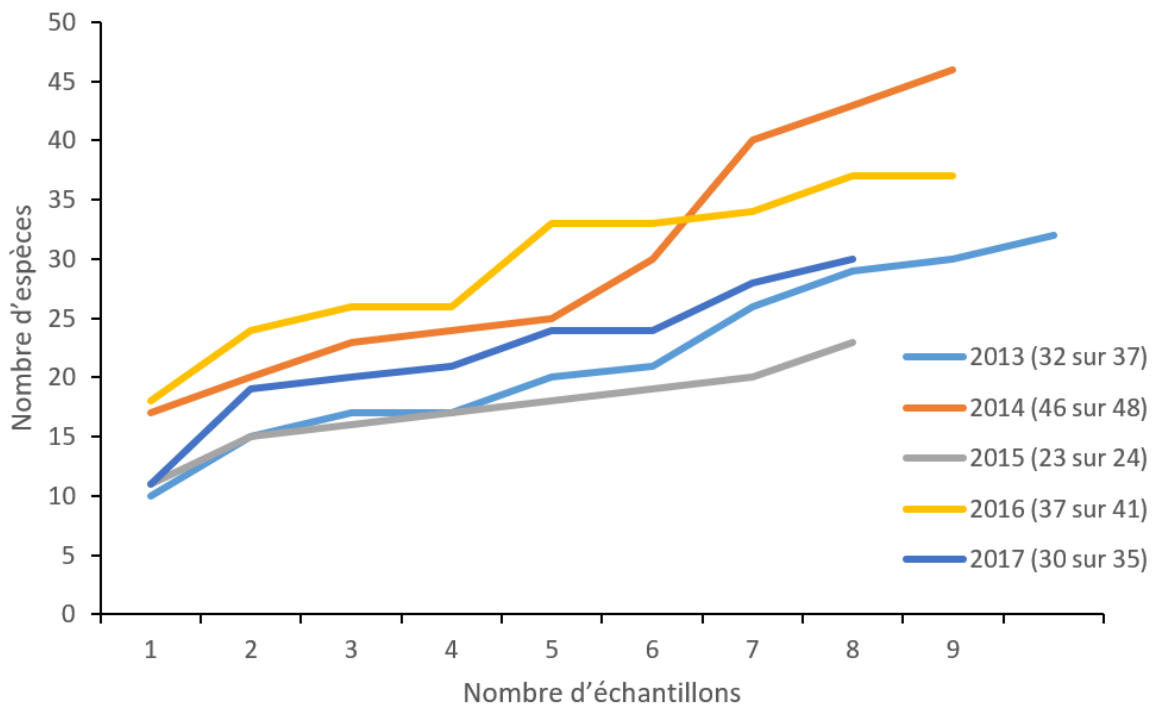


Figure 11. Nombre cumulé d'espèces d'oiseaux observées pour chaque année d'échantillonnage, tous lieux confondus. Le nombre entre parenthèses est l'estimation de la richesse des espèces de Michaelis-Menten pour chaque année.

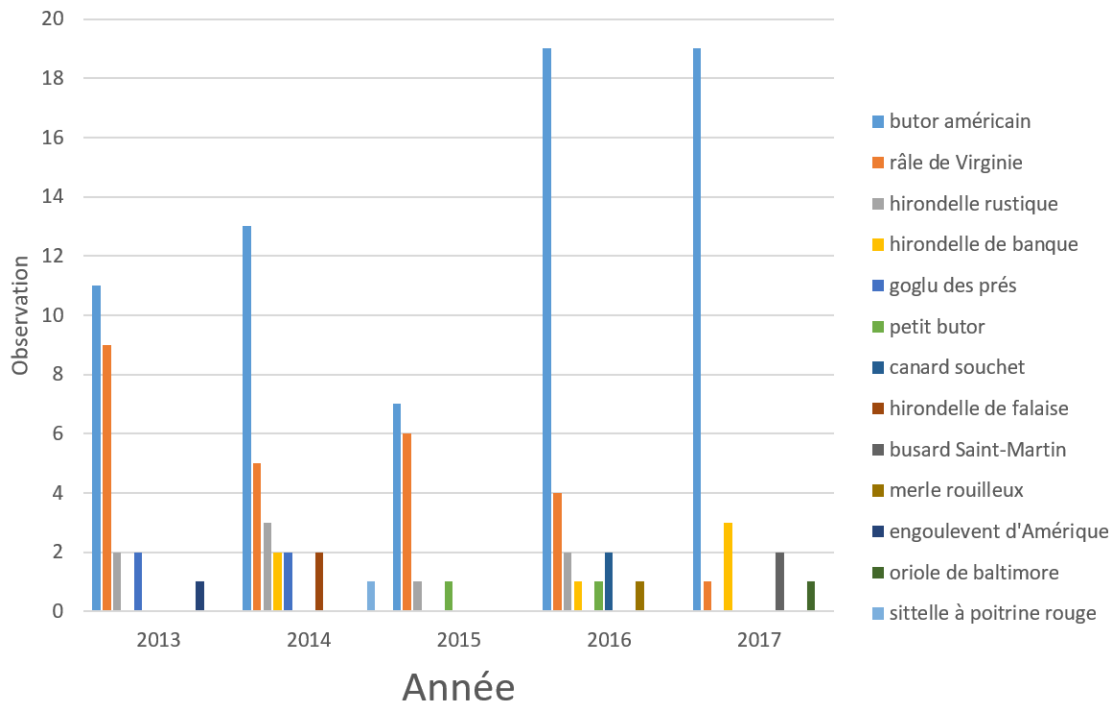


Figure 12. Distribution annuelle des observations totales pour les oiseaux « rares » ou inscrits sur la liste de la LEP dans les données du PSM.

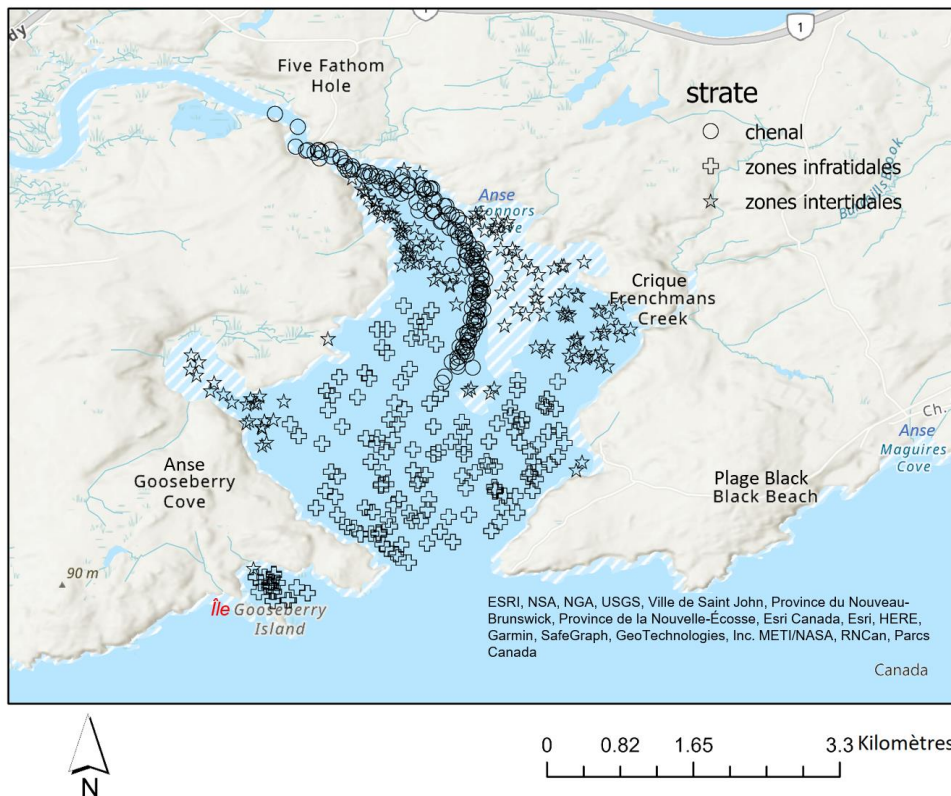


Figure 13. Emplacements des échantillons d'endofaune benthique 2010-2017. Emplacements basés sur un échantillonnage aléatoire dans trois strates hydrographiques. Le nombre total d'échantillons est indiqué entre parenthèses.

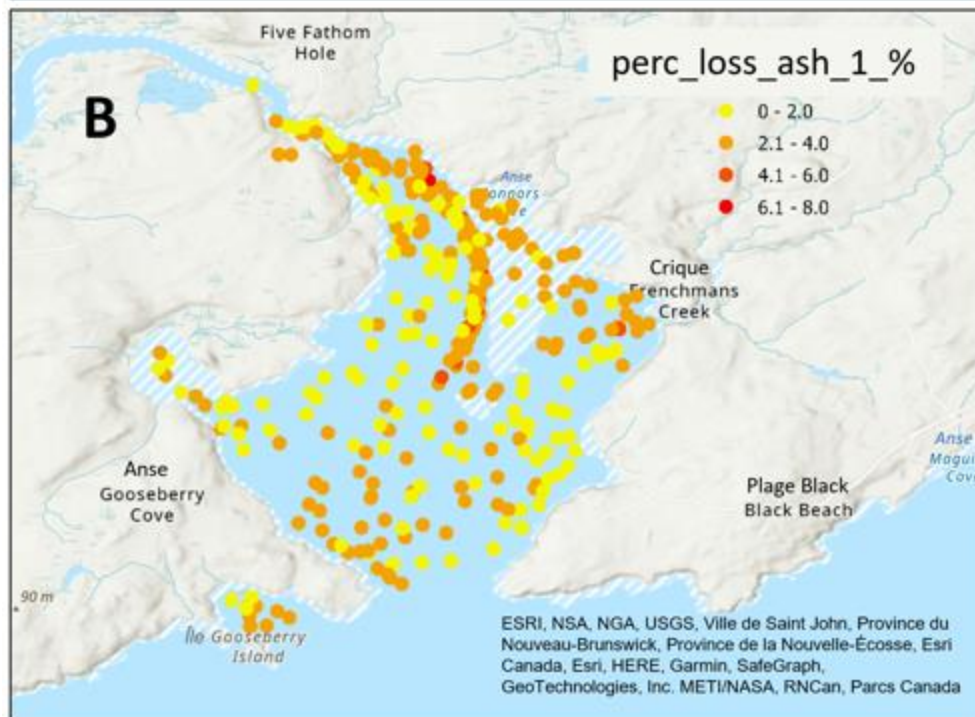
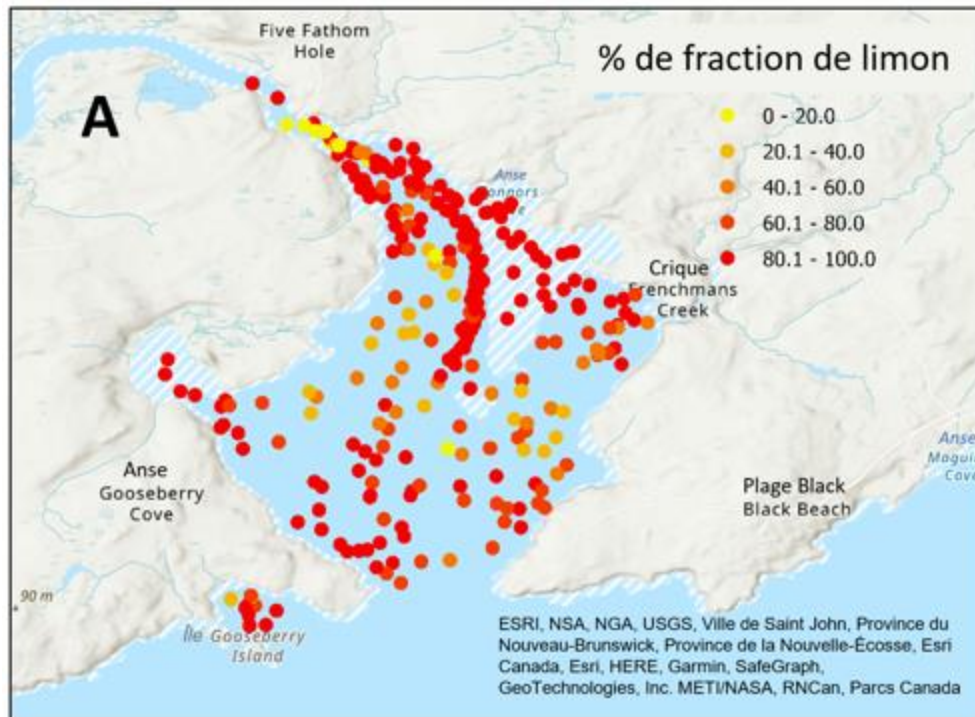


Figure 14. Distribution de la composition des sédiments mesurés lors du suivi de l'endofaune benthique 2010-2017. A. Distribution de la granulométrie exprimée en pourcentage de la fraction de limon (< 63 μ m). B. Distribution du contenu organique total exprimé en pourcentage de perte de poids sec à la combustion.

Tableau 9. Résumé des données pour l'échantillonnage de l'endofaune benthique.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	Zone 1	Aucune donnée
	Zones, 2, 3, Zone 2 – ZIA. Dix emplacements aléatoires/date d'échantillonnage/strates hydrographiques (zone intertidale, zone infratidale, chenal). Deux types d'habitat	30 lieux/date 3 couches hydrographiques; 2 types d'habitats
Saisonnière	La cible était de trois périodes saisonnières par an (été, automne, hiver). Les dates réelles des prélèvements variaient en fonction des marées et des conditions météorologiques.	3 (pour deux années consécutives seulement)
Annuelle	Données recueillies sur six ans, de 2010 à 2017. Les saisons n'étaient pas toutes échantillonnées chaque année.	6 été
		4 automne
		3 hiver

Tableau 10. Les dix espèces les plus abondantes observées dans l'enquête sur l'endofaune benthique de 2010 à 2017.

Nom	Espèces	Observations	Niveau trophique	Moyenne	Écart
Polychète	<i>Streblospio benedicti</i>	63 020	Dépositore	1 616	1,86E+07
Polychète	<i>Cossura longocirrata</i>	43 410	Dépositore	1 113	1,23E+06
Polychète	<i>Manayunkia aestuarina</i>	30 720	Filtreur, détritivore	787,6	6,63E+06
Polychète (ver <i>Pygospio</i>)	<i>Pygospio elegans</i>	11 220	Dépôt, détritivore	287,6	4,53E+05
Bivalve (palourde de l'Atlantique)	<i>Nucula proxima</i>	6 647	Filtreur	170,4	7,14E+04
Polychète	<i>Aricidea catherinae</i>	6 414	Dépositore	164,5	4,12E+04
Gastropode (hydrobie minuscule)	<i>Ecrobia truncata</i>	4 245	Dépositore, brouteur	108,8	9,60E+04
Polychète	<i>Levinsenia gracilis</i>	4 163	Dépositore	106,7	7,50E+03
Crustacé (crevette fousseuse)	<i>Corophium volutator</i>	2 780	Filtreur	71,28	5,45E+04
Polychète	<i>Fabricia stellaris</i>	2 142	Filtreur	54,92	1,17E+05

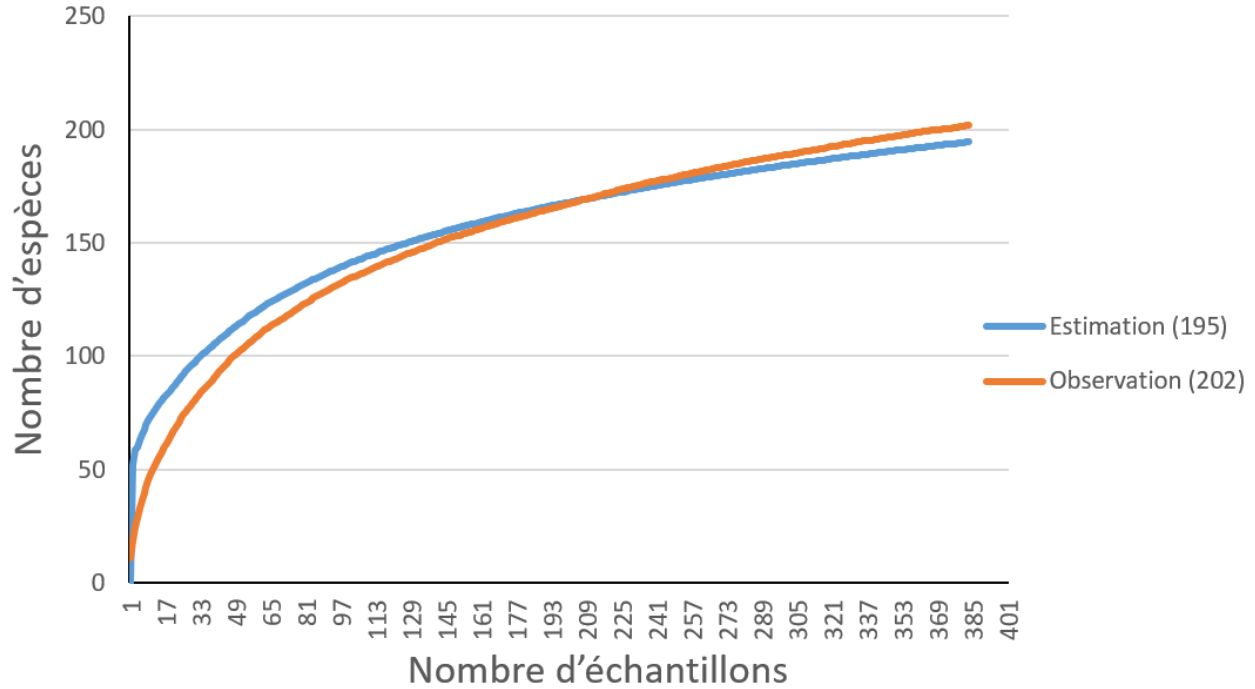


Figure 15. Nombre total cumulé d'espèces de l'endofaune benthique observées (202) par rapport à une estimation de la richesse des espèces de Michaelis-Menten (195).

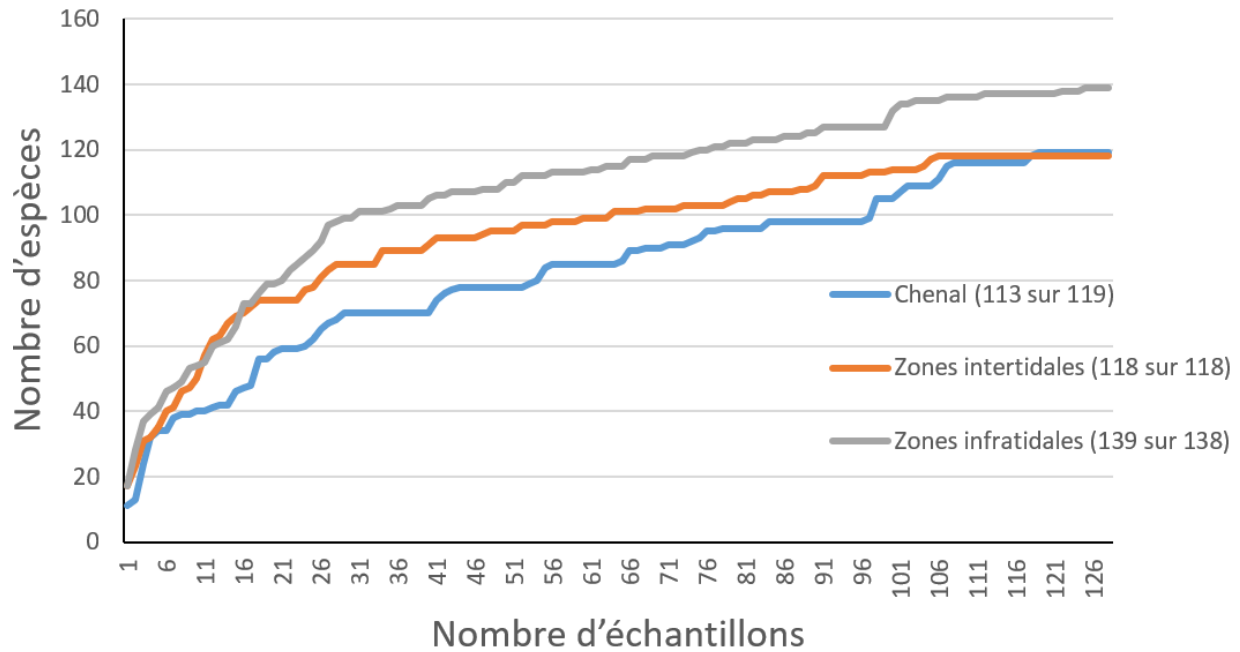


Figure 16. Nombre cumulé d'espèces de l'endofaune benthique observées pour chaque strate, toutes saisons et années confondues. Les chiffres entre parenthèses correspondent aux observations et à l'estimation de Michaelis-Menten de la richesse des espèces.

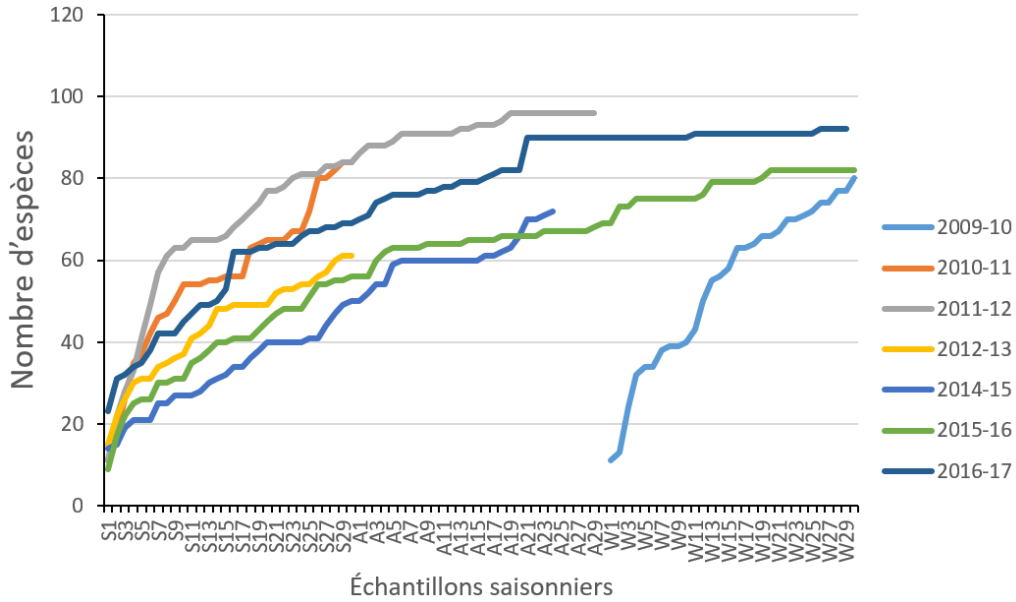


Figure 17. Nombre annuel cumulé d'espèces de l'endofaune benthique observées par cycle annuel. Les échantillons saisonniers sont commandés en été, automne et hiver. Toutes les strates combinées.

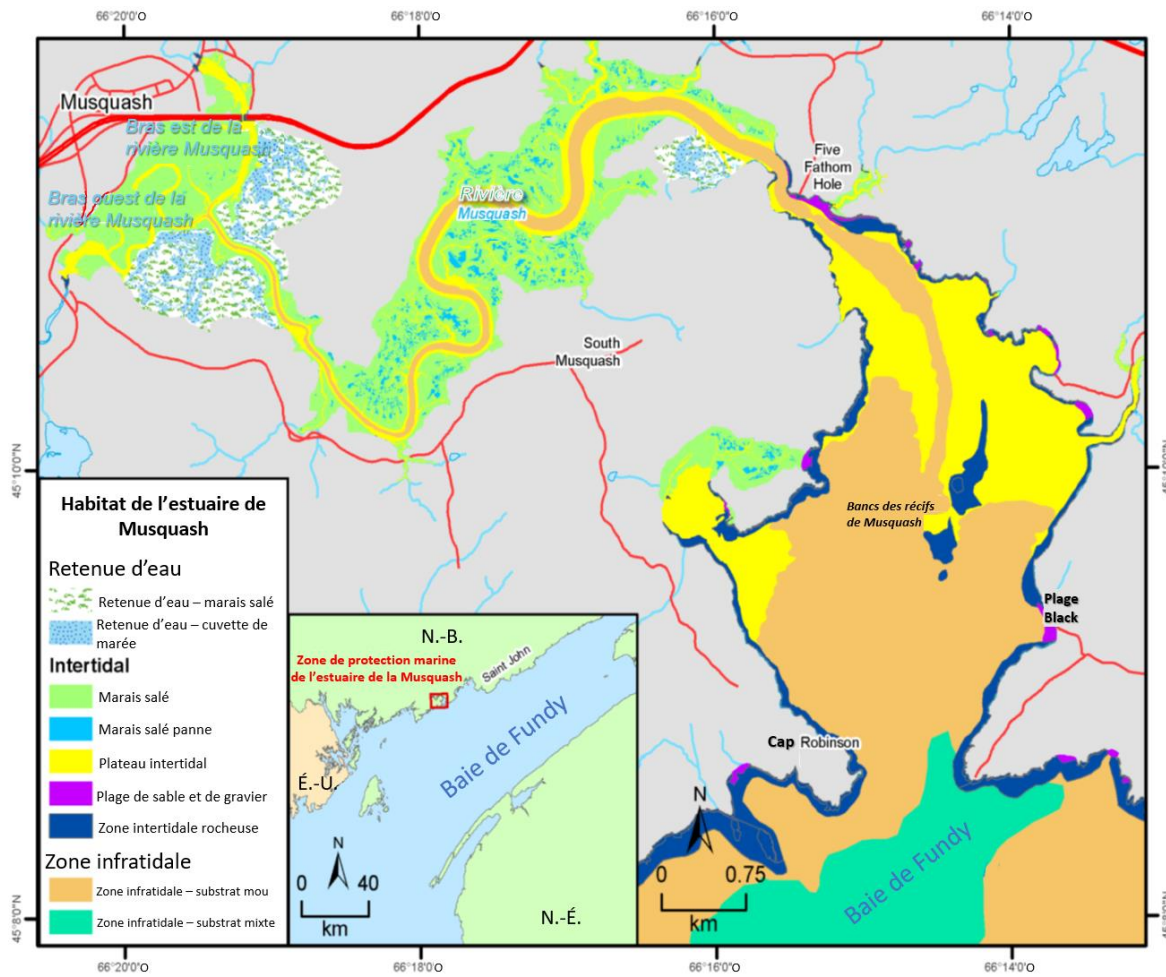


Figure 18. Carte d'habitat révisée pour la ZPM de la Musquash et la zone intertidale administrée (Greenlaw et al. 2014).

Tableau 11. Résumé du plan d'échantillonnage pour les données sur l'habitat basé sur le rivage, le type de fond et la structure biogénique.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	Couverture des trois zones 1, 2 et 3. Résolution horizontale – Photo aérienne (0,3 m +/- 15 m); LIDAR (2 m), Multifaisceau (1 m).	1
Saisonnnière	Les compilations de données géospatiales représentent plusieurs périodes de l'année.	Non évalué
Annuelle	Différentes données recueillies sur plusieurs années : 2001, 2006, 2007.	Non évalué

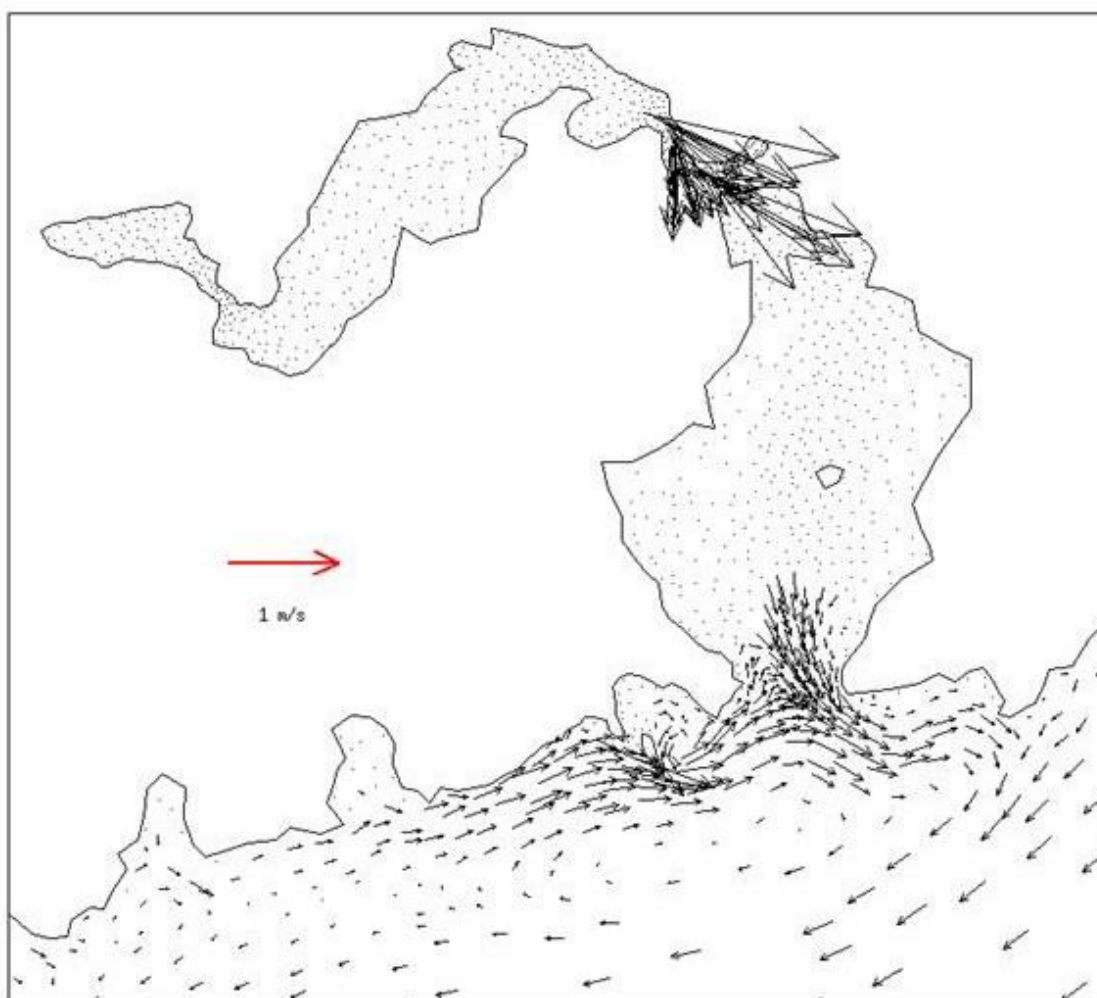


Figure 19. Prédiction préliminaire du modèle océanique communautaire à volume fini concernant les courants d'eau dans la région de Musquash avec des exemples de prédictions à un moment donné (Cooper et al. 2014).

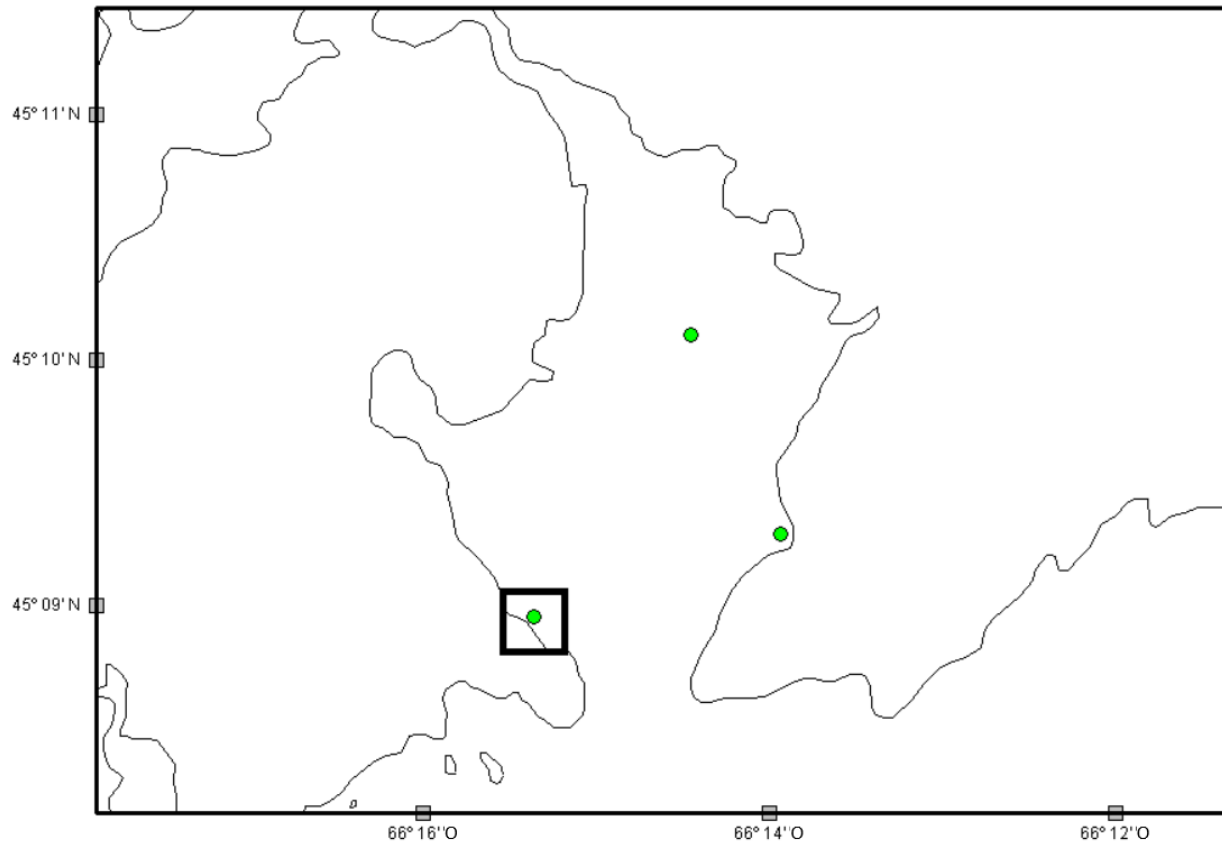


Figure 20. Emplacement des carottes de sédiments prélevées en 2010 pour évaluer le taux de sédimentation (Cooper et al. 2014)

Tableau 12. Résumé des données d'échantillonnage pour surveiller l'hydrodynamique et le régime sédimentaire.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	Zone 1	
	Zones 2 et 3 – Une base de référence unique nécessite un modèle pour évaluer la variabilité.	1
Saisonnière	Une base de référence unique nécessite un modèle pour évaluer la variabilité	1
Annuelle	Une base de référence unique de sédimentation nécessite un modèle pour évaluer la variabilité.	1

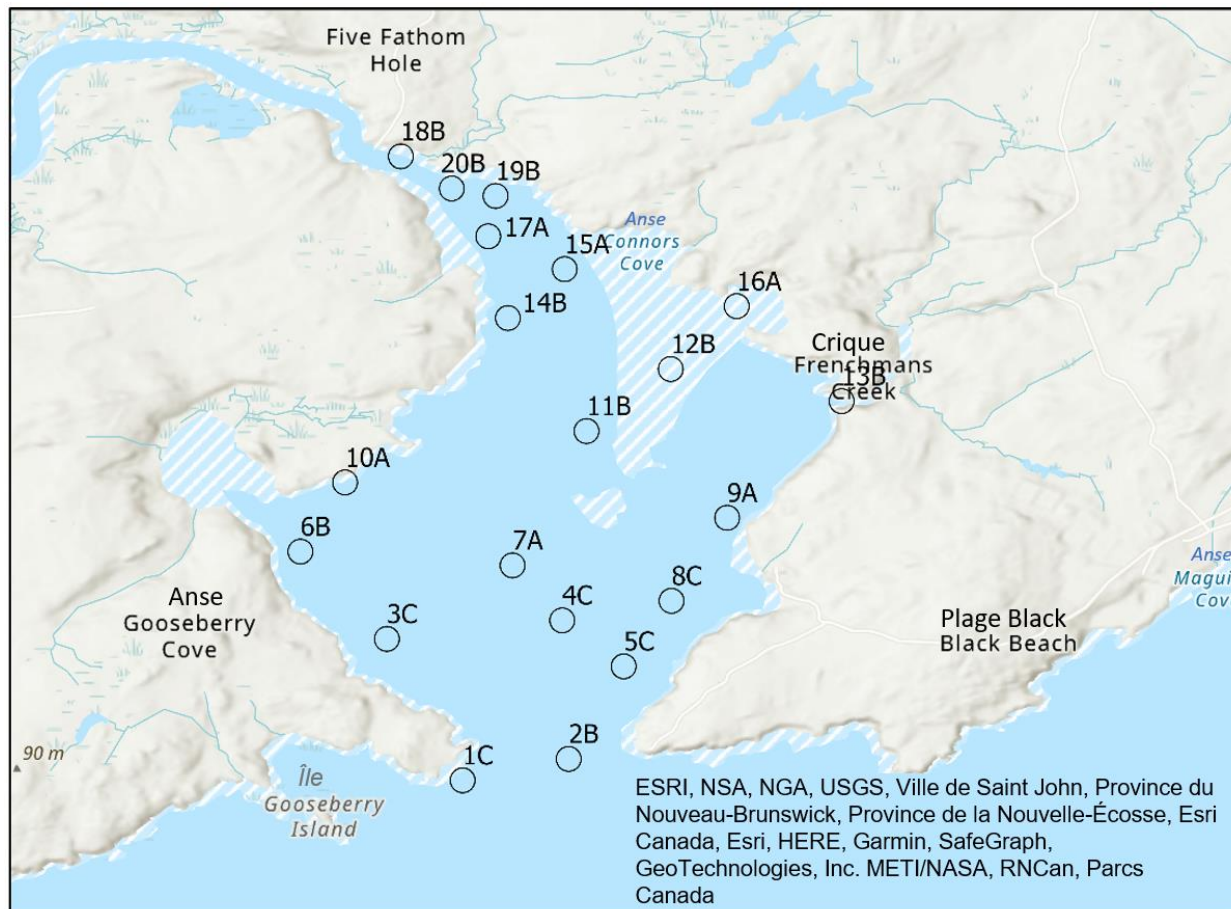


Figure 21. Emplacements d'échantillons fixes pour la surveillance de la qualité de l'eau effectuée par Eastern Charlotte Waterway Inc. dans le cadre du projet des estuaires de la baie de Fundy.

Tableau 13. Résumé de l'échantillonnage pour les données sur la qualité de l'eau des habitats.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	Zone 1 Mesure périodique basée sur plusieurs projets de recherche individuels.	1
	Zone 2, 3 - 20 stations d'échantillonnage fixes	20
Saisonnière	Une fois par an aux dates d'échantillonnage « d'été » (26 juillet au 24 septembre).	1
Annuelle	Quatre années examinées, en cours. ECW (2015-2018).	4+

Tableau 14. Statistiques sommaires de la surveillance de la qualité de l'eau des habitats par année pour toutes les stations combinées. Un tiret (-) signifie « aucune donnée ».

	2015	2016	2017	2018
Température (°C)	20	20	20	20
Min.	13	13,5	11,2	12,9
Max.	13,7	14,6	21	13,9
Moyenne (Écart)	13,36 (0,02)	13,93 (0,03)	12,47 (0,17)	13,48 (0,02)
Salinité (ppm)	20	20	20	20
Min.	29,8	0,92	30	30,85
Max.	31,44	31,97	32	31,52
Moyenne (Écart)	30,49 (0,02)	26,92 (0,28)	31,00 (0,01)	31,24 (0,01)
Profondeur d'après le disque de Secchi (m)	20	20	20	20
Min.	2,6	1,7	0,8	1,1
Max.	3,9	2,2	3,5	3,5
Moyenne (Écart)	3,38 (0,12)	2,03 (0,06)	1,80 (0,49)	2,23 (0,27)
O₂ dissous (% sat)	20	20	20	20
Min.	92	88	93	100,9
Max.	100	98	107	116,7
Moyenne (Écart)	95,70 (0,02)	92,25 (0,03)	99,55 (0,04)	108,11 (0,04)
pH	20	20	20	20
Min.	7,8	8,01	7,84	7,9
Max.	8,02	8,24	8	7,97
Moyenne (Écart)	7,96 (0,01)	8,10 (0,01)	7,93 (0,01)	7,95 (0)
Chlorophylle A (µg/L)	8	18	1	14
Min.	1,5	1,7	2	1,5
Max.	2,3	4,1	2	3,8
Moyenne (Écart)	1,90 (0,13)	2,68 (0,26)	2,00 (1,00)	2,36 (0,27)
Phosphore total (ppb)	20	20	20	19
Min.	24	25,3	15,2	10,6
Max.	28	41,5	27,1	164
Moyenne (Écart)	26,00 (0,04)	31,59 (0,13)	18,70 (0,18)	36,20 (1,17)
Azote total (mg/L)	0	0	11	1
Min.	-	-	0,5	0,5
Max.	-	-	0,5	0,5
Moyenne (Écart)	-	-	0,5 (0)	0,5 (1)

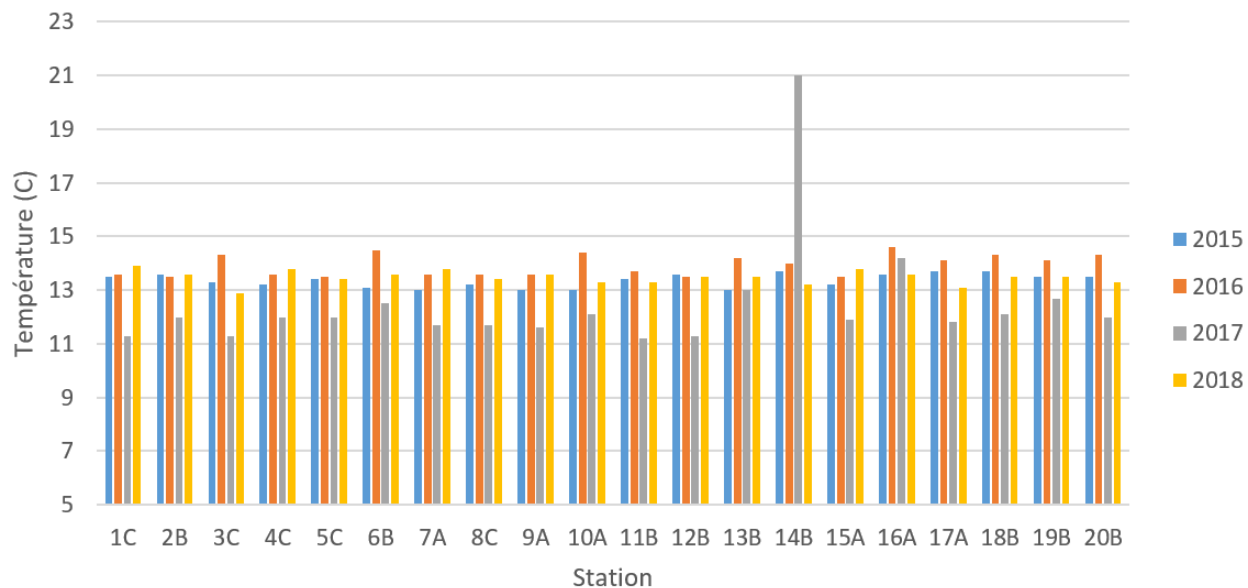


Figure 22. Température annuelle par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.

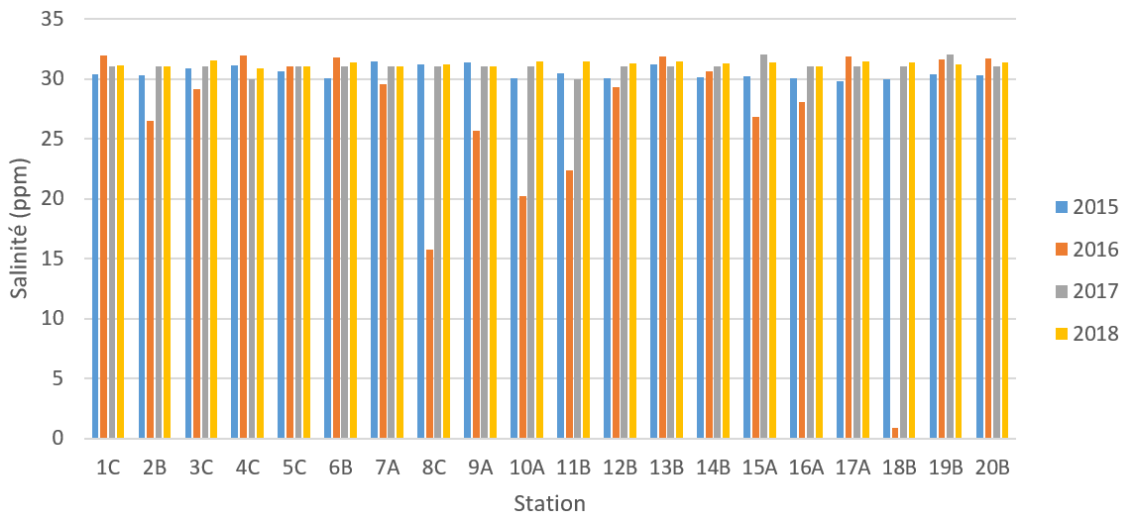


Figure 23. Salinité annuelle par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.

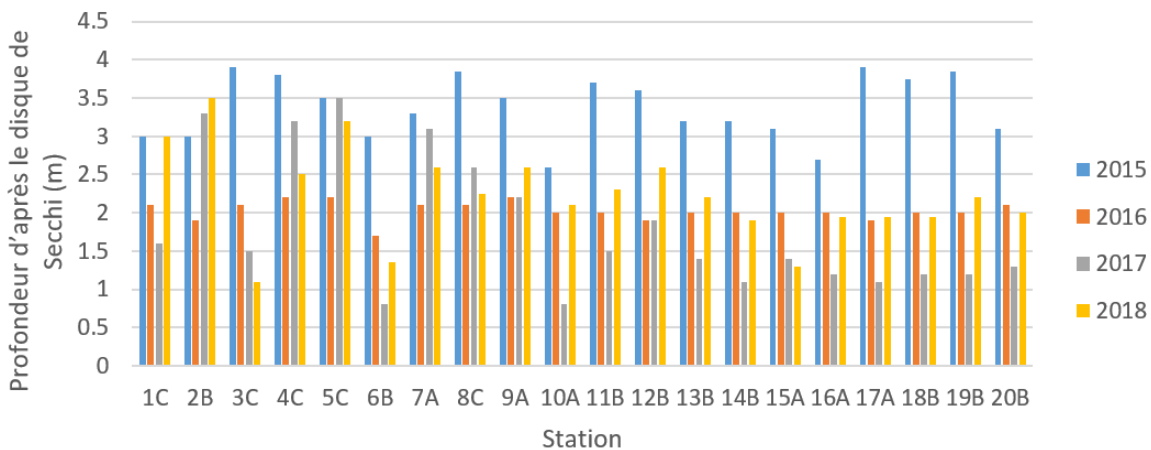


Figure 24. Profondeur de Secchi annuelle par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.

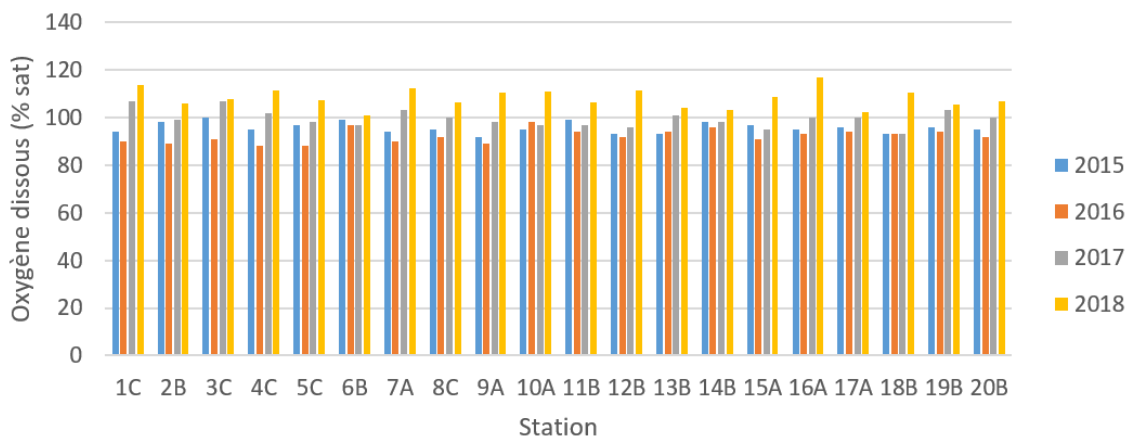


Figure 25. Oxygène dissous annuel par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.

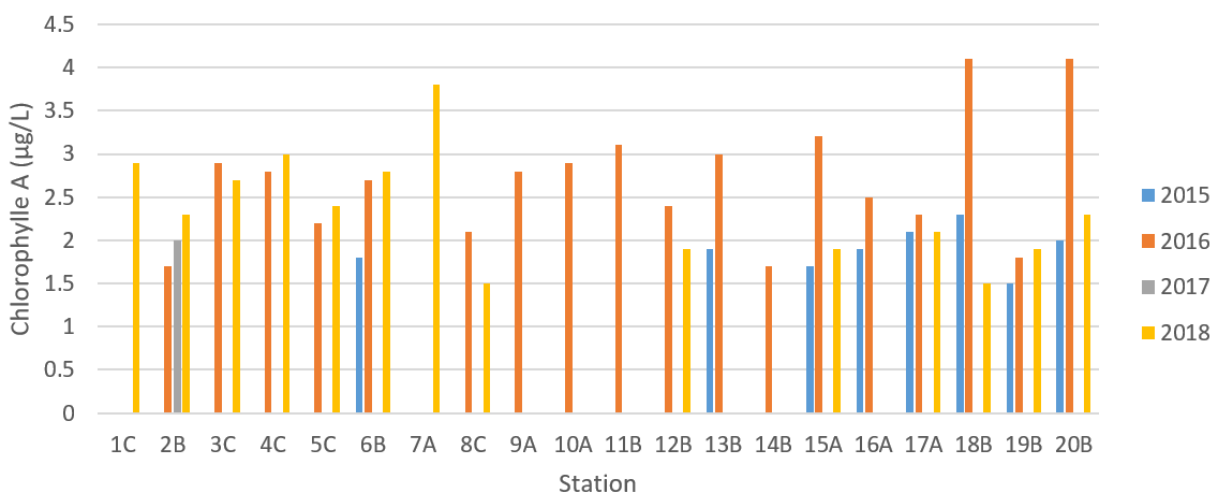


Figure 26. Chlorophylle A annuelle par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.

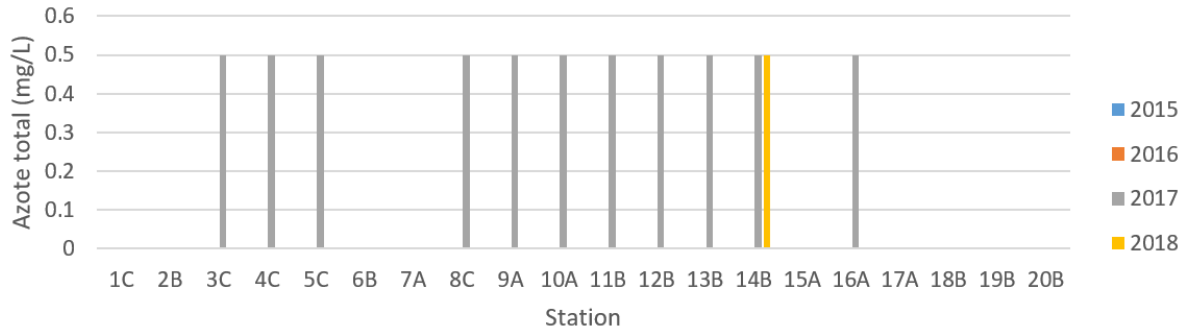


Figure 27. Azote total annuel par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.

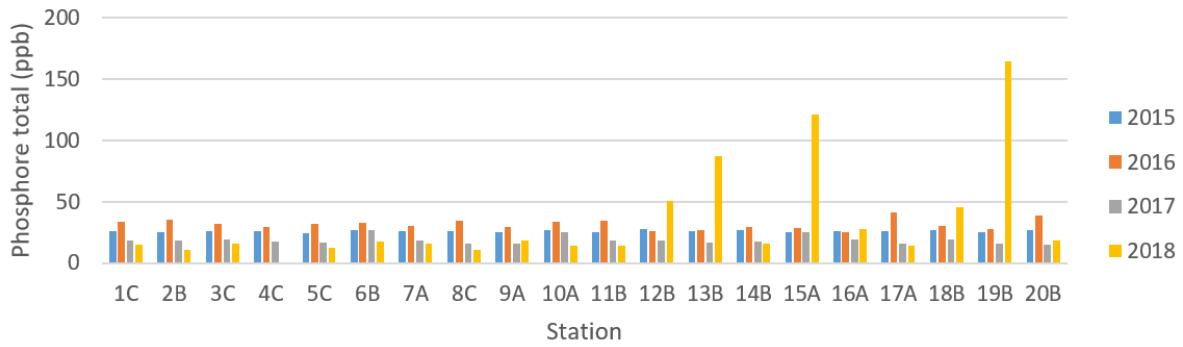


Figure 28. Phosphore total annuel par station d'échantillonnage de la surveillance de la qualité de l'eau d'ECW de 2015 à 2018.

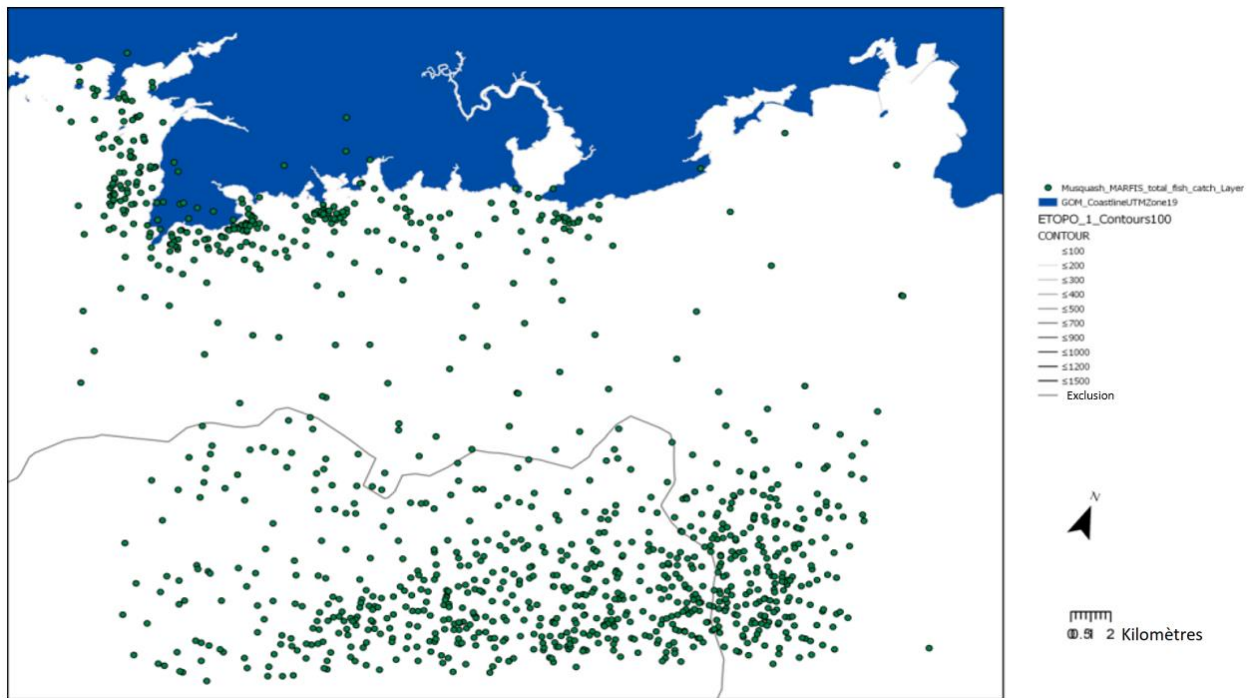


Figure 29. Lieux de capture autour de l'estuaire de la Musquash déclarés dans le SIPMAR (2006-2018).

Tableau 15. Résumé des types de permis actifs pour les zones de pêche entourant la ZPM de la Musquash. Un tiret (-) signifie « aucune donnée ».

Type de permis	Données géoréférencées	Prises accessoires déclarées
Gaspareau	-	Oui
Palourdes, dépurées	-	Oui
Palourdes, espèce non précisée	-	Oui
Crabe vert	-	Oui
Crabe nordique	-	-
Crabe commun	Oui	Oui
Anguille	-	-
Plie – espèce non précisée	-	-
Poissons de fond – espèce non précisée	Oui	Oui
Myxine du nord	-	-
Hareng	Oui	Oui
Hareng/maquereau	-	Oui
Homard	-	Oui
Maquereau	Oui	Oui
Plante marine	-	-
Quahog nordique	Oui	-
Huître américaine	-	-
Pétoncle géant	Oui	Oui
Chabot	-	-
Holothurie	Oui	-
Oursins	Oui	-
Alose	-	Oui
Requin, espèce non précisée	-	-
Crevettes (<i>Pandalus borealis</i>)	Oui	-
Éperlans	-	Oui
Espadon	-	Oui
Thon rouge	-	Oui
Thon, avec restrictions	-	Oui
Thon, espèce non précisée	-	-
Non déterminé	-	Oui

Tableau 16. Résumé de l'échantillonnage dans les données du SIPMAR pour les activités du journal de bord de la pêche commerciale.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	Zone 1, 2 - aucune donnée. Remarque : La pêche commerciale n'est pas autorisée dans ces zones.	Non évaluée
	Zone 3 - Seule une partie des types de permis déclare des activités dans la zone 3. De nombreux types de permis signalent les débarquements par grille de pêche statistique ou par zone de pêche, ce qui constitue une résolution beaucoup plus grossière que la ZPM.	Non évaluée
Saisonnière	Les données sont recueillies par la pêche commerciale, selon le permis, pendant les saisons prescrites. L'effort de pêche (espèce/type d'engin) est donc prédictif en ce qui concerne les conditions de permis et les saisons établies.	Non évaluée
Annuelle	Les données du SIPMAR sont recueillies sur une base annuelle.	12+

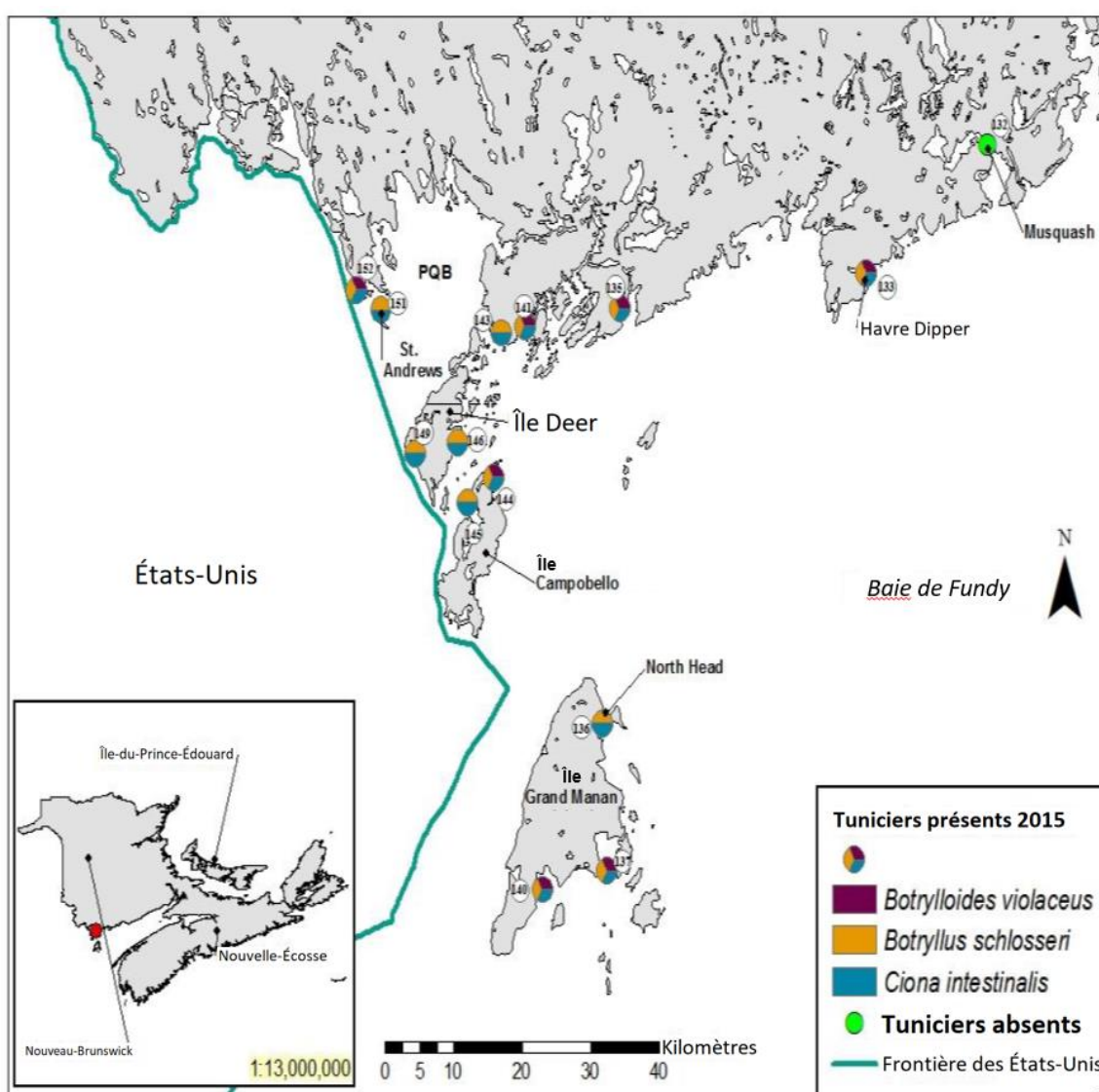


Figure 30. Emplacement de la surveillance des tuniciers envahissants effectuée dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick (2012-2015). Au cours de cette période, des tuniciers envahissants ont été observés à tous les endroits, à l'exception de la ZPM de Musquash à Five Fathom Hole (Sephton et al. 2017).

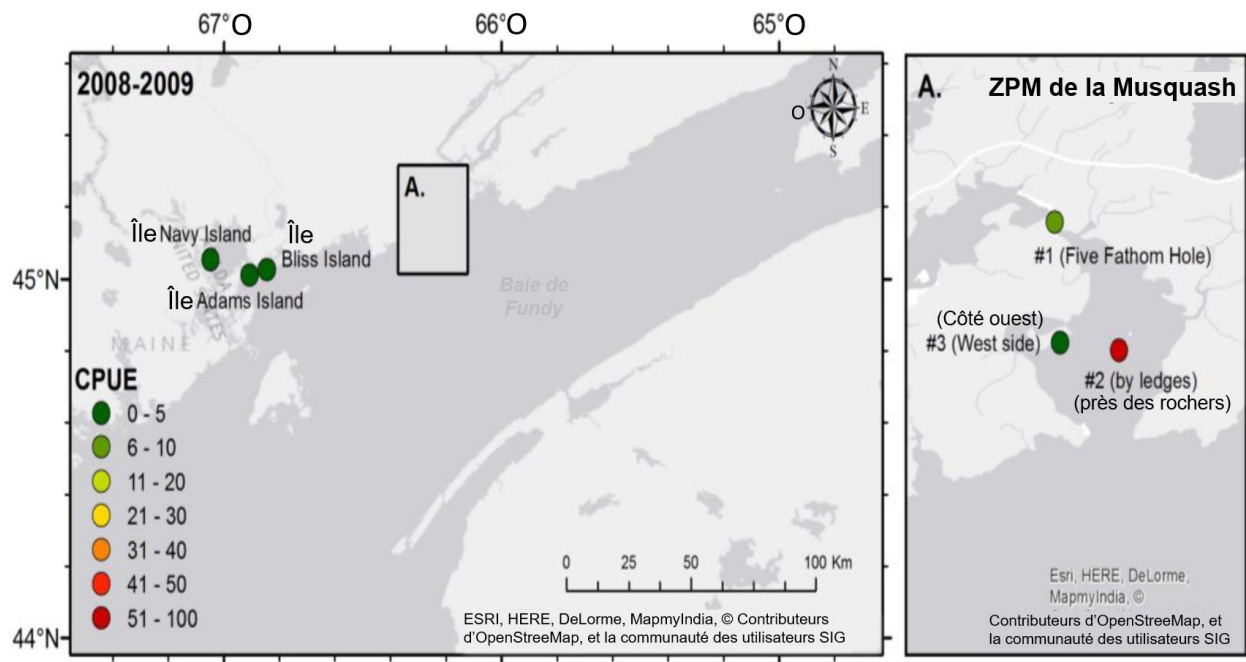


Figure 31. Emplacement de la surveillance du crabe vert effectuée dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick (Vercaemer et Sephton 2016).

Tableau 17. Résumé de l'échantillonnage pour le suivi des espèces aquatiques envahissantes.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	Zone 1, 3	Aucune donnée
	Zone 2 - Tuniciers – 1 emplacement dont on soupçonne qu'il ne convient pas? – Crabe vert 3 emplacements.	Tuniciers 1 Crabe vert 3
Saisonnière	Zone 2 - Collecteurs de tuniciers déployés au printemps et récupérés en automne. Données cumulatives	1
	Le crabe vert a été suivi par périodes de 24 heures tout au long de l'année (de juin à octobre) afin d'évaluer les variations saisonnières.	Non évaluée
Annuelle	Série chronologique pluriannuelle recueillie dans le cadre du Programme sur les espèces aquatiques envahissantes 2008-2015 (permanent). Crabe vert – 2008-2013.	Tuniciers 7+ Crabe vert 5

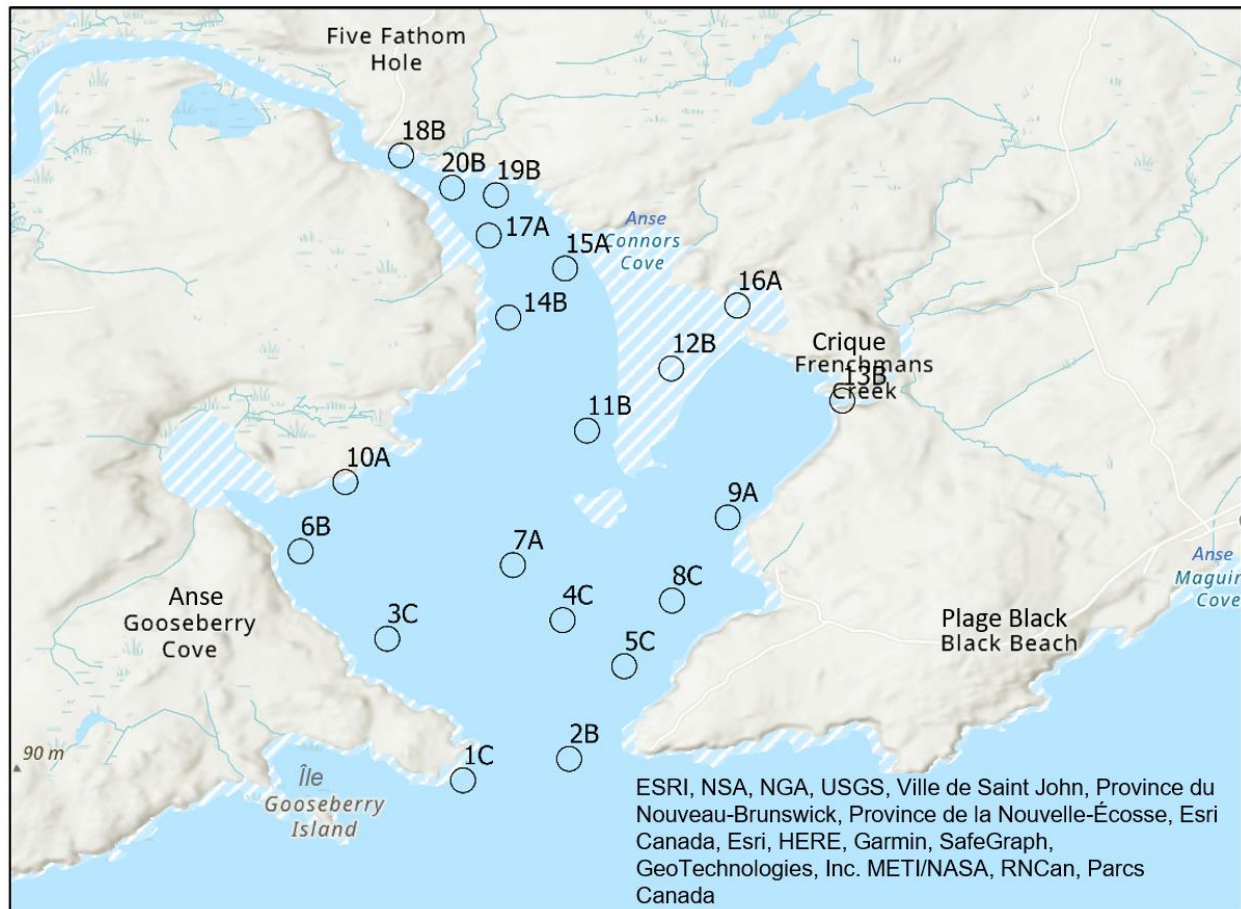


Figure 32. Emplacements des échantillons pour la surveillance des débris marins par le Conseil de conservation du Nouveau-Brunswick (CCNB) à Musquash. BBH = plage Black Hill, BBP = plage Black Proper, BBU = plage Black Upper, GC = anse Gooseberry.

Tableau 18. Résumé de l'échantillonnage pour les données du programme de surveillance des débris marins du CCNB.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	Zone 1	Aucune donnée
	Zone 2, 3 - Différentes sources de débris mesurées à deux endroits. Remarque : Les données pour la plage Black contiennent trois zones : la plage, les hautes terres et la colline. Ces endroits devraient être abordés.	Zone 2 = 1 ou 3? Zone 3 = 1
Saisonnnière	Données collectées plusieurs fois par an, de mars à décembre. Il convient d'évaluer dans quelle mesure les changements annuels doivent être normalisés par la fréquence interannuelle.	3 à 7
Annuelle	Données annuelles collectées selon les protocoles standard 2010-2018 (en cours).	8+

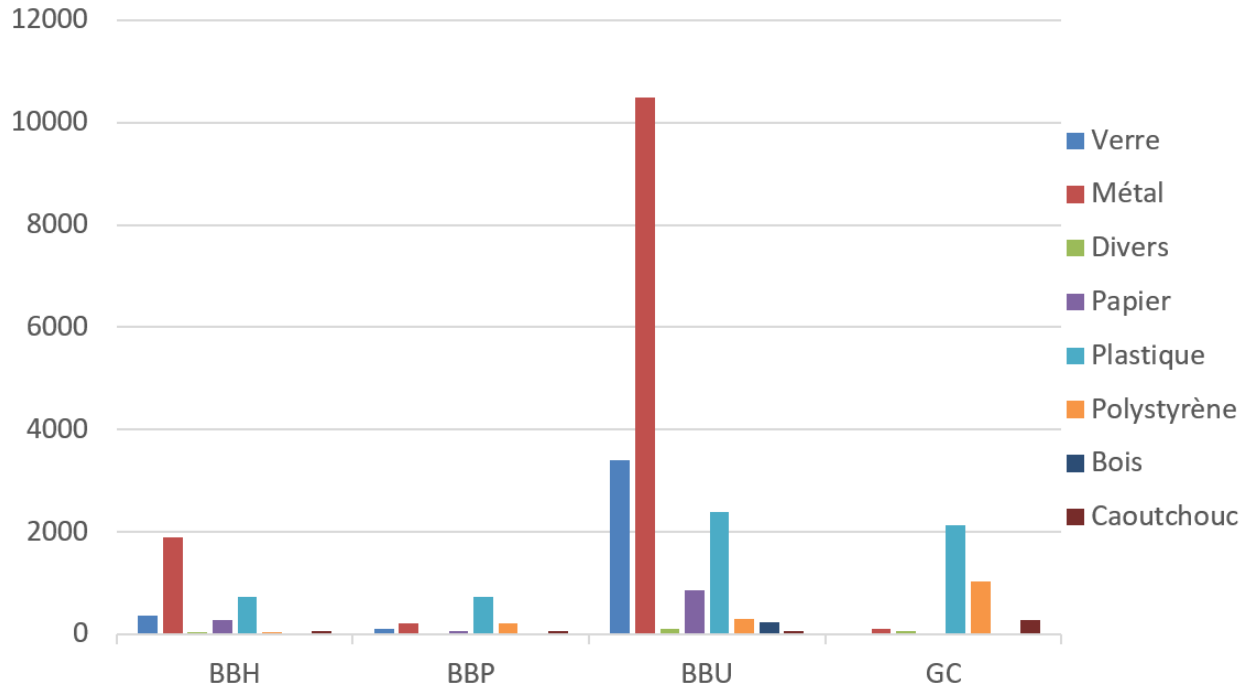


Figure 33. Total des observations de types de débris par lieu d'échantillonnage pour toutes les années combinées. BBH = plage Black Hill, BBP = plage Black Proper, BBU = plage Black Upper, GC = anse Gooseberry.

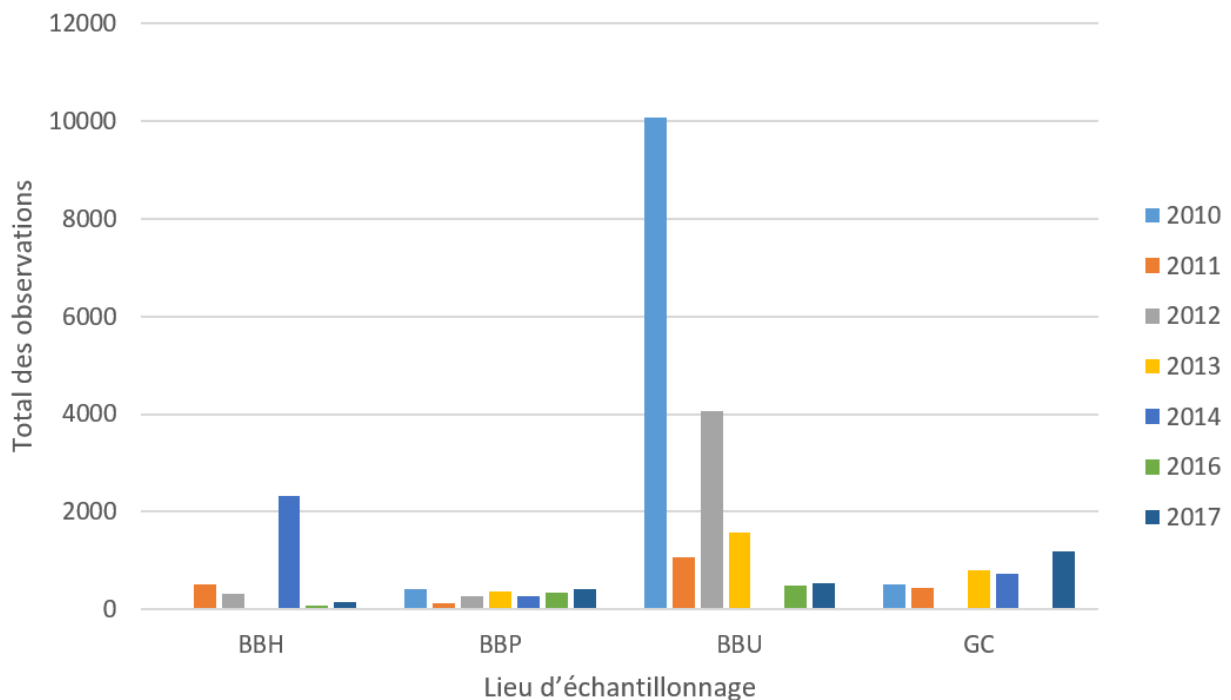


Figure 34. Total des observations de débris par année pour chaque lieu d'échantillonnage. BBH = plage Black Hill, BBP = plage Black Proper, BBU = plage Black Upper, GC = anse Gooseberry.

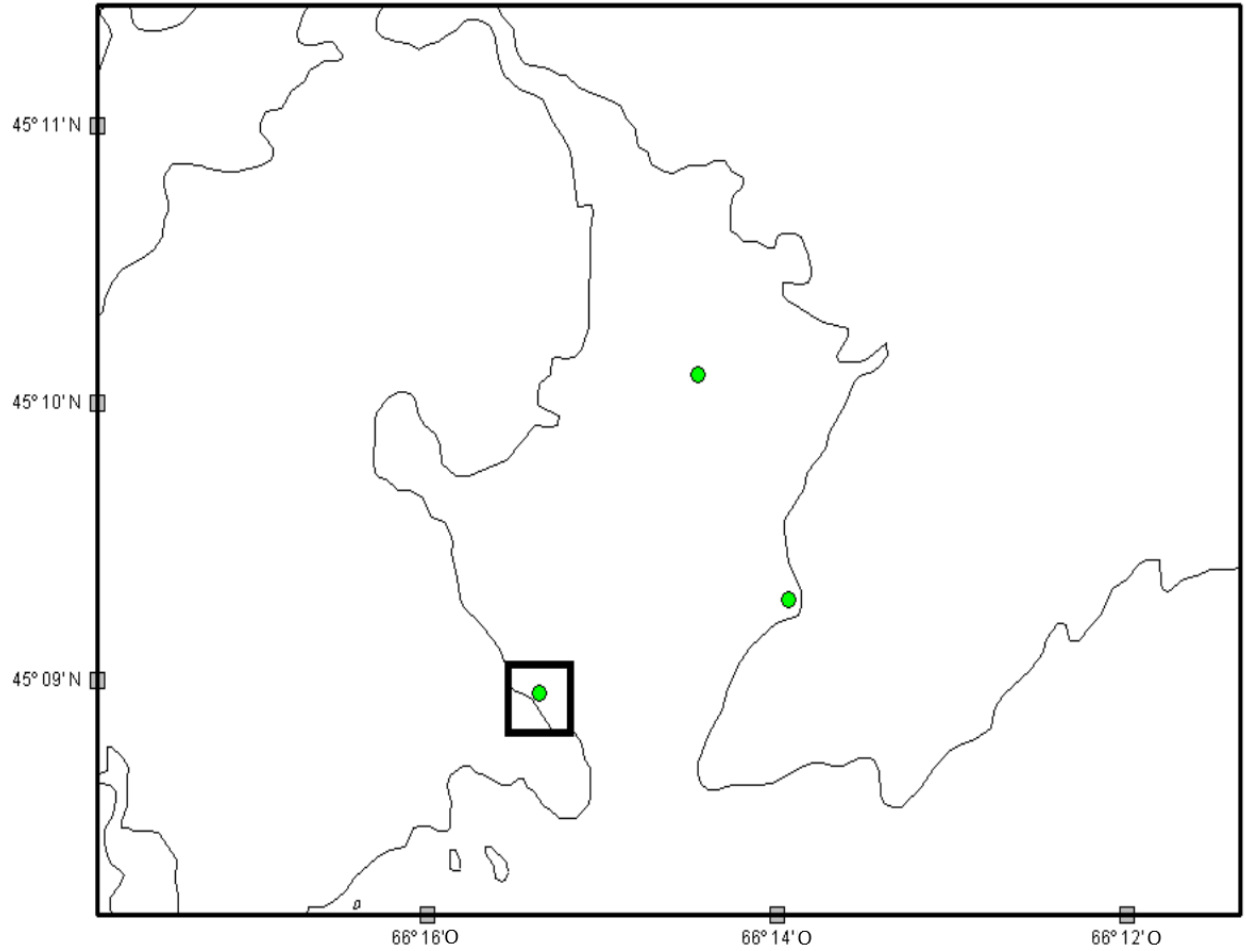


Figure 35. Emplacement des stations munies d'un slo-core pour la géochronologie et l'analyse des métaux traces. Le carré noir montre la station de carottage deux, où un taux de sédimentation d'environ 0,5 cm/an a été déterminé (Cooper et al. 2014).

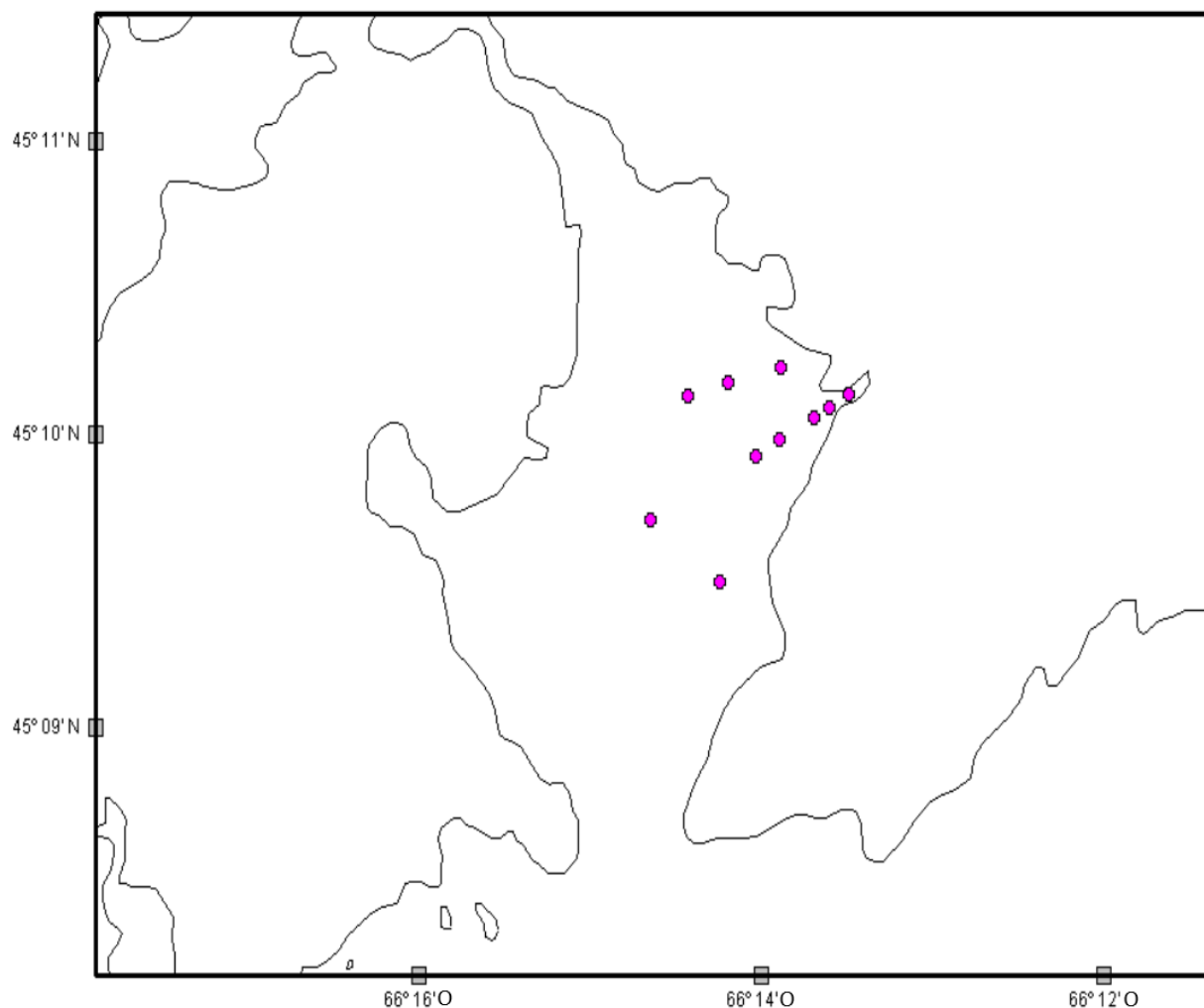


Figure 36. Emplacement de l'échantillonnage des métaux traces au moyen d'une benne Eckman pour l'endofaune benthique (Cooper et al. 2014).

Tableau 19. Résumé du plan d'échantillonnage pour les données sur les métaux à l'état de traces.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	Zone 1, - aucune donnée.	
	Zone 2, 3 - Différentes études ont appliqué différentes techniques d'échantillonnage des sédiments. Données non comparables.	14 (Chou <i>et al.</i> 2004) 3 slo-core (Cooper <i>et al.</i> 2014) 10 Eckman (Cooper <i>et al.</i> 2014)
Saisonnière	Échantillons prélevés à des périodes différentes de l'année, mais couvrant plusieurs années, méthodes différentes.	1
Annuelle	Échantillonnage de métaux-traces en 2001, 2009, 2010 et 2012, mais à des endroits différents et avec des méthodes différentes.	4

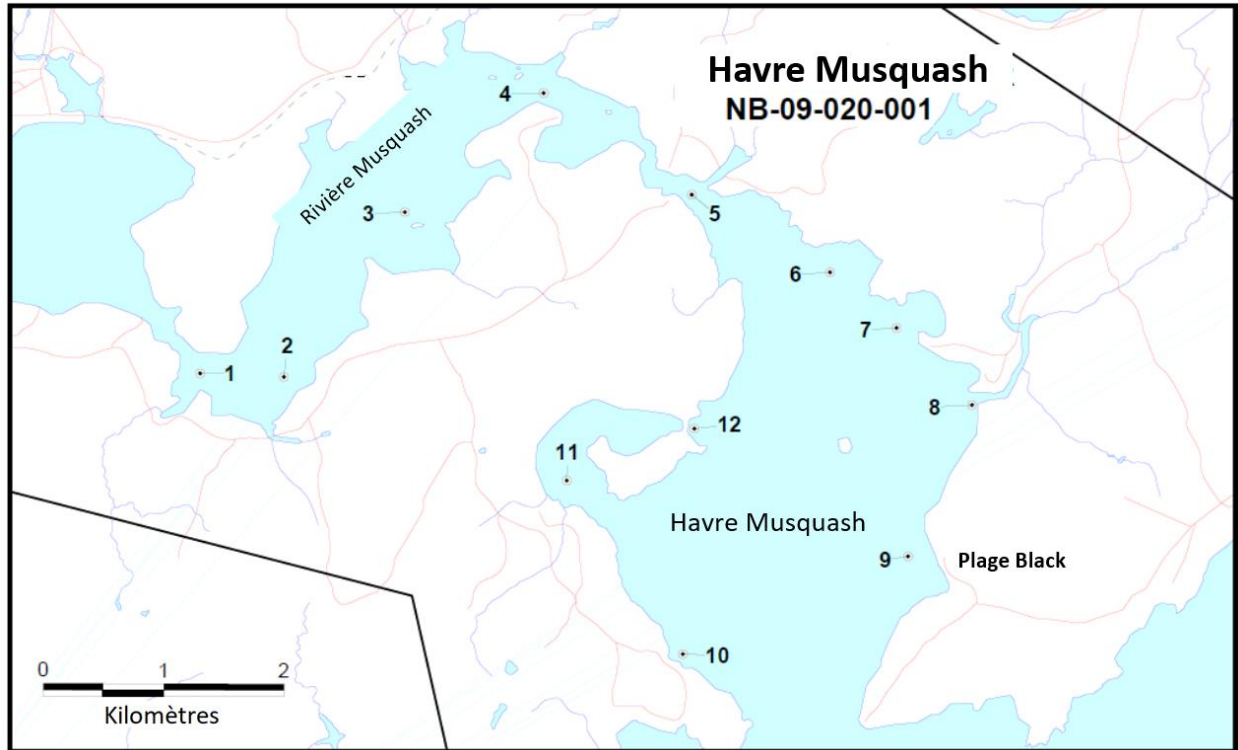


Figure 37. Emplacement de la surveillance des coliformes fécaux dans les mollusques par le PCCSM.

Tableau 20. Résumé de l'échantillonnage pour les données sur les bactéries.

Échelle	État	Fréquence
Spatiale	Zone 1, 2 - 12 emplacements fixes d'échantillonnage. Zone 3 - pas de données	Zone 1 = 4 Zone 2 = 8
Saisonnière	Prélèvements jusqu'à trois fois par an (printemps, été, automne). Il existe un registre des épisodes de pluie qui permet d'évaluer la variabilité interannuelle.	3
Annuelle	Échantillons multiples prélevés sur deux périodes : 1992-2008, 2015-2018.	9, 3

Tableau 21. Statistiques sommaires des densités de coliformes fécaux (CF) (NPP/100 ml) pour le havre Musquash par temps sec (< 12,5 mm en 24 h et < 25 mm en 48 h). MoyG = moyenne géométrique, P90 = 90^e centile, % > 43 = pourcentage d'observations où les coliformes fécaux sont supérieurs à 43 NPP/100 ml.

Station	Échantillons	Période	Min CF	Max CF	MoyG	Médiane	P90	% > 43
1	16	1999–2008	1,9	23	5	5,0	15	0
2	16	1999–2008	1,9	13	4	5,0	11	0
3	16	1999–2008	1,9	13	3	1,9	6	0
4	16	1999–2008	1,9	5	2	1,9	3	0
5	16	1999–2008	1,9	5	2	1,9	4	0
6	16	1999–2008	1,9	5	2	1,9	3	0
7	16	1999–2008	1,9	17	3	1,9	7	0
8	16	1999–2008	1,9	7	2	1,9	3	0
9	16	1999–2008	1,9	5	2	1,9	3	0
10	16	1999–2008	1,9	13	2	1,9	4	0
11	16	1999–2008	1,9	11	2	2,0	5	0
12	16	1999–2008	1,9	13	2	1,9	5	0

Tableau 22. Statistiques sommaires des densités de coliformes fécaux (NPP/100 ml) pour le havre Musquash par temps pluvieux (> 12,5 mm en 24 h et/ou > 25 mm en 48 h). MoyG = moyenne géométrique, P90 = 90^e centile, % > 43 = pourcentage d'observations où les coliformes fécaux sont supérieurs à 43 NPP/100 ml. Un tiret (-) signifie « aucune donnée ».

Station	Échantillons	Période	Min CF	Max CF	MoyG	Médian	P90	% > 43
1	3	1992–1999	17	240	58	49	-	67
2	3	1992–1999	33	249	73	49	-	67
3	3	1992–1999	11	130	29	17	-	33
4	3	1992–1999	14	79	37	46	-	67
5	3	1992–1999	23	79	49	64	-	67
6	3	1992–1999	5	79	24	33	-	33
7	3	1992–1999	5	79	21	23	-	33
8	3	1992–1999	63	130	97	110	-	100
9	3	1992–1999	2	33	10	17	-	0
10	3	1992–1999	1,9	17	7	13	-	0
11	3	1992–1999	8	350	52	49	-	67
12	3	1992–1999	1,9	130	23	49	-	67

Tableau 23. Résumé de la couverture au niveau de l'écosystème des données de surveillance existantes pour soutenir les indicateurs 1 et 2. Groupes trophiques (producteurs primaires [P], nécrophages [SC], suspensivores [S], déposivores [D], herbivores [H], carnivores [C] et omnivores [O]) faisant actuellement l'objet d'un suivi aux fins de données sur les espèces (poissons, oiseaux, endofaune benthique) dans chaque type d'habitat (Greenlaw et al. 2014). Les catégories trophiques sont celles décrites dans Singh et Buzeta 2005. Un tiret (-) signifie « aucune donnée ».

Zone de la ZPM	Type d'habitat	Poissons	Oiseaux	Endofaune benthique
1	Retenue d'eau – marais salé	-	H, C, O	-
1 ZIA	Retenue d'eau – mare de marais salé	-	H, C, O	-
1 ZIA	Marais salé	-	H, C, O	-
1 ZIA	Marelle et mare de marais salé	-	H, C, O	-
2 ZIA	Batture intertidale	-	-	S, D
2 ZIA	Zone intertidale – gravier et sable	C	-	-
2,3 ZIA	Zone intertidale rocheuse	-	-	-
2	Zone infratidale – substrat mou	C	-	S, D
2, 3	Zone infratidale – substrat mixte	C (Zone 2)	-	-
3	Littoral exposé	-	-	-