

Évaluation du
**LITTORAL CANADIEN
DU LAC ONTARIO**



2019 RAPPORT
DE RÉSULTATS

N^o de cat. : En164-71/3-2019F-PDF
ISBN : 978-0-660-36632-6
EC21052

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu de cette publication, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de l'administrateur du droit d'auteur d'Environnement et Changement climatique Canada. Si vous souhaitez obtenir du gouvernement du Canada les droits de reproduction du contenu à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne en communiquant avec :

Environnement et Changement climatique Canada
Centre de renseignements à la population
12^e étage, édifice Fontaine
200, boulevard Sacré-Coeur
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Téléphone : 819-938-3860
Ligne sans frais : 1-800-668-6767 (au Canada seulement)
Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca

Photo: © Getty Images

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre de l'Environnement et du Changement climatique, 2022

Also available in English

Table des matières

Introduction.....	4
Délimitation Des Unités Régionales.....	5
Évaluation du littoral canadien du lac Ontario 2019.....	13
Processus côtiers.....	16
Contaminants dans l'eau et les sédiments.....	21
Algues nuisibles et nocives.....	27
Usage humain.....	31
Lacunes dans les données et limites de la recherche scientifique sur les eaux littorales.....	37
Prochaines étapes.....	40
Annexe A.....	41

Ce document appuie les engagements du Canada dans l'annexe sur la gestion panlacustre de l'Accord sur la qualité de l'eau des Grands Lacs de 2012 pour fournir une évaluation globale des eaux côtières.

Pour obtenir des renseignements sur les secteurs préoccupants des Grands Lacs ou sur l'état des Grands Lacs, consultez <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/great-lakes-protection.html>

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) tient à remercier les personnes et les organismes qui ont fourni des données et des avis et révisé ces travaux. L'évaluation des eaux littorales de la partie canadienne du lac Érié n'aurait pas été possible sans la contribution du ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario, du ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, de Lee Grapentine, Ph.D. (ECCC), de Swim Drink Fish Canada, de la National Oceanic and Atmospheric Administration, du Michigan Tech Research Institute, de Peter Zuzek et Kevin Grootendorst (Zuzek Inc.) et du personnel des programmes d'ECCC.

Introduction

Les eaux des Grands Lacs, avec leurs 16 000 kilomètres de rives, de rivières interlacustres et de bassins versants, constituent le plus grand écosystème d'eau douce du monde et possèdent et présentent une grande importance sociale, économique et environnementale pour la région, le pays et la planète. Bien que les efforts déployés au cours des 50 dernières années pour restaurer et protéger les Grands Lacs aient porté fruit, la qualité de l'eau et la santé des écosystèmes dans de nombreuses zones littorales continuent d'être dégradée. À de nombreux endroits dans les zones riveraines des Grands Lacs, les conditions se sont détériorées en raison de divers agents de stress attribuables aux humains, au climat et aux espèces envahissantes. Les activités humaines dans le paysage ont une influence plus directe sur la qualité des eaux littorales que sur la qualité des eaux extracôtières.¹ La qualité des eaux littorales pourrait servir d'indicateur de la condition à long terme de la qualité des eaux extracôtières et de la condition panlacustre.² La gestion des eaux littorales représente son lot de défis du fait que les zones littorales sont des environnements complexes et hautement variables, dans lesquels les apports des affluents et les processus dans les eaux libres varient dans l'espace et aux échelles temporelles quotidiennes, saisonnières et annuelles. Les zones littorales des Grands Lacs sont en outre particulièrement vulnérables aux effets des changements climatiques, qui pourraient entraîner une perte de biodiversité des espèces aquatiques et des changements fondamentaux dans les caractéristiques, la répartition, la structure et le fonctionnement de l'écosystème. Le stress exercé par l'activité humaine sur les écosystèmes limite encore davantage leur capacité d'adaptation et de rétablissement.

Bien qu'il y ait eu d'importants investissements dans des travaux localisés de surveillance, d'évaluation et de remise en état, aucune évaluation approfondie de l'état global des eaux littorales n'a été effectuée, ce qui fait qu'il n'existe pas de mécanisme robuste permettant de mesurer le stress cumulatif sur les écosystèmes côtiers ni de méthode pour répertorier et prioriser les zones qui nécessitent une remise en état ou une protection. Il est urgent de prendre des mesures pour éliminer le stress et les menaces dans les zones littorales, car ils sont la source d'eau potable pour la plupart des communautés du bassin, sont les zones des lacs où se déroulent la plupart des loisirs humains (p. ex. natation, navigation de plaisance, pêche, observation de la faune) et constituent le lien écologique critique entre les bassins versants et les eaux libres du Grands Lacs.

Cadre de gestion des eaux littorales

Conformément à la mise à jour de l'Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (GLWQA) de 2012, le Canada met en œuvre un « Cadre de gestion des eaux littorales » qui prévoit une évaluation globale de l'état des eaux littorales des Grands Lacs. Le cadre est une approche systématique, intégrée et collective permettant d'évaluer la santé des zones littorales des Grands Lacs et de déterminer et de communiquer les effets cumulatifs et les facteurs de stress en cause. Il vise à orienter et à promouvoir les interventions à tous les niveaux afin de restaurer et de protéger la santé écologique des zones littorales des Grands Lacs.

¹ Yurista, P.M., Kelly, J.R., Cotter, A.M., Miller, S.E. et Van Alstine, J.D. 2015. Lake Michigan: Nearshore variability and a nearshore-offshore distinction in water quality. *Journal of Great Lakes Research*. 41:111-122.

² Yurista, P.M., Kelly, J.R. et Scharold, J.V. 2016 Great Lakes nearshore-offshore: distinct water quality regions. *Journal of Great Lakes Research*. 42: 375-385.

L'objectif du cadre de gestion des eaux littorales est de s'attaquer aux problèmes actuels et émergents touchant les eaux littorales des Grands Lacs, là où des activités de restauration, de protection et de prévention sont essentielles pour améliorer et maintenir la santé écologique des zones côtières et en maintenir les bénéfices pour la société, la culture, les loisirs et l'économie. Grâce à l'évaluation des zones littorales et à la communication des résultats, il sera possible de déterminer les facteurs et les effets cumulatifs qui sont une source de stress ou constituent une menace pour les zones qui présentent une grande valeur écologique. Une coordination et une collaboration continues et renforcées sont essentielles pour gérer et protéger nos eaux littorales et pour prévenir et réduire au minimum les répercussions des facteurs de stress chimiques, physiques ou biologiques sur la qualité des eaux et des écosystèmes dans le bassin hydrographique des Grands Lacs. Le cadre de gestion appuiera la prise de mesures dans les zones littorales soumises à des facteurs de stress et permettra de mieux protéger les zones littorales de grande qualité en communiquant les résultats, en établissant les priorités et en mobilisant les organismes et les entités responsables de l'élaboration et de la mise en œuvre de stratégies de prévention, de restauration et de protection.

Ce rapport présente une synthèse des résultats de l'évaluation des berges du lac Ontario, de la rivière Niagara et du fleuve Saint-Laurent en 2019; pour une méthodologie détaillée de l'évaluation globale des eaux côtières, y compris des descriptions des catégories d'évaluation et des mesures et des sources de données, se référer à la méthodologie détaillée (*Évaluation du littoral canadien des Grands Lacs Méthodologie détaillée*).

Le Cadre de gestion des eaux littorales vise les eaux littorales et les baies le long des rives de la partie canadienne des Grands Lacs, les rivières interlacustres et le fleuve Saint-Laurent. L'AQEGL reconnaît l'interconnectivité des bassins hydrographiques des Grands Lacs, où des matières et de l'eau provenant de zones problématiques s'écoulent dans les lacs et les voies interlacustres. Le cadre de gestion des eaux littorales tient compte de cette relation entre la zone d'influence et la zone d'impact. On définit généralement le littoral comme la zone des Grands Lacs et des cours d'eau interlacustres qui se trouve à proximité de la côte, là où les eaux subissent directement l'influence des bassins versants, tout en reconnaissant que cette zone subit aussi des influences extracôtières.

Délimitation Des Unités Régionales

La première phase de l'évaluation des eaux littorales consistait à découper le littoral en unités régionales en se fondant sur les types d'écosystèmes. Des variables qui évoluent lentement, comme la profondeur, le substrat, les limites des embouchures des rivières, la densité de l'énergie des vagues et les conditions de hautes eaux, ont été utilisées pour définir les limites extracôtières et terrestres des unités pertinentes sur le plan écologique.

Limite extracôtière

Le lac Ontario est le plus petit des Grands Lacs et présente une profondeur moyenne d'environ 86 m. À partir de ce profil, une profondeur de 30 m a été retenue comme limite extracôtière. Le jeu de données raster sur la bathymétrie panlacustre du *Great Lakes Aquatic Habitat Framework (GLAHF)*³ a été converti en courbes de niveau de 5 m, et la courbe de 30 m a été

³ Great Lakes Aquatic Habitat Framework (GLAHF) – Geomorphology – Lake Bottom: <https://www.glahf.org/data/>

utilisée pour créer une limite extracôtière ininterrompue (Figure 1).

Limite terrestre

Étant donné que l'évaluation porte essentiellement sur les zones côtières du lac Ontario et de son réseau de cours d'eau interlacustres, la limite terrestre a été définie à partir de la laisse des hautes eaux. Après examen des niveaux de l'eau moyens mensuels historiques fournis par le réseau coordonné de stations hydrographiques d'Environnement et Changement climatique Canada pour le lac Ontario⁴, on a déterminé que la moyenne mensuelle maximale de 1918 à 2013 était de 1,6 m au-dessus du zéro hydrographique.

Sur le lac Ontario, le zéro hydrographique est de 74,2 m, ce qui donne une moyenne mensuelle maximale 75,8 m (74,2 [zéro hydrographique] + 1,6 [moyenne mensuelle maximale]). Le lac Ontario est celui qui présente le niveau de référence le plus bas. Bien que la surface du lac puisse dépasser ce niveau sous l'effet des vagues et des ondes de tempête, on s'intéresse ici à la surface statique du lac en l'absence de tempête. Pour extraire la courbe de niveau de 75,8 m, deux sources de données bathymétriques ont été consultées. Des données LiDAR (*Light Detection and Ranging*) ont été recueillies par le Service hydrographique du Canada en partenariat avec Environnement et Changement climatique Canada en 2017 pour la plus grande partie du littoral du lac Ontario. Ces données ont été utilisées pour créer des surfaces d'altitude bathymétriques, et la courbe de niveau de 75,8 m a été extraite de la surface d'altitude, lorsque les données appropriées étaient disponibles.

Pour combler les lacunes dans les données LiDAR pour certaines zones littorales, on a fait l'acquisition du modèle altimétrique numérique (MAN)⁵ 2015 du Projet d'orthophotographie du Sud-Ouest de l'Ontario (POSOO) du ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (MRNFO). Le MAN provincial est établi par rapport au Système canadien de référence altimétrique de 1928 (CGVD28) et les données LiDAR sont basées sur le Système de référence international des Grands Lacs de 1985 (SRIGL 1985). Ces deux canevas altimétriques utilisant des systèmes de référence différents, il a fallu procéder à une conversion pour s'assurer que les altitudes extraites étaient cohérentes. Des altitudes ont été extraites pour une série de points arbitraires à l'intérieur du MAN (zones où il y avait des lacunes dans les données) et l'écart moyen entre CGVD28 et SRIGL 1985 a été calculé. L'écart moyen était d'environ 0,07 m (SRIGL 1985 plus faible que CGVD28). On a donc extrait du MAN une courbe de niveau de 75,9 m (75,8 m + 0,07 m [écart] = 75,87 m; valeur arrondie à 75,9). Cette courbe de niveau a été utilisée pour définir la limite extracôtière de toutes les unités régionales dans le lac Ontario.

Pour le fleuve Saint-Laurent, la délimitation nécessitait des données supplémentaires, car le fleuve baisse entre le lac et l'océan Atlantique. Il baisse d'environ 1,7 m au lac Saint-Laurent, puis d'environ 26 m aux écluses Eisenhower et Snell avant de s'écouler dans le lac Saint-François, dont le niveau de référence est d'environ 46 m. Pour représenter ces « paliers » le plus précisément possible, les niveaux d'eau ont été obtenus auprès de six stations hydrométriques d'Observations des marées de Pêches et Océans Canada⁶ le long du fleuve Saint-Laurent (Brockville, Upper Iroquois, Lower Iroquois, Morrisburg, Cornwall et Summerstown). Pour chaque station, on a établi le niveau maximal de l'eau afin de déterminer

⁴ Environnement et Changement climatique Canada. *Historical Monthly and Yearly Mean Water Level 1918-2013* https://www.tides.gc.ca/C&A/network_means-fra.html

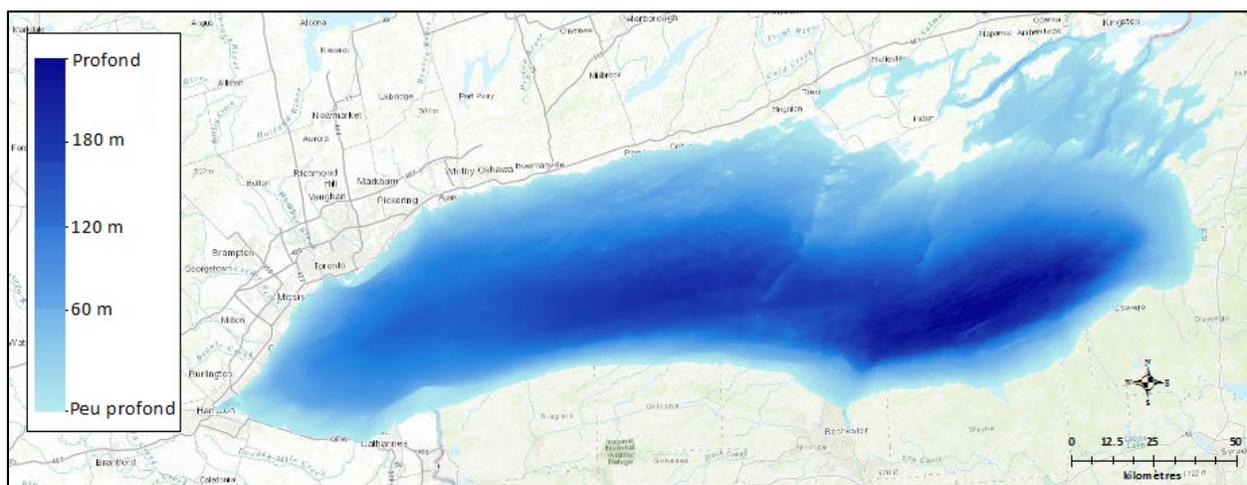
⁵ Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario. *Modèle altimétrique numérique de l'Ontario (données dérivées de l'imagerie)*. <https://geohub-fr.lio.gov.on.ca/datasets/mnrf:mod%C3%A8le-altim%C3%A9trique-num%C3%A9rique-de-lontario-donn%C3%A9es-d%C3%A9riv%C3%A9es-de-limagerie>

⁶ Pêches et Océans Canada. *Marées, courants et niveaux d'eau; Observations des marées (diverses stations)* <https://www.waterlevels.gc.ca/fra/station/month?sid=14400&tz=EST&pres=2&type=1>

la limite d'altitude terrestre à l'emplacement de la station. Par exemple, à Brockville, le zéro hydrographique est de 73,950 m au-dessus du SRIGL 1985, et le niveau maximal de l'eau était de 75,573 m; en soustrayant le niveau maximal du niveau de référence des basses eaux (zéro hydrographique), on obtient une différence de 1,6 m ($75,573 \text{ m} - 73,95 \text{ m} = 1,62 \text{ m}$). On ajoute ensuite ce résultat au niveau de référence des basses eaux pour obtenir la limite d'altitude terrestre (dans ce cas, $1,62 + 73,95 = 75,57 \text{ m}$). La limite d'altitude terrestre pour les unités régionales le long du fleuve Saint-Laurent varie de 75,6 m à Brockville à 47,1 m à Summerstown.

Pour extraire les courbes de niveau, on a obtenu du MRNFO les tuiles d'élévation du Projet d'acquisition d'images numériques pour l'Est (PAINE)⁷ 2014. La résolution de ces rasters est de 2 m, ce qui est trop détaillé pour les besoins de la délimitation des unités régionales; les rasters ont été rééchantillonnés à une taille de cellule de 10 m à l'aide de l'outil Agréger dans ArcMap. Les courbes de niveau ont ensuite été extraites de ces grilles de 10 m, à partir de la limite calculée d'altitude terrestre.

Figure 1. Bathymétrie du lac Ontario (tiré du *Great Lakes Aquatic Habitat Framework*); une profondeur de 30 m a été utilisée pour définir les limites extracôtières des unités régionales



Dans les zones qui abritent des milieux humides côtiers, on a effectué un examen visuel de l'imagerie POSOO et Google Earth afin de déterminer si le milieu humide était hydrologiquement relié au lac Ontario ou au fleuve Saint-Laurent. Le polygone de milieux humides côtiers utilisé pour cette évaluation était l'ensemble de données sur la classification des terres du Great Lakes Shoreline Ecosystem Inventory⁸ du MRNFO, un inventaire des écosystèmes littoraux (2 km à l'intérieur des terres) du lac Ontario qui inclut des procédés de délimitation normalisés à l'échelle de l'écosite (1:10 000). S'il est déterminé qu'un milieu humide est hydrologiquement relié, c'est la limite de la zone humide qui devient la limite terrestre de l'unité régionale plutôt que la laisse des hautes eaux. Un jugement professionnel a été exercé pour créer une limite terrestre représentative et continue.

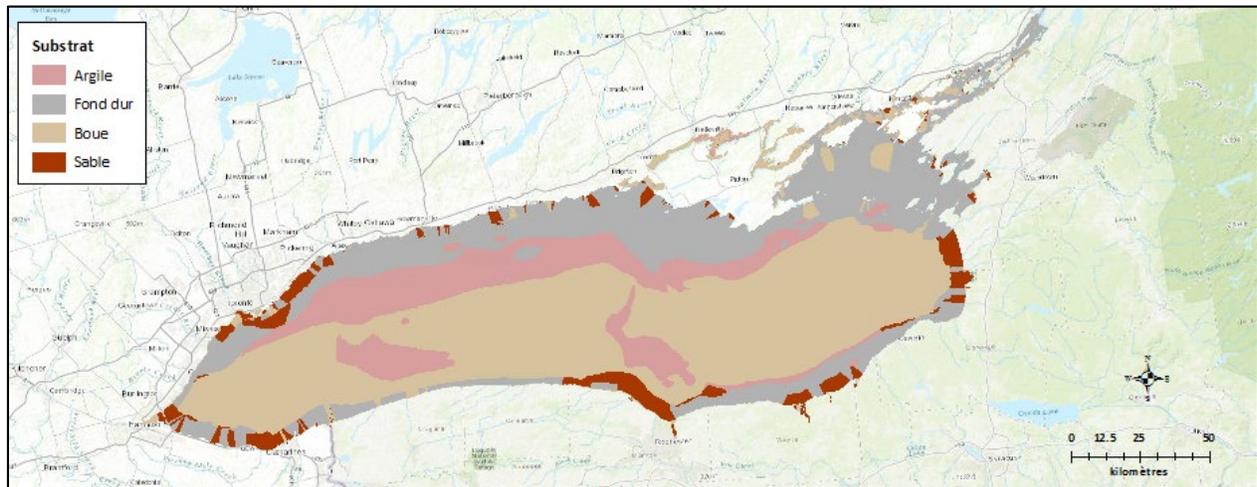
⁷ Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario. *Projet d'acquisition d'images numériques pour l'Est (PAINE)* <https://hub.arcgis.com/datasets/3f744636a8134155b0eeb037e4ee4367>

⁸ Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario. *Great Lakes Shoreline Ecosystem Inventory V 1.0 – Lake Erie*. <https://geohub.lio.gov.on.ca/datasets/great-lakes-shoreline-ecosystem-inventory-v-1-0-lake-erie> (en anglais seulement)

Limites latérales

On a défini les limites en évaluant les données sur le substrat, la morphologie du littoral et l'énergie des vagues. Les zones littorales du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent ne sont pas homogènes; des variations dans le substrat et l'énergie des vagues donnent lieu à des caractéristiques spatialement explicites qui ont été utilisées pour délimiter les unités régionales. L'orientation et la morphologie du littoral peuvent avoir une incidence sur la présence de caractéristiques côtières.

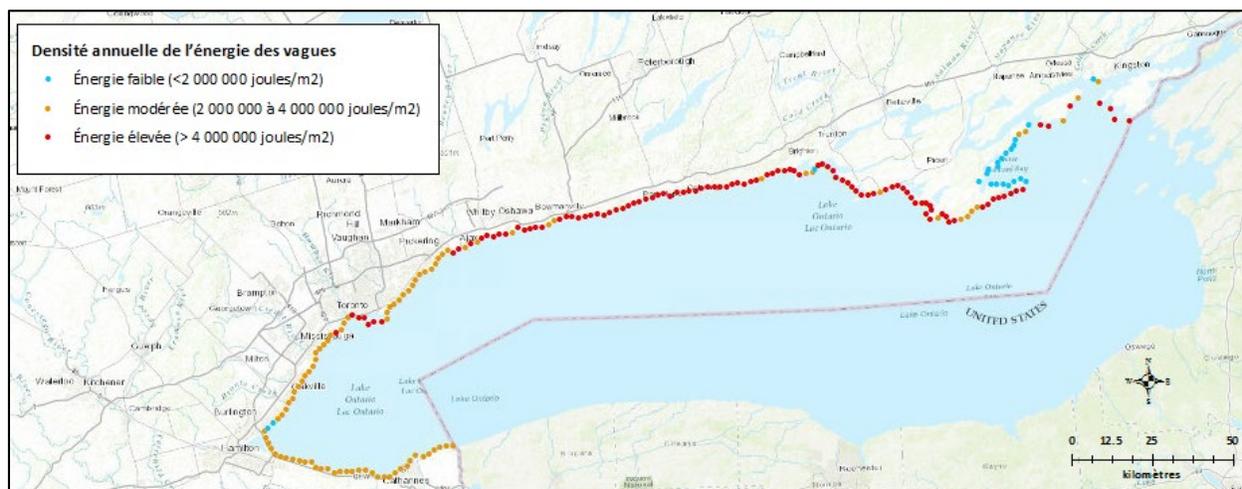
Figure 2. Types de substrats dans le lac Ontario (tiré du *Great Lakes Aquatic Habitat Framework*)



L'énergie des vagues a aussi une influence importante sur le littoral; à l'échelle panlacustre, des gradients dans l'énergie des vagues influencent l'ampleur et la direction du transport des sédiments le long de la rive et les régimes d'érosion et de dépôt qui façonnent le littoral. Par ailleurs, l'exposition à l'énergie des vagues joue un rôle déterminant dans la présence ou l'absence de végétation aquatique submergée/émergente, car l'exposition à une forte énergie des vagues peut se traduire par l'absence de végétation aquatique. L'énergie des vagues peut aussi avoir une incidence sur les caractéristiques des sédiments le long de la côte, les milieux abrités comportant ordinairement des sédiments fins, et les zones côtières ouvertes, un substrat fait de sable ou de matériaux plus grossiers.

En raison de son influence sur les processus côtiers, on a inclus l'énergie des vagues comme variable physique pour définir les limites le long de la côte. La densité annuelle moyenne de l'énergie des vagues a été calculée à la courbe de niveau de 5 m de profondeur sur le pourtour du lac Ontario, par incréments de 1 km (figure 3). Le régime initial des vagues a été généré au moyen d'une simulation rétrospective des vents et des vagues historiques sur le lac Ontario, puis transformé à la profondeur de 5 mètres en tenant compte des contours du fond du lac et de la théorie linéaire de propagation des ondes. Les résultats obtenus ont révélé d'autres régimes associés à d'autres variables physiques. Une partie importante de la rive nord est considérée comme un littoral à haute énergie, ce qui correspond à des types de substrats plus durs. L'orientation du littoral par rapport à la direction du vent dans le comté de Prince Edward protège en quelque sorte la baie de Prince Edward et atténue l'énergie des vagues. La plus forte proportion de milieux humides côtiers du lac Ontario se trouve dans la baie de Quinte, qui est abritée du vent et de l'action des vagues du lac principal.

Figure 3. Résultats de l'analyse de la densité de l'énergie des vagues pour le lac Ontario



La superposition de ces variables à évolution lente a révélé plusieurs régimes distincts à partir desquels 17 unités régionales et cinq classes écologiques ont été établies (Tableau 1/ Figure 4).

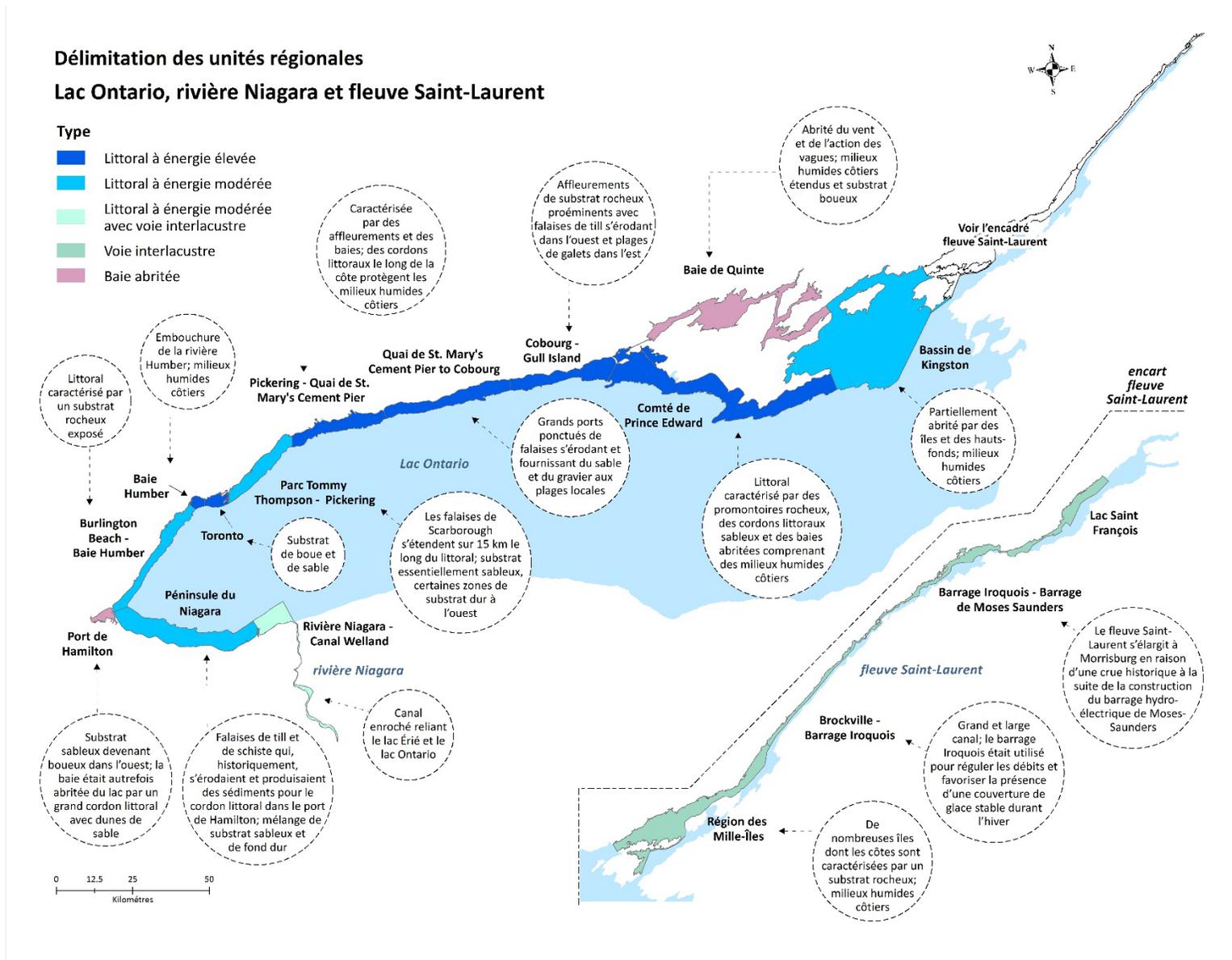
Tableau 1. Dix-sept unités régionales pertinentes sur le plan écologique ont été délimitées au cours de la première phase du Cadre de gestion des eaux littorales

Nom de l'unité régionale et type d'écosystème	Taille	Substrat (GLAHF)	Énergie des vagues (Zuzek Inc.)	Description
LITTORAL À ÉNERGIE MODÉRÉE AVEC VOIE INTERLACUSTRE				
RIVIÈRE NIAGARA – CANAL WELAND (LO01)	9 400 ha	Substrat rocheux	énergie modérée	Canal enroché qui relie le lac Érié au lac Ontario; comprend les cours supérieur et inférieur de la rivière (voie interlacustre) et le littoral à l'ouest de l'embouchure du canal Welland (énergie modérée le long du littoral). La rivière Niagara fait environ 58 km de long.
VOIE INTERLACUSTRE				
RÉGION DES MILLE-ÎLES (LO14)	28 500 ha	substrat boueux / dur	n / A	De nombreuses îles avec des côtes caractérisées par un substrat rocheux; milieux humides côtiers étendus
BROCKVILLE – BARRAGE IROQUOIS (LO15)	5 000 ha	substrat dur	n / A	De nombreuses îles avec des côtes caractérisées par un substrat rocheux; milieux humides côtiers étendus
BARRAGE IROQUOIS – BARRAGE DE MOSES-SAUNDERS (LO16)	7 600 ha	Pas de données	n / A	Le fleuve Saint-Laurent s'élargit à Morrisburg en raison d'une crue historique survenue à la suite de la construction du barrage hydro-électrique de Moses- Saunders, certains tronçons atteignant 5 km de largeur
LAC SAINT-FRANÇOIS (LO17)	27 400 ha	Pas de données	n / A	Eau peu profonde (2 m) et chaude; voie de navigation plus profonde

BAIE ABRITÉE				
PORT DE HAMILTON (LO03)	2 100 ha	sable / boue		Caractérisé par un substrat sableux devenant boueux dans l'ouest. La baie était autrefois abritée du lac par un grand cordon littoral comprenant des dunes de sable; aujourd'hui, elle compte une autoroute et une voie de navigation.
BAIE DE QUINTE (LO12)	32 100 ha	boue et argile	n / A	Abritée des vents et de l'action des vagues du lac Ontario; milieux humides côtiers étendus. Substrat boueux entrecoupé d'argile
LITTORAL À ÉNERGIE MODÉRÉE				
PÉNINSULE DU NIAGARA (LO02)	26 800 ha	sable / dur	énergie modérée	Caractérisée par des falaises de till et de schiste qui, historiquement, s'érodaient et produisaient des sédiments pour le cordon littoral dans le port de Hamilton. Mélange de sable et de substrat dur
BURLINGTON BEACH – BAIE HUMBER (LO04)	12 600 ha		énergie modérée	Historiquement, le littoral comportait des plages de galets étendues et des hauts-fonds, mais aujourd'hui caractérisé par un substrat rocheux exposé
PARC TOMMY THOMPSON – PICKERING (LO07)	11 100 ha	sable	énergie modérée	Les falaises de Scarborough s'étendent sur 15 km le long du littoral et constituent une caractéristique géologique significative découlant des processus naturels d'érosion par le vent et l'eau; substrat surtout sableux parsemé de substrat dur aux limites ouest et est de l'unité régionale
BASSIN DE KINGSTON (LO13)	106 900 ha	dur / sable	énergie modérée	Partiellement abrité du bassin principal du lac Ontario par des îles et des hauts-fonds; milieux humides côtiers étendus; transition entre le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent
LITTORAL À ÉNERGIE ÉLEVÉE				
HUMBER BAY (LO05)	1 500 ha	boue / sable	énergie élevée	La plus petite unité régionale; côte à haute énergie avec une baie qui soutient les zones humides côtières
TORONTO (LO06)	2 700 ha	boue / sable	énergie élevée	Substrat caractérisé par la boue et le sable; le littoral naturel a été considérablement modifié avec la construction de la flèche de la rue Leslie, qui agit comme une barrière limitant l'approvisionnement en sédiments naturels des îles de Toronto. Bien que la caractéristique prédominante soit la haute énergie, cette unité régionale comprend la zone abritée du port de Toronto.
PICKERING – QUAI DE ST. MARY'S CEMENT (LO08)	12 400 ha	substrat dur	énergie élevée	Caractérisé par une série d'affleurements de promontoires et de baies comportant des vallées fluviales noyées; les plages barrières le long de la côte protègent les zones humides côtières; substrat dur
QUAI DE ST. MARY'S CEMENT PIER TO COBourg (LO09)	16 100 ha	substrat dur	énergie élevée	La côte comporte de grands ports entrecoupés de falaises érodées qui fournissent du sable et du gravier pour les plages locales; le rivage a été remblayé et la jetée est un obstacle au déplacement des sédiments vers l'est à St. Mary's Cement

COBOURG - GULL ISLAND (LO10)	15 000 ha	substrat dur	énergie élevée	Expositions importantes du substratum rocheux avec des falaises de till glaciaire en érosion à l'ouest et des plages de galets à l'est; avant l'aménagement du littoral à l'ouest, la plage de sable du parc provincial Presqu'île était une zone de dépôt pour une cellule littorale s'étendant vers l'ouest jusqu'à Pickering
COMTÉ DE PRINCE EDWARD (LO11)	50 400 ha	substrat dur	énergie élevée	Rive caractérisée par des promontoires rocheux, des plages de sable fin et des baies abritées avec de grandes zones humides côtières

Figure 4. Dix-sept unités régionales ont été délimitées dans la première phase du cadre côtier



Évaluation du littoral canadien du lac Ontario 2019

En 2019, Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) a entrepris une évaluation globale de l'état des eaux littorales du lac Ontario, de la rivière Niagara et du fleuve Saint-Laurent. Le présent rapport résume les résultats obtenus au chapitre du stress cumulatif dans 17 unités régionales.

L'évaluation repose sur 11 mesures élaborées en regard des objectifs généraux de l'AQEGL et des exigences spécifiques du Cadre de gestion des eaux littorales et regroupées en quatre

On a utilisé une **approche fondée sur la pondération des éléments probants** pour élaborer des processus décisionnels structurés aux fins de l'évaluation globale. La pondération des éléments probants est un processus qui permet l'intégration systématique et transparente de plusieurs ensembles de données où une « pondération » (+ ou ++) est attribuée à chaque mesure utilisée en fonction d'une classification nominale de trois facteurs : pertinence, solidité et fiabilité. Les catégories et les mesures utilisées sont les suivantes :

- Processus côtiers : Durcissement des rives (+), Barrières littorales (+), Connectivité des affluents (+)
- Contaminants dans l'eau et les sédiments : Qualité de l'eau (+), Qualité des sédiments (++), Communauté benthique (++)
- Algues nuisibles et nocives: *Cladophora* (+), Cyanobactéries (++)
- Usage humain : Mises en garde sur les plages (+), Consommation de poisson (+), Eau potable traitée (+)

Pour plus de détails sur la méthode d'évaluation, voir le document *Évaluation du littoral canadien des Grands Lacs Méthodologie détaillée*.

catégories d'éléments probants. On attribue à chacune des mesures contenues dans une catégorie un niveau de stress « faible », « modéré » ou « élevé » sur les zones littorales de chaque unité régionale, qui est ensuite ramené à un niveau global de stress pour chaque catégorie à l'aide d'une approche fondée sur la pondération des éléments probants. On combine ensuite les notes attribuées aux quatre catégories pour obtenir un niveau global de stress cumulatif pour chaque unité régionale.

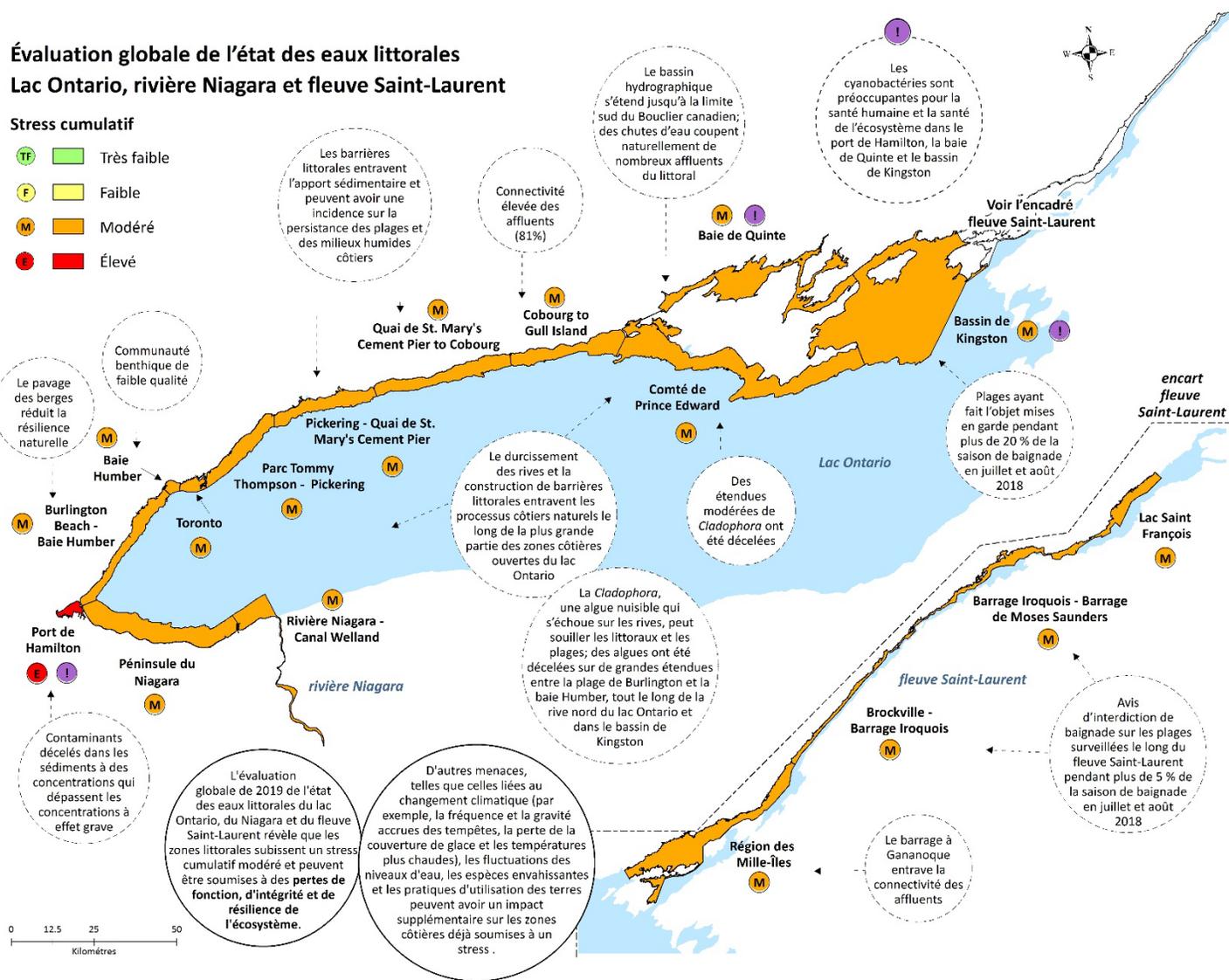
Les principales conclusions de l'évaluation sont présentées ci-dessous et Figure 5. On a découpé la portion canadienne du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent en 17 unités régionales et établi cinq classifications fondées sur des paramètres à évolution lente (p. ex., bathymétrie, substrat, densité de l'énergie des vagues et caractéristiques physiques). Dans l'ensemble, les zones littorales sont soumises à un stress modéré. La partie ouest du lac Ontario – de la péninsule du Niagara à Pickering – est considérablement plus aménagée que la partie est et que le fleuve Saint-Laurent. Bon nombre des unités régionales subissent un stress élevé parce que les processus côtiers sont perturbés par le durcissement étendu des rives et de

nombreuses barrières littorales qui freinent l'érosion et le transport littoral des sédiments. La *Cladophora*, une algue nuisible, s'échoue sur le rivage et salit les plages et les rives dans l'unité régionale Burlington Beach – Baie Humber ainsi que sur une grande partie de la rive nord, entre Pickering et Bassin de Kingston. Des cyanobactéries nocives ont en outre été décelées dans les unités régionales Port de Hamilton, Baie de Quinte et Bassin de Kingston au cours d'au moins une période de dix jours entre 2016 et 2018, ce qui soulève des inquiétudes pour la santé humaine et la santé de l'écosystème et crée un stress élevé sur les eaux littorales.

Cinq unités régionales comptent un secteur préoccupant (SP) des Grands Lacs à l'intérieur de certaines ou de la totalité de leurs limites. Les secteurs préoccupants ont été désignés au milieu des années 1980 comme les sites les plus dégradés, où les utilisations bénéfiques sont compromises. Des plans d'assainissement ont permis de traiter efficacement de nombreux problèmes au cours des 30 années subséquentes, mais certains enjeux écologiques subsistent

dans les SP du lac Ontario (Port de Hamilton, Toronto et ses environs, Port Hope et Baie de Quinte) ainsi que dans les SP de la rivière Niagara et du fleuve Saint-Laurent.

Figure 5. Résultats de l'évaluation globale des eaux littorales du lac Ontario, de la rivière Niagara et du fleuve Saint-Laurent



Processus côtiers

La carte des résultats des catégories se trouve à la figure 6, les descriptions des mesures individuelles ci-dessous.

Durcissement des rives

STRESS FAIBLE	< 25 % de la longueur totale des rives de l'unité régionale sont durcies
STRESS MODÉRÉ	25-50 % de la longueur totale des rives de l'unité régionale sont durcies
STRESS ÉLEVÉ	>50 % de la longueur totale des rives de l'unité régionale sont durcies

Seuils basés sur le meilleur jugement professionnel.

La plupart, sinon la totalité, des unités régionales dans le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent abritent un secteur peuplé sur leurs côtes, ce qui a donné lieu à un aménagement du littoral et une infrastructure majeurs. Globalement, un peu plus de 40 % de la longueur totale des rives ont été artificialisées – et dans les unités régionales Péninsule du Niagara à Toronto, jusqu'à 70 % des rives étaient altérées. Dans ces secteurs, la plus grande partie du littoral, du bord de l'eau ou de l'arrière-plage sont modifiés par des ouvrages construits ou des matériaux artificiels, et les processus côtiers naturels sont vraisemblablement altérés. Dans la région des Mille-Îles, le durcissement des rives atteint presque 40 %, principalement en raison d'aménagements récréatifs et saisonniers et de la présence d'une petite infrastructure de marina le long du fleuve Saint-Laurent. Dans les unités régionales Brockville – Barrage Iroquois et Lac François, plus de 50 % des rives sont durcies, surtout en raison de travaux de pavage à petite échelle qui, cumulativement, engendrent un stress dans les zones littorales.

Le durcissement des rives est moins important entre Pickering et Baie de Quinte, mais se situe néanmoins entre 20 et 25 %. Dans ce secteur, les plus longs tronçons de rives naturelles se trouvent dans le parc Tommy Thompson (unité régionale Toronto) et de l'est de Bond Head à Port Britain (unité régionale Quai de St. Mary's Cement – Cobourg) et font tous deux environ 17 km de longueur. L'artificialisation des rives et l'enlèvement de la végétation dans l'unité régionale Parc Tommy Thompson – Pickering ont compromis la stabilité des falaises de Scarborough.

Dans l'ensemble du lac, la plus longue portion de rives naturelles est un tronçon de 49 km du côté sud du comté de Prince Edward et sur le pourtour de la Pointe-Prince-Edward jusqu'à l'est de la baie de Prince Edward, dans l'unité régionale Bassin de Kingston. Les baies abritées situées dans la baie de Quinte comptent également de longs tronçons de rives naturelles, notamment sur le pourtour de la baie Hay et du marais du ruisseau Sawguin.

Dans l'ensemble, le durcissement des rives est une source de stress élevé du côté ouest du lac et de stress modéré le long du fleuve Saint-Laurent. Le littoral offre un ensemble unique de conditions et de processus qui, conjointement, répondent aux besoins des espèces aquatiques et de la communauté biologique à différentes étapes de leur cycle de vie. Lorsqu'une rive est durcie, elle peut modifier la dynamique des sédiments, accélérer l'érosion ou appauvrir les zones côtières qui nécessitent un apport sédimentaire. Ces processus côtiers jouent également un rôle déterminant dans la distribution et la santé des populations de poissons en influant sur leur habitat, notamment les couloirs migratoires, les frayères, les zones d'alevinage et les aires

d'alimentation. Le durcissement des rives peut réduire la résilience côtière; en l'absence de végétation naturelle ou de certaines caractéristiques, comme des milieux humides côtiers, le littoral pourrait ne plus pouvoir s'adapter à la hausse et à la baisse des niveaux d'eau, ce qui risque d'entraîner des réductions physiques de l'habitat aquatique disponible.

Barrières littorales

STRESS FAIBLE	0 barrière littorale
STRESS MODÉRÉ	1 barrière littorale
STRESS ÉLEVÉ	Plus de 1 barrière littorale

Seuils fondés sur un jugement professionnel (Zuzek Inc.).

Les barrières littorales sont définies dans l'Évaluation globale de l'état des eaux littorales comme des éléments perpendiculaires à la rive qui font plus de 100 m de longueur et qui perturbent le mouvement naturel des sédiments (dérive littorale). La dérive littorale est le mouvement naturel du sable et du gravier dans les zones littorales, et dans les zones où elle constitue un processus physique important, la présence de barrières littorales peut entraver les processus côtiers naturels liés à la dynamique des sédiments. Dans un écosystème côtier résilient, il ne devrait pas y avoir de barrières littorales et les processus liés à l'apport et au dépôt des sédiments ne devraient pas être entravés. Dans un écosystème côtier résilient, les sédiments alimentent la « cellule » littorale à partir de sources source comme l'érosion des falaises et les dunes côtières, puis sont transportés le long du littoral sous l'action des vagues, où ils se déposent ou se dispersent au large. Dans le lac Ontario, les processus côtiers liés à la dérive des sédiments et à l'érosion naturelle ont entraîné la formation de caractéristiques importantes, comme les falaises de Scarborough et des milieux humides côtiers protégés par une barrière.

On compte sept unités régionales où la dérive littorale est un processus physique important, et dans chacune de ces zones, les barrières littorales sont une source de stress élevé. De la rivière Niagara au canal Welland, la dérive littorale n'est un processus important que dans la portion lacustre de l'unité régionale, et il n'y a pas de barrière littorale.

L'unité régionale Burlington Beach – Baie Humber compte 12 barrières littorales, soit plus que toute autre unité régionale. Les unités régionales Péninsule du Niagara et Parc Tommy Thompson – Pickering comportent six barrières littorales et Toronto, Pickering – Quai de St. Mary's Cement, Quai de St. Mary's Cement – Cobourg et Cobourg – Gull Island comptent toutes entre deux et quatre barrières. Ces barrières littorales qui perturbent l'apport de sédiments sont une source de stress important sur toute la rive nord du lac Ontario. Les processus liés à la dynamique des sédiments ont été modifiés dans l'unité régionale Toronto par la construction de la flèche de la rue Leslie (Parc Tommy Thompson) qui agit comme une entrave à l'apport sédimentaire naturel aux îles de Toronto. On a donc mis en place un ouvrage imposant de protection des berges afin de protéger les îles de l'érosion et des crues.

L'unité régionale Pickering – Quai de St. Mary's Cement est caractérisée par une série d'affleurements et de baies qui sont touchés par des barrières littorales qui modifient les processus côtiers naturels. Des cordons littoraux le long de la côte protègent les milieux humides côtiers, notamment dans la baie McLaughlin, mais un apport sédimentaire insuffisant peut, à long terme, avoir un effet sur la persistance de ces plages. Dans l'unité régionale Quai

de St. Mary's Cement – Cobourg, la côte compte plusieurs grands ports alternant avec des falaises qui s'érodent et qui fournissent du sable et du gravier aux plages locales, et le quai de St. Mary's Cement entrave le mouvement des sédiments vers l'est, dans l'unité régionale Cobourg – Gull Island. Avant l'aménagement du littoral et la mise en place de barrières littorales dans les ports situés à la limite ouest de l'unité régionale Cobourg – Gull Island, la grande plage de sable du parc provincial Presqu'île était une zone de dépôt pour une grande cellule littorale s'étendant jusqu'à Pickering.

La péninsule du Niagara est caractérisée par des falaises de till et de schiste qui, historiquement, s'érodaient et constituaient une source de sédiments pour le cordon littoral de Port de Hamilton. Cependant, la présence de six barrières littorales dans cette unité régionale entrave désormais ce flux naturel des sédiments.

Connectivité des affluents

STRESS FAIBLE	> 75 % de la longueur totale des affluents (sauf ceux qui sont situés en amont d'une chute d'eau) sont reliés à l'unité régionale
STRESS MODÉRÉ	25 à 75 % de la longueur totale des affluents (sauf ceux qui sont situés en amont d'une chute d'eau) sont reliés à l'unité régionale
STRESS ÉLEVÉ	<25 % de la longueur totale des affluents (sauf ceux qui sont situés en amont d'une chute d'eau) sont reliés à l'unité régionale

Seuils basés sur le rapport sur les sous-indicateurs de l'état des Grands Lacs pour la connectivité de l'habitat aquatique à partir des données du réseau hydroélectrique du ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario

La connectivité des affluents est une source de stress variable. Dans les unités régionales Rivière Niagara – Canal Welland, Baie Humber, Toronto et Mille-Îles, moins de 25 % des affluents sont reliés au littoral en raison de la présence d'une ou plusieurs barrière (barrages). Dans les unités régionales Baie Humber et Toronto en particulier, la connectivité des affluents est inférieure à 5 %, ce qui représente une source de stress élevé.

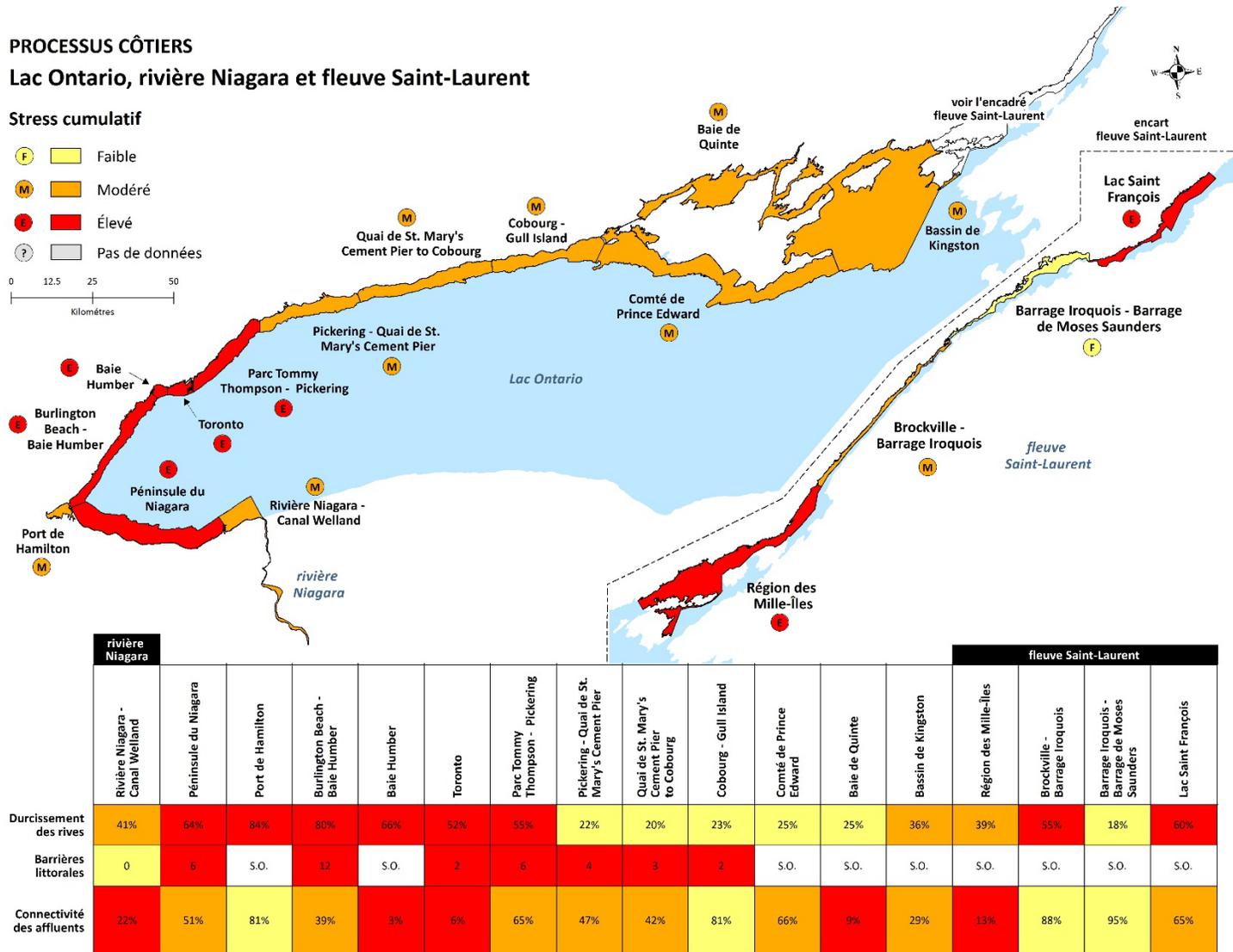
Dans les unités régionales Péninsule du Niagara, Port de Hamilton, Burlington Beach – Baie Humber et Baie de Quinte, des chutes d'eau agissent comme des entraves naturelles à la connectivité. Les affluents en amont d'une chute sont considérés comme naturellement coupés du littoral et ne sont pas inclus dans le calcul de la connectivité globale des affluents, car il est peu probable que la barrière (chute d'eau) soit enlevée. Dans l'unité régionale Port de Hamilton, de nombreuses chutes coupent naturellement du littoral quelque 320 km d'affluents, mais la connectivité globale demeure toutefois élevée (81 %). L'unité régionale Baie de Quinte a un très grand bassin hydrographique, qui se prolonge presque à la limite sud du Bouclier canadien. Cependant, des chutes d'eau agissent comme barrières naturelles pour plusieurs des cours d'eau, et à peine 9 % des affluents qui ne se trouvent pas en amont d'une chute sont reliés au littoral.

Entre les unités régionales Parc Tommy Thompson – Pickering et Quai de St. Mary's Cement – Cobourg, la connectivité des affluents est une source de stress modéré. Dans ces unités régionales, la connectivité des affluents était de 42 % et de 65 %.

L'unité régionale dans laquelle la connectivité des affluents est la plus élevée (95 %) est l'unité Barrage Iroquois – Barrage de Moses-Saunders, mais la longueur totale des affluents qui drainent l'unité régionale ne dépasse pas 250 km.

Les entraves à la connectivité des affluents peuvent avoir des effets nuisibles sur la santé des écosystèmes aquatiques en limitant l'accès des poissons aux habitats de frai et d'alevinage et en entravant les flux de nutriments et les processus riverains et côtiers. Bien que les traversées routières n'aient pas été prises en compte dans cette évaluation, plusieurs initiatives régionales ont été entreprises pour répertorier les ponceaux qui agissent comme barrières et en diminuer le nombre, et ces obstacles pourraient être examinés dans les évaluations futures.

Figure 6. Résultats de la catégorie Processus côtiers (S.O. signifie que la mesure ne s'applique pas dans l'unité régionale)



Contaminants dans l'eau et les sédiments

La carte des résultats des catégories se trouve à la figure 7, les descriptions des mesures individuelles ci-dessous.

Qualité de l'eau

STRESS FAIBLE	0 dépassement de contaminants
STRESS MODÉRÉ	1 ou 2 dépassements de contaminants
STRESS ÉLEVÉ	Plus de 2 dépassements de contaminants

Seuils fondés sur les lignes directrices provinciales et fédérales et le meilleur jugement professionnel en utilisant les données du ministère de l'Environnement, de la Conservation et des Parcs de l'Ontario.

Dans l'ensemble du lac Ontario, la qualité de l'eau est une source de stress faible à modéré. Les données du MECP sur la chimie de l'eau dans les Grands Lacs ont été évaluées pour tout dépassement des lignes directrices publiées, et aucun contaminant n'a été jugé supérieur à ces lignes directrices.

Il n'y avait pas de données du MEPNP sur la chimie de l'eau des Grands Lacs pour l'unité régionale Rivière Niagara – Canal Welland; on a toutefois décelé des BPC, des pesticides organochlorés, des HAP et du fer à Niagara-on-the-Lake dans le cadre du Programme de surveillance amont/aval de la rivière Niagara d'ECSC⁹. Ces résultats indiquent un stress élevé pour la qualité de l'eau.

Qualité des sédiments

STRESS FAIBLE	<ul style="list-style-type: none">• BPC < Concentration à effet nul• Pesticides organochlorés et HAP < Concentrations minimale avec effet• Métaux < Concentrations produisant un effet probable ou Concentrations à effet grave
STRESS MODÉRÉ	<ul style="list-style-type: none">• BPC > Concentration à effet nul OU• Pesticides organochlorés et HAP > Concentrations minimales avec effet, mais < Concentrations à effet grave OU• Métaux > Concentrations produisant un effet probable, mais < Concentrations à effet grave
STRESS ÉLEVÉ	<ul style="list-style-type: none">• Tout contaminant > Concentrations à effet grave

⁹ Hill, B. 2018. Programme de surveillance amont/aval de la rivière Niagara, rapport 2005-2006 à 2014-2015. Environnement et Changement climatique Canada. Pour le Comité de surveillance de la Niagara.

Seuils fondés sur les lignes directrices provinciales et fédérales et le meilleur jugement professionnel en utilisant les données du ministère de l'Environnement, de la Conservation et des Parcs de l'Ontario. Chimie des sédiments côtiers des Grands Lacs.

Dans l'ensemble du lac Ontario, la présence de contaminants dans les sédiments est une source de stress modéré (Tableau 2). Dans presque toutes les unités régionales, des concentrations de métaux supérieures aux concentrations minimales avec effet (CME) (ligne directrice provinciale) ont été décelées, mais ces niveaux sont généralement représentatifs des conditions ambiantes et ne soulèvent pas de préoccupations. C'est uniquement dans l'unité régionale Port de Hamilton qu'on a détecté des métaux à des concentrations supérieures à la concentration produisant un effet probable (CEP) (recommandation fédérale) ainsi que trois métaux à des concentrations supérieures à la concentration à effet grave (CEG) (ligne directrice provinciale), à savoir le fer, le manganèse et le zinc.

Des BPC ont été décelés dans les sédiments dans neuf unités régionales, dans des concentrations supérieures à la concentration à effet nul (CEN) (ligne directrice provinciale), ce qui indique un risque de bioaccumulation dans la chaîne alimentaire. On observe des dépassements pour les pesticides organochlorés et les HAP dans les unités régionales Port de Hamilton, Burlington Beach – Baie Humber, Baie Humber, Toronto et Baie de Quinte, où la qualité des sédiments est considérée comme une source de stress modéré à élevé.

L'unité régionale Port de Hamilton est jugée subir un stress élevé en raison de dépassements des lignes directrices dans les quatre catégories de contaminants (métaux, BPC, pesticides organochlorés et HAP). Il convient de souligner que l'unité Port de Hamilton est un secteur préoccupant (SP) des Grands Lacs comptant des zones localisées de sédiments contaminés qui sont en cours de d'assainissement dans le cadre de la planification de la gestion et d'un plan d'action.

Il est à noter que pour de nombreuses unités régionales, le niveau de stress a été déterminé à partir d'un seul site d'échantillonnage; la qualité des sédiments dans les zones littorales est très variable, et les lieux d'échantillonnage peuvent ne pas être représentatifs des conditions pour l'ensemble de l'unité régionale.

Tableau 2. Nombre de contaminants qui ont dépassé les lignes directrices fédérales ou provinciales dans chaque unité régionale, pour chaque catégorie de contaminant. En règle générale, CME < CEP < CEG, donc si le contaminant dépasse la PEL, est également supérieur à la CME, et s'il dépasse la CEG, il dépasse la CME et CEP.

Unité régionale	Métaux			BPC CEN	Pesticides organochlorés			Hydrocarbures aromatiques polycycliques		
	CME	CEP	CEG		CM E	CEP	CEG	CME	CEP	CEG
Rivière Niagara – Canal Welland	Pas de station d'échantillonnage									
Péninsule du Niagara	5	0		1						
Port de Hamilton	3	3	3	1		1		2	10	
Burlington Beach – Baie Humber	8			1		1		5	1	
Baie Humber	4			1	1			4		
Toronto	9			1	1			7		
Parc Tommy Thompson – Pickering				1						
Pickering – Quai de St. Mary's Cement	Pas de données récentes									
Quai de St. Mary's Cement – Cobourg	Pas de données récentes									

Cobourg – Gull Island	1			1						
Comté de Prince	Pas de données récentes									
Baie de Quinte	8			1	1			1		
Bassin de Kingston	10			1	2	1		3		
Région des Mille-Îles	1									
Brockville – Barrage Iroquois										
Barrage Iroquois – Barrage de Moses-Saunders	Pas de station d'échantillonnage									
Lac Saint-François										

Communauté benthique

STRESS FAIBLE	La communauté benthique est dans un état fonctionnel et présente une grande diversité (67e percentile supérieur des notes)
STRESS MODÉRÉ	La communauté benthique est dans un état dégradé, mais fonctionnel (entre le 33e et le 67e percentile des notes)
STRESS ÉLEVÉ	La communauté benthique est dans un état très dégradé et non fonctionnel (33e percentile inférieur des notes)

Seuils basés sur une analyse statistique utilisant des données d'Environnement et Changement climatique Canada (2006-2014) et du ministère de l'Environnement, de la Conservation et des Parcs de l'Ontario (2006, 2009, 2012).

La composition de la communauté benthique peut varier considérablement en fonction des conditions naturelles de l'habitat et des facteurs de stress anthropique, mais la communauté benthique peut être un indicateur de la santé générale d'un écosystème. Dans l'ensemble du lac Ontario, la qualité de la communauté benthique est variable (Tableaux 3 / 4).

Des unités régionales Péninsule du Niagara à Baie Humber et dans le bassin de Kingston, la communauté benthique est une source de stress élevé, car l'état relatif des communautés d'invertébrés benthiques était jugé médiocre. Dans les unités régionales Toronto et Parc Tommy Thompson – Pickering, la qualité de la communauté benthique est considérée comme moyenne, tout comme dans les unités régionales Comté de Prince Edward et Barrage Iroquois – Barrage de Moses-Saunders. Généralement, cela signifie que le benthos total, la richesse taxonomique et l'uniformité des communautés benthiques à ces sites sont plus faibles.

Les sites se trouvant dans les unités régionales Cobourg – Gull Island, Baie de Quinte, Région des Mille-Îles, Brockville – Barrage Iroquois et Lac Saint-François sont considérés comme faisant partie du percentile supérieur de la plage de qualité pour tous les sites. Dans ces unités régionales, la communauté benthique est une source de stress faible.

Voir l'annexe A pour plus de détails sur l'analyse statistique utilisée pour évaluer la communauté benthique.

Les unités régionales Rivière Niagara – Canal Welland, Pickering – Quai de St. Mary's Cement et Quai de St. Mary's Cement – Cobourg ne comportent pas de sites du MEPNP ou d'ECCC à

partir desquels on pourrait évaluer la communauté benthique.

Tableau 3. Qualité de la communauté benthique pour les unités régionales avec station MECP, pour chaque année d'échantillonnage; en général, une qualité supérieure correspond à un benthos total plus élevé, à une richesse taxonomique plus élevée et à une régularité plus élevée. Il n'y a que 30 échantillons depuis 2006, et le nombre au sein de chaque unité régionale est faible, ce qui rend difficile la séparation de la variabilité spatiale et temporelle des données MECP.

Unité régionale	numéro de l'emplacement d'échantillonnage	an		
		2006	2009	2012
Rivière Niagara – Canal Welland		pas de données		
Péninsule du Niagara	3045	pas de données	modéré	faible
Péninsule du Niagara	3051	pas de données	modéré	faible
Port de Hamilton	258	pas de données	faible	faible
Burlington Beach – Baie Humber	9713	modéré	modéré	faible
Baie Humber	2047	modéré	élevé	faible
Toronto	1364	pas de données	modéré	modéré
Parc Tommy Thompson – Pickering	708	élevé	modéré	modéré
Pickering – Quai de St. Mary's Cement		pas de données		
Quai de St. Mary's Cement – Cobourg		pas de données		
Cobourg – Gull Island	3509	pas de données	élevé	pas de données
Comté de Prince Edward	2974	élevé	pas de données	pas de données
Baie de Quinte	462	pas de données	élevé	élevé
Bassin de Kingston	64	pas de données	faible	modéré
Bassin de Kingston	3087	faible	faible	faible
Région des Mille-Iles	424	pas de données	élevé	élevé
Brockville – Barrage Iroquois	128	pas de données	pas de données	élevé
Barrage Iroquois – Barrage de Moses-Saunders		pas de données		
Lac Saint-François	126	pas de données	pas de données	élevé

Tableau 4. Qualité de la communauté benthique pour les unités régionales des stations d'ECCC, en utilisant les données de 2006-2014; généralement, une qualité supérieure correspond à un benthos total plus élevé, un taxon plus élevé et une régularité plus élevée. Un plus grand nombre d'échantillons dans chaque unité régionale signifie que les différences régionales sont plus faciles à détecter. Cependant, avec moins d'unités régionales contenant des échantillons, l'étendue spatiale des analyses n'est pas aussi bonne que pour l'analyse MECP.

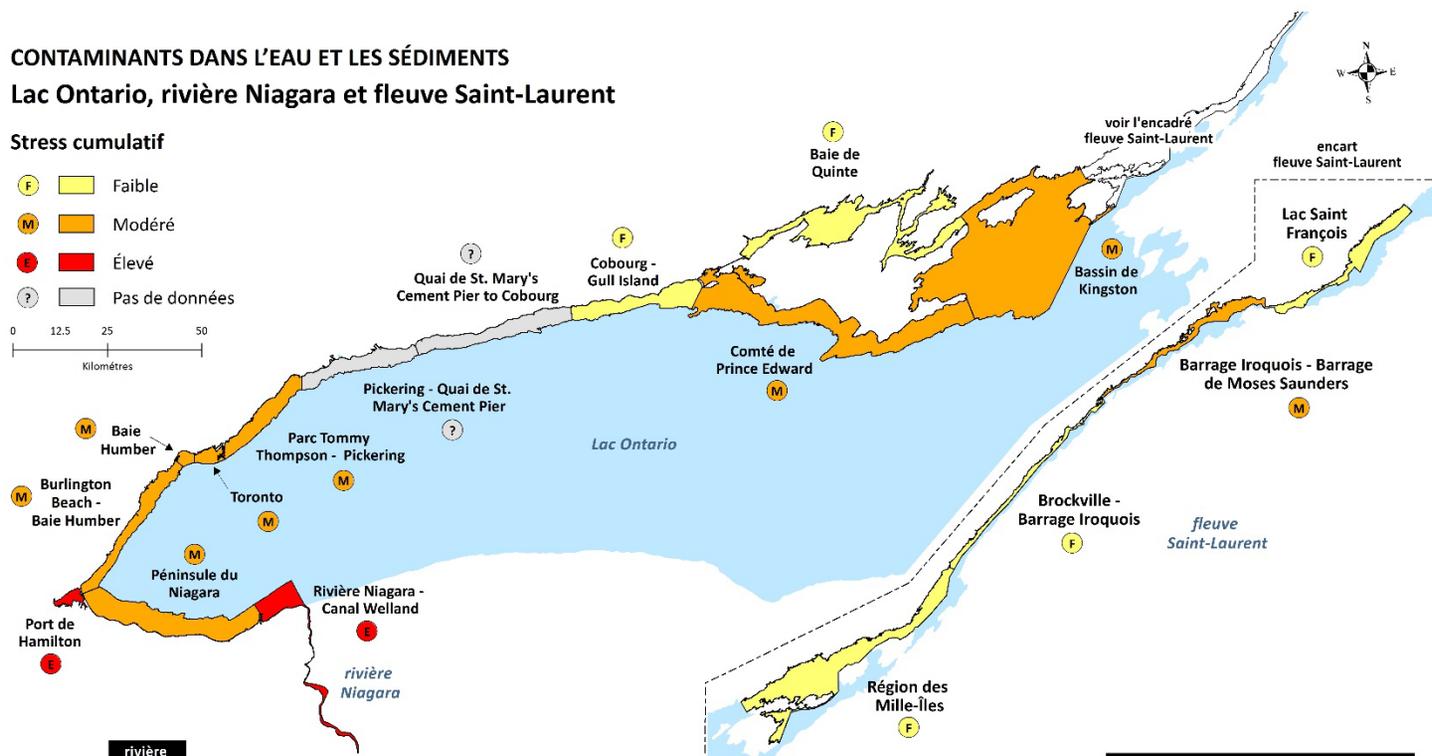
Unité régionale	nombre de sites d'échantillonnage	Qualité de la communauté benthique				
		faible	modéré	élevé	le plus fréquent	médian
Rivière Niagara – Canal Welland	0					
Péninsule du Niagara	0					

Port de Hamilton	24	22	2	0	Low	Low
Burlington Beach – Baie Humber	0					
Baie Humber	0					
Toronto	0					
Parc Tommy Thompson – Pickering	0					
Pickering – Quai de St. Mary's Cement	0					
Quai de St. Mary's Cement – Cobourg	0					
Cobourg – Gull Island	0					
Comté de Prince Edward	11	2	4	5	élevé	modéré
Baie de Quinte	14	3	6	5	modéré	modéré
Bassin de Kingston	9	4	5	0	modéré	modéré
Région des Mille-Îles	0					
Brockville – Barrage Iroquois	0					
Barrage Iroquois – Barrage de Moses-Saunders	11	0	6	5	modéré	modéré
Lac Saint-François	25	0	9	16	élevé	élevé

Figure 7. Résultats de la catégorie Contaminants dans l'eau et qualité

CONTAMINANTS DANS L'EAU ET LES SÉDIMENTS Lac Ontario, rivière Niagara et fleuve Saint-Laurent

Stress cumulatif



	rivière Niagara											fleuve Saint-Laurent					
	Rivière Niagara - Canal Welland	Péninsule du Niagara	Port de Hamilton	Burlington Beach - Baie Humber	Baie Humber	Toronto	Parc Tommy Thompson - Pickering	Pickering - Quai de St. Mary's Cement Pier	Quai de St. Mary's Cement Pier to Cobourg	Cobourg - Gull Island	Comté de Prince Edward	Baie de Quinte	Bassin de Kingston	Région des Mille-îles	Brockville - Barrage Iroquois	Barrage Iroquois - Barrage de Moses Saunders	Lac Saint François
Qualité de l'eau	BPC, Pesticides organochlorés	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	0 dépassements	pas de données	0 dépassements
Communauté benthique	pas de données	basse qualité	basse qualité	basse qualité	basse qualité	qualité moyenne	qualité moyenne	pas de données	pas de données	haute qualité	qualité moyenne	haute qualité	basse qualité	haute qualité	haute qualité	qualité moyenne	haute qualité
Qualité des sédiments	pas de données	5 métaux > CME et BPC > CEN	3 métaux > CME, BPC > CEN, 1 pesticide > CEP et 10 HAP > CEP	8 métaux > CME, BPC > CEN, 1 pesticide > CEP et 1 HAP > CEP	4 métaux > CME, BPC > CEN, 1 pesticide > CME et 4 HAP > CME	9 métaux > CME, BPC > CEN, 1 pesticide > CME et 7 HAP > CME	BPC > CEN	pas de données	pas de données	1 métal > CME et BPC > CEN	pas de données	8 métaux > CME, BPC > CEN, 1 pesticide > CME et 1 HAP > CME	10 métaux > CME, BPC > CEN, 1 pesticide > CEP et 3 HAP > CME	2 métaux > CME	0 dépassements	pas de données	0 dépassements

Algues nuisibles et nocives

La carte des résultats des catégories se trouve dans la figure 8, les descriptions des mesures individuelles ci-dessous.

Cyanobactéries

STRESS FAIBLE	les proliférations de cyanobactéries couvrent moins de 2 % de la superficie totale de l'unité régionale dans une image composite sur 10 jours
STRESS MODÉRÉ	n'est pas applicable
STRESS ÉLEVÉ	les proliférations de cyanobactéries couvrent plus de 2 % de la superficie totale de l'unité régionale dans une image composite sur 10 jours

Seuils basés sur les directives de l'Organisation mondiale de la santé sur les cyanobactéries utilisant des composites satellites de la Direction de la prévision des efflorescences algales nuisibles de la NOAA (2016-2018).

Les cyanobactéries sont préoccupantes pour la santé humaine et la santé de l'écosystème et constituent une source de stress élevé dans les unités régionales Port de Hamilton, Baie de Quinte et Bassin de Kingston. Dans ces unités régionales, une prolifération de cyanobactéries couvrant plus de 2 % de la superficie a été décelée dans au moins une image composite sur 10 jours en 2016, en 2017 ou en 2018.

Les proliférations de cyanobactéries étaient les plus étendues dans l'unité régionale Port de Hamilton; à la mi-août et en septembre 2016, la prolifération couvrait environ 70 % de l'unité régionale. En 2018, l'efflorescence occupait près de 90 % de l'unité régionale. Différentes sources de nutriments contribuent aux proliférations de cyanobactéries dans l'unité régionale Port de Hamilton, notamment les rejets de stations de traitement des eaux usées dans le port, une côte industrialisée et un bassin versant agricole. D'importants investissements sont faits pour moderniser les stations d'épuration et réduire les débordements d'eaux d'égouts unitaires dans le port.

Dans l'unité régionale Baie de Quinte, les efflorescences de cyanobactéries couvraient plus de 2 % de la superficie en 2016, en 2017 et en 2018. La plus grande prolifération a été décelée en 2016 et couvrait plus de 30 % de l'unité régionale en août. Les charges de phosphore provenant des usines de traitement des eaux usées, le ruissellement des eaux pluviales, l'utilisation des terres agricoles et les charges internes sont probablement des facteurs contribuant à la présence de cyanobactéries. De fortes précipitations peuvent aussi exacerber la charge de phosphore dans la zone parce que les nutriments pénètrent par ruissellement, et le printemps de 2017 a connu des précipitations sans précédent.

Bien que jugée bénigne, une prolifération de cyanobactéries qui couvrait un peu plus de 2 % de la superficie a été observée en août 2017 dans l'unité régionale Bassin Kingston.

Cladophora

STRESS FAIBLE	<20% de couverture
STRESS MODÉRÉ	20-35% de couverture
STRESS ÉLEVÉ	>35% de couverture

Les seuils ont été développés en utilisant le meilleur jugement professionnel à l'aide de la cartographie de la végétation aquatique submergée (VAS) dérivée par satellite de 2016-2018 du Michigan Tech Research Institute (MTRI).

Cladophora est une algue verte filamenteuse qui pousse sur des substrats durs dans tous les Grands Lacs. Bien que non toxique, il constitue une nuisance et peut constituer des menaces pour la santé humaine. Au-delà du colmatage des prises d'eau et de la dégradation de l'habitat du poisson, les tapis pourris odorants de *Cladophora* sur les plages favorisent la croissance des bactéries et sont un facteur dans l'affichage des plages. La mesure *Cladophora* ne s'applique pas aux unités régionales qui sont dominées par un substrat non consolidé, des côtes fortement érosives et des échancrures caractérisées par des zones humides côtières ni des canaux de liaison. Dans les zones où les zones humides côtières sont répandues, on a supposé que les zones classées comme végétation aquatique submergée (VAS) clairsemée ou dense dans la cartographie MTRI peuvent en fait être des VAS associées aux zones humides et non des *Cladophora* nuisibles.

Les conditions sont favorables à *Cladophora* dans 11 des 17 unités régionales et il a été évalué comme une source de stress modérée à élevée sur les eaux côtières.

Cladophora vs végétation aquatique

submergée: Le meilleur ensemble de données disponible pour mesurer la quantité de *Cladophora* dans le littoral du lac Érié est la cartographie de la végétation aquatique submergée (VAS) dérivée par satellite du Michigan Tech Research Institute. Ces cartes représentent l'étendue du VAS dans les Grands Lacs, reconnaissant qu'une grande partie de celui-ci est *Cladophora*, avec des zones localisées de plantes vasculaires et d'autres algues filamenteuses. Bien que le produit MTRI ait une précision globale de 83% basée sur la comparaison avec des données de vérité terrain, cette mesure n'est pas applicable dans les unités régionales où la VAS est probablement attribuée aux zones humides côtières ou dans d'autres zones dominées par un substrat non consolidé.

Dans l'unité régionale Baie Humber, la *Cladophora* est une source de stress faible, mais elle se situe à seulement 1 % sous le seuil de stress modéré (20 %).

Les unités régionales dans lesquelles de vastes étendues de VAS ont été décelées comprennent les unités Rivière Niagara – Canal Welland, Burlington Beach – Baie Humber, Toronto, Parc Tommy Thompson – Pickering, Pickering – Quai de St. Mary's Cement et Bassin de Kingston. Dans ces secteurs, la *Cladophora* est considérée comme une source de stress élevé. À l'exception de l'unité Parc Tommy Thompson – Pickering, dans laquelle 35,5 % de la superficie cartographiée étaient classés comme VAS, pour toutes

les zones soumises à un stress élevé, la superficie cartographiée était occupée à plus de 40 % par de la VAS. Ces niveaux élevés sont compatibles avec la biomasse en poids sec des échantillons prélevés sur les sites sentinelles de surveillance du MEPNP et d'ECSC.

Dans l'unité régionale de la rivière Niagara au canal Welland, l'étendue cartographiée ne s'étend pas dans la rivière, mais la zone de l'embouchure de la rivière au canal Welland est étendue. (juste en dessous de 50 %) et constitue une source de stress élevé. Sachant que la plus forte charge de phosphore dans le lac Ontario provient du lac Érié par le biais de la rivière Niagara et que le substrat est propice à l'établissement de la *Cladophora*, ces résultats ne sont pas étonnants. On sait que, dans l'unité régionale Bassin de Kingston, la *Cladophora* est présente en très grandes quantités autour de l'île Amherst.

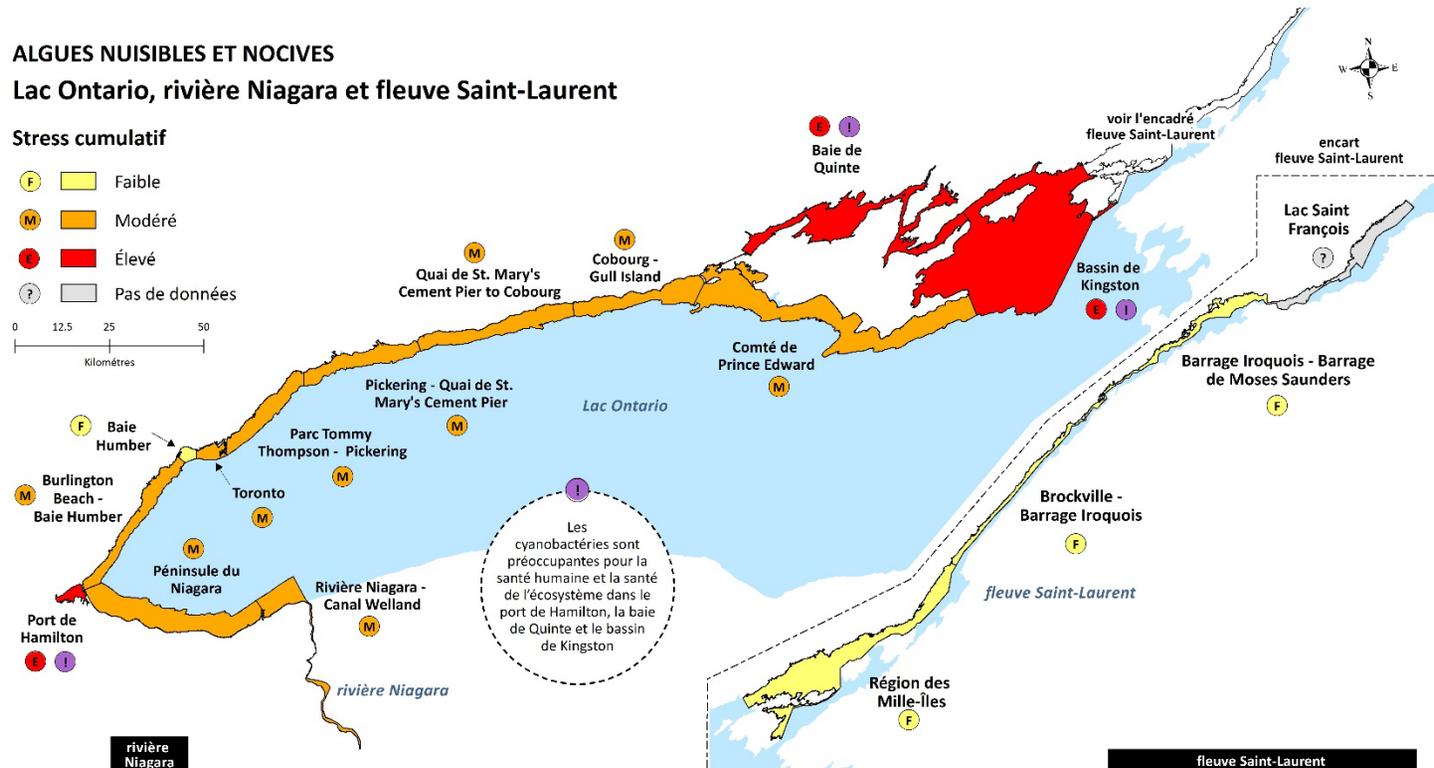
La recrudescence de la *Cladophora* dans le lac Ontario coïncide avec l'introduction des moules dreissénidées (moules zébrées et quaggas). Les moules accroissent l'habitat de substrat dur propice à la croissance de la *Cladophora* et transforment le phosphore particulaire sous sa forme biodisponible, qui est facilement assimilée par la *Cladophora*. La *Cladophora* a aussi besoin d'une lumière adéquate pour se développer. Étant donné que les moules dreissénidées se nourrissent en filtrant l'eau et améliorent la limpidité de l'eau, la *Cladophora* se développe à de plus grandes profondeurs dans le lac Ontario depuis leur introduction. Une équipe de travail technique binational sur le lac Ontario, formée dans le cadre de l'AQEGL, évalue actuellement l'état des connaissances autour de *Cladophora* pour comprendre si des mesures visant à réduire la pollution par les nutriments d'origine terrestre diminueraient la croissance de *Cladophora*.

Le long de la côte, entre Burlington et Oakville, la *Cladophora* est un problème connu, qui remonte aux années 1990. À l'époque, la ville d'Oakville avait lancé un projet pilote afin de nettoyer ses plages et débarrasser celles-ci des *Cladophora* échouées. Le projet a toutefois été abandonné au bout de deux mois, parce qu'il n'avait pas permis de diminuer les échouages et se révélait trop coûteux. Plus à l'est, les intéressés et les membres de la collectivité de la ville d'Ajax a exprimé ses inquiétudes quant à la grande quantité de *Cladophora* rejetée sur ses rives et a plaidé pour une recherche accrue sur la cause. La centrale nucléaire de Pickering a signalé en juillet 2018 qu'il avait fallu arrêter quatre réacteurs parce que de grandes quantités de *Cladophora* avaient obstrué la prise d'eau de refroidissement.

Figure 8. Résultats pour la catégorie Nuisance & Algues Nocives (S.O. signifie que la mesure ne s'applique pas dans l'Unité Régionale)

ALGUES NUISIBLES ET NOCIVES Lac Ontario, rivière Niagara et fleuve Saint-Laurent

Stress cumulatif



	rivière Niagara											fleuve Saint-Laurent					
	Rivière Niagara - Canal Welland	Péninsule du Niagara	Port de Hamilton	Burlington Beach - Baie Humber	Baie Humber	Toronto	Parc Tommy Thompson - Pickering	Pickering - Quai de St. Mary's Cement Pier	Quai de St. Mary's Cement Pier to Cobourg	Cobourg - Gull Island	Comté de Prince Edward	Baie de Quinte	Bassin de Kingston	Région des Mille-îles	Brockville - Barrage Iroquois	Barrage Iroquois - Barrage de Moses Saunders	Lac Saint François
Cyanobactéries	<2%	<2%	>2%	<2%	<2%	<2%	<2%	<2%	<2%	<2%	<2%	>2%	>2%	<2%	<2%	<2%	pas de données
<i>Cladophora</i>	48% étendue	34% étendue	S.O.	46% étendue	19% étendue	49% étendue	35% étendue	40% étendue	20% étendue	33% étendue	24% étendue	S.O.	42% étendue	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.

Usage humain

La carte des résultats des catégories se trouve à la figure 10, les descriptions des mesures individuelles ci-dessous.

Consommation de poisson

STRESS FAIBLE	≥8 repas par mois
STRESS MODÉRÉ	Entre 1 et 7 repas par mois
STRESS ÉLEVÉ	Moins de 1 repas par mois

Les seuils ont été élaborés en consultation avec le ministère de l'Environnement, de la Conservation et des Parcs de l'Ontario à partir des avis de consommation du Guide de consommation du poisson de l'Ontario; repas moyens par mois selon les avis de consommation pour le doré jaune, l'achigan à petite bouche et la perche jaune.

Les poissons des Grands Lacs constituent une source de nourriture variée et accessible. Ils peuvent toutefois devenir une source de contamination et un risque pour la santé humaine si les mises en garde sur la consommation ne sont pas suivies. La province de l'Ontario fournit des conseils de consommation en fonction de plusieurs critères, notamment la taille du poisson, l'espèce, l'emplacement et le contaminant (p. ex. le mercure et les BPC). Dans les eaux côtières du lac Ontario, de la rivière Niagara et du fleuve Saint-Laurent, les espèces de poissons les plus ciblées par les pêcheurs commerciaux et récréatifs sont le doré jaune, la perchaude et le grand brochet. Le Guide de consommation du poisson de l'Ontario¹⁰ fournit des mises en garde sur la consommation selon des catégories de taille déterminées. Les catégories de taille les plus représentatives des poissons attrapés et conservés pour la consommation ont été utilisées pour établir la mesure de la consommation de poisson, soit : les catégories de 35 cm à 55 cm pour le doré jaune, de 20 cm à 30 cm pour la perchaude et de 50 cm à 70 cm pour le grand brochet.

Dans le lac Ontario, la rivière Niagara et le fleuve Saint-Laurent, les mises en garde sur la consommation de poisson indiquent une source de risque faible à modéré. Les unités régionales de Humber Bay et de Toronto ont enregistré le nombre moyen de repas par mois le plus élevé, mais il n'existe aucune donnée sur les mises en garde relatives à la consommation de doré jaune dans ces unités. À l'exception de l'unité régionale du bassin de Kingston, le nombre moyen de repas par mois est inférieur à 7 du parc Tommy Thompson au lac Saint-François, ce qui place ces unités régionales dans la catégorie de risque modéré en ce qui concerne les mises en garde sur la consommation de poisson.

Les mises en garde relatives à la consommation ainsi que les contaminants préoccupants varient selon les espèces (voir le tableau 5). Dans le fleuve Saint-Laurent, le mercure est le principal contaminant préoccupant, mais ailleurs dans le lac Ontario et la rivière Niagara, on observe un mélange de mercure et de BPC. Selon les recherches sur les tendances, la réduction des émissions de contaminants a aussi réduit les niveaux de contamination des

¹⁰ Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario. *Guide de consommation du poisson de l'Ontario*, <https://data.ontario.ca/fr/dataset/guide-to-eating-ontario-fish-advisory-database>

poissons du lac Ontario – on observe particulièrement une diminution des BPC dans le doré jaune¹¹.

Pour obtenir des informations détaillées sur les avis de consommation relatifs aux espèces évaluées dans le cadre de la mesure de la consommation de poisson et aux autres espèces de poisson des Grands Lacs, veuillez consulter le Guide de consommation du poisson de l'Ontario (<https://data.ontario.ca/fr/dataset/guide-to-eating-ontario-fish-advisory-database>).

Tableau 5. Mises en garde sur la consommation moyenne de poisson pour les espèces de chaque unité régionale et le contaminant préoccupant associé.

Unité régionale	Doré jaune		Perchaude		Grand brochet		Moyenne
	35 cm à 55 cm	Contaminant préoccupant	20 cm à 30 cm	Contaminant préoccupant	50 cm à 70 cm	Contaminant préoccupant	
De la rivière Niagara au canal Welland	6	Mercure et BPC	12	Mercure et BPC	8	Mercure	9
Péninsule du Niagara	5	Mercure	10	BPC	0	BPC	5
Port de Hamilton	8	BPC	10	BPC	6	BPC	8
De Burlington Beach à Humber Bay	5	Mercure	9	BPC et mercure	5	Mercure et BPC	6
Humber Bay	-		12	Mercure	9	Mercure et BPC	11
Toronto	-		13	Mercure	10	Mercure et BPC	12
Du parc Tommy Thompson à Pickering	4	Mercure et BPC	13	Mercure	6	Mercure et BPC	7
De Pickering au quai aménagé par St Marys Cement	4	Mercure et BPC	9	Mercure et BPC	7	Mercure et BPC	7
Du quai aménagé par St Marys Cement à Cobourg	0	Mercure et BPC	11	BPC	6	Mercure et BPC	6
De Cobourg à l'île Gull	4	Mercure et BPC	13	Mercure et BPC	0	Mercure et BPC	6
Comté de Prince Edward	4	Mercure	7	Mercure et BPC	2	BPC	4
Baie de Quinte	6	Mercure et BPC de type dioxine	10	Mercure et BPC de type dioxine	5	Mercure	7
Bassin de Kingston	7	Mercure et BPC de type dioxine	10	Mercure et BPC	6	Mercure et BPC	8
Secteur des Mille-Îles	8	Mercure	6	Mercure	3	Mercure	6
De Brockville au barrage Iroquois	6	Mercure	4	Mercure	3	Mercure	4
Du barrage Iroquois au barrage Moses-Saunders	5	Mercure	8	Mercure	5	Mercure	6
Lac Saint-François	3	Mercure	4	Mercure	2	Mercure	3

¹¹ Visha *et al.* « Guiding fish consumption advisories for Lake Ontario: a Bayesian hierarchical approach », *Journal of Great Lakes Research*, volume 42, numéro 1, 2016, p. 70-82.

Mises en garde sur les plages

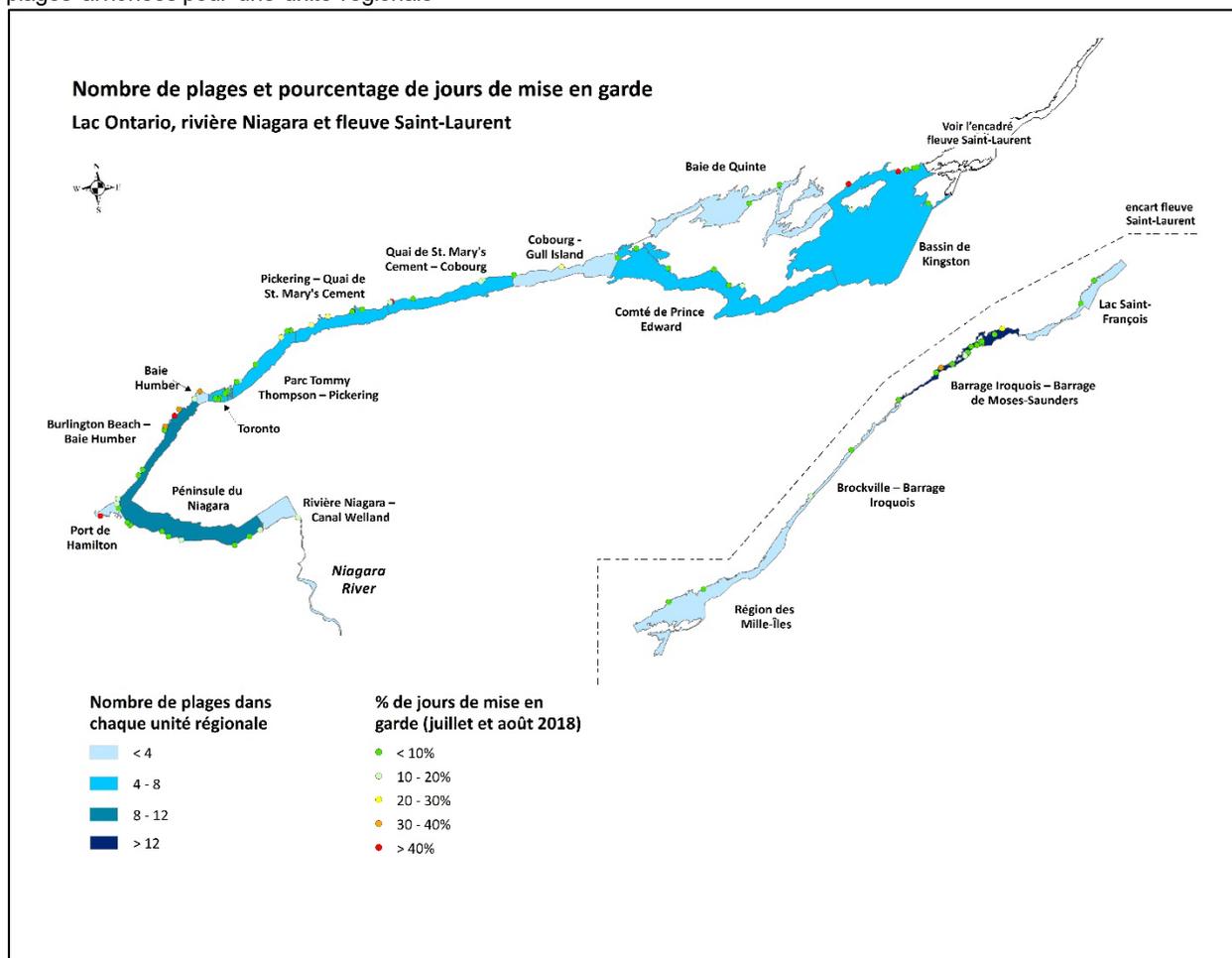
STRESS FAIBLE	Plages affichées 5% ou moins du temps en juillet et août 2018
STRESS MODÉRÉ	Plages affichées 5 à 20% du temps en juillet et août 2018
STRESS ÉLEVÉ	Plages affichées plus de 20% du temps en juillet et août 2018

Les seuils ont été élaborés en utilisant le meilleur jugement professionnel à partir des données de Swim Drink Fish Canada.

Cette évaluation s'appuie sur des renseignements recueillis sur 81 plages surveillées publiquement sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent (Figure 9). Le nombre moyen de jours d'affichage sur les plages était plus élevé en août qu'en juillet de l'unité Rivière Niagara à l'unité Toronto et plus élevé en juillet de l'unité Parc Tommy Thomson à l'unité Baie de Quinte. Il y a eu diverses mises en garde au cours des deux mois pour le fleuve Saint-Laurent. L'unité régionale Port de Hamilton était celle qui était soumise au stress le plus élevé, la seule plage surveillée (quai n° 4) ayant fait l'objet de mises en garde pendant 55 % des mois de juillet et août. Cette unité régionale a été touchée par des proliférations de cyanobactéries, ce qui explique pourquoi la plage était considérée comme impropre à la baignade pendant certains jours en 2018. Les unités régionales Baie Humber et Bassin de Kingston subissaient aussi un stress important, mais la durée des affichages représentait à peine la moitié des jours d'affichage dans Hamilton Harbour, avec 27 % et 24 % en juillet et août, respectivement. Toronto et Baie de Quinte étaient les deux seules unités régionales qui répondaient au critère strict de stress faible avec moins de 5 % de jours d'affichage en juillet et août. Quatre unités régionales répondaient presque à ce critère, avec moins de 6 % de jours d'affichage en juillet et août : Péninsule du Niagara, Comté de Prince Edward, Barrage Iroquois – Barrage de Moses-Saunders et Lac Saint-François.

À l'échelle des unités régionales individuelles, on a observé une variation considérable entre les plages qui contribuent aux conditions moyennes mesurées. Par exemple, des trois plages situées dans l'unité régionale Comté de Prince Edward, deux plages (parc provincial Presqu'île et Victoria Beach) n'avaient pas fait l'objet de mises en garde en juillet et en août 2018, mais la troisième (Wicklów Beach) avait connu 23 % de jours en juillet et août, ce qui donne des conditions moyennes de stress modéré pour cette unité. De même, des 13 plages surveillées dans l'unité régionale Barrage Iroquois – Barrage de Moses-Saunders, 10 plages n'avaient pas fait l'objet de mises en garde en juillet et août 2018, mais les conditions moyennes correspondaient à un stress modéré en raison du nombre de jours de mises en garde aux trois plages restantes.

Figure 9. Il y a 80 plages surveillées publiquement à travers le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent; certaines unités régionales ont un nombre beaucoup plus élevé de plages (par exemple, du barrage Iroquois au barrage Moses Saunders) et il existe une variation dans les résultats des plages individuelles qui composent le résultat global des plages affichées pour une unité régionale



Qualité de l'eau potable traitée

STRESS FAIBLE	Aucun incident de qualité de l'eau défavorable
STRESS MODÉRÉ	Ne s'applique pas
STRESS ÉLEVÉ	Incident défavorable à la qualité de l'eau

Seuils fondés sur les normes de qualité de l'eau potable de l'Ontario

Dans le lac Ontario, la rivière Niagara et le fleuve Saint-Laurent, aucune des 17 stations de traitement de l'eau n'a signalé d'incidents ayant des effets négatifs sur la qualité de l'eau

(IENQE) au cours des années 2013 à 2017. Il n'y a pas de station de traitement de l'eau dans les unités régionales Port de Hamilton et Baie Humber.

Lacunes dans les données et limites de la recherche scientifique sur les eaux littorales

Les données utilisées dans cette évaluation ayant été obtenues de différents partenaires dans le cadre des programmes de surveillance existants, elles sont de types, de formats et de résolutions variés. Le cas échéant, on a utilisé les données de programmes de surveillance à long terme. Divers programmes de surveillance et relevés ont été examinés, et les facteurs déterminants dans le choix des données comprenaient la résolution spatiale et temporelle, la quantité de traitement nécessaire (p. ex., expertise technique, exigences logicielles) et la disponibilité des données. On a déployé des efforts considérables pour repérer des ensembles de données de haute qualité. Dans la mesure du possible, on a utilisé des données de télédétection, car cette technologie offre une haute résolution temporelle.

La première évaluation cumulative des eaux littorales du lac Ontario, de la rivière Niagara et du fleuve Saint-Laurent a fait ressortir certaines lacunes dans les données scientifiques et l'information sur la qualité des eaux littorales, les processus physiques et la santé écologique, notamment la couverture temporelle et spatiale des programmes de surveillance ainsi que le manque de données robustes sur les interactions entre les agents de stress. La figure 11 montre les unités régionales pour lesquelles il existe des lacunes dans les données et la ou les mesures connexes qui n'ont pu être évaluées. On pourrait mieux évaluer la santé des zones littorales :

- en augmentant la résolution spatiale et temporelle de la surveillance des zones littorales;
- en faisant progresser la science de la télédétection pour les données sur la santé de l'écosystème; et
- en apportant un soutien constant aux programmes de surveillance à long terme.

Au-delà des limites qui ont rendu impossible l'évaluation rigoureuse du stress cumulatif dans les catégories pour lesquelles les données étaient insuffisantes, les enseignements tirés de cette évaluation ont aussi fait ressortir certaines limites dans la surveillance des zones littorales et les données pour chaque catégorie. Ces limites sont décrites brièvement ci-dessous.

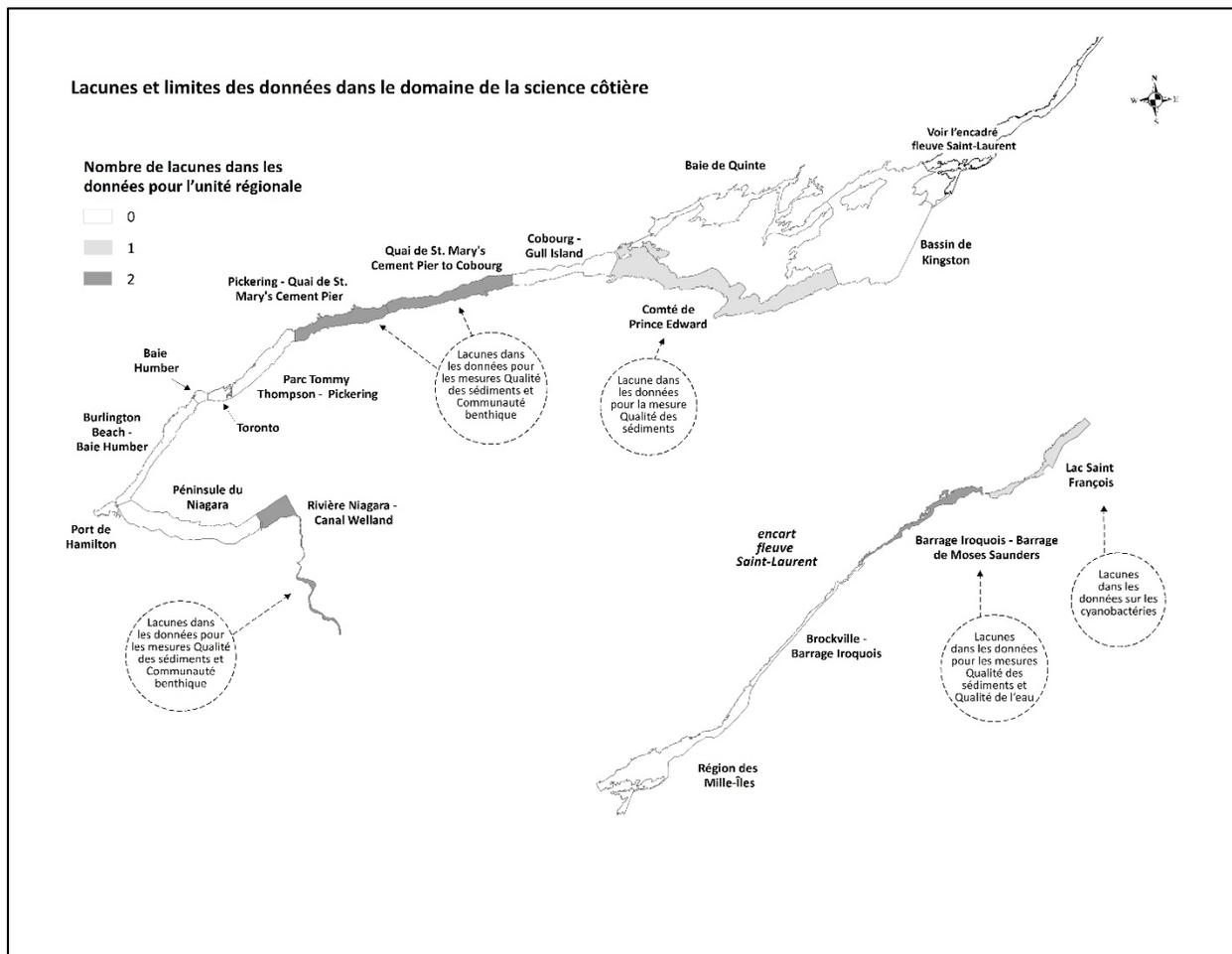
Processus côtiers

L'Inventaire des barrages de l'Ontario du MRNFO et la base de données FishWerks ont été utilisés pour évaluer les obstacles à la connectivité des affluents. Aucune de ces bases de données n'est périodiquement mise à jour pour tenir compte de la construction de nouveaux barrages ou de la remise en état des barrages existants, ce qui pourrait rendre difficile le suivi des changements au fil du temps dans la mesure de la connectivité des affluents.

Contaminants dans l'eau et les sédiments

L'évaluation globale des eaux littorales reposait sur les données recueillies dans le cadre de divers programmes d'échantillonnage à partir de bateaux. Ce type de surveillance est généralement limité dans l'espace et dans le temps en raison de la taille des Grands Lacs et les conditions météorologiques qui freinent les travaux d'échantillonnage. Les grands navires de recherche généralement utilisés pour ces programmes ne peuvent pas toujours accéder aux eaux littorales en raison de leur faible profondeur. Un plus grand nombre de sites de surveillance permettrait de mieux évaluer la qualité de l'eau et des sédiments ainsi que celle des communautés benthiques, à l'échelle de l'unité régionale.

Figure 11. Le nombre de lacunes dans les données au sein des unités régionales varie



Les programmes de surveillance fédéraux et provinciaux sont conçus pour mesurer les contaminants dans tous les milieux (air, eau, sédiments, poissons, oiseaux et benthos) mais leur couverture temporelle et spatiale et leur finalité ainsi que les paramètres mesurés sont multiples. En dépit de la diversité des programmes de surveillance, il y a peu de données disponibles pour mesurer les contaminants dans l'eau et les sédiments à une échelle qui soit régionalement appropriée et offre une couverture panlacustre. En raison de l'échelle géographique des Grands Lacs, des brèves fenêtres météorologiques pour l'échantillonnage et du coût élevé des analyses de laboratoire, en particulier dans le cas des contaminants organochlorés (p. ex., dioxines et furanes), on dispose de données très limitées pour mesurer la santé générale des zones littorales en regard des contaminants. Bon nombre de contaminants récents et émergents, comme les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées [PFAS], dont il existe près de 5 000 types (US FDA, 2020), ne sont pas suffisamment bien compris pour qu'il soit possible de fixer des seuils sécuritaires ou d'élaborer des méthodes d'analyse. Les

concentrations peuvent par ailleurs être trop faibles pour être décelées par le matériel de laboratoire existant.

Un échantillonnage accru aux stations de surveillance à long terme existantes améliorerait les résultats pour les mesures Qualité des sédiments et Qualité de l'eau. Non seulement un plus grand nombre de sites serait utile pour l'évaluation en étendant la couverture spatiale, mais on pourrait inclure les zones de sédimentation dans le choix des sites et obtenir ainsi des données plus fiables et plus représentatives des conditions ambiantes. Par ailleurs, le choix de sites supplémentaires d'échantillonnage de la communauté benthique et une augmentation de la couverture temporelle et spatiale sont essentiels pour améliorer le degré de confiance dans l'évaluation globale des eaux littorales.

Algues nuisibles et nocives

Les données in situ des sites sentinelle sur la *Cladophora* et la validation de l'interprétation de la VAS sur les images satellites pourraient être améliorées par l'utilisation des nouvelles technologies de télédétection. La commission géologique des États-Unis (*United States Geological Survey*) examine actuellement l'utilité d'un système immergé de vision informatisée robotisé capable de classifier automatiquement les types d'habitats et de cartographier la biomasse de *Cladophora*. Un véhicule sous-marin autonome, doté de caméras stéréoscopiques, capte les images du lit du lac, y compris la *Cladophora*. Des modèles d'intelligence artificielle seront mis au point pour automatiser la classification et la prédiction de la biomasse de *Cladophora* à partir des images du lit du lac.

À l'échelle locale, une surveillance supplémentaire aux sites sentinelles donnerait un meilleur aperçu de la situation, car les registres de surveillance d'ECSC et du MEPNP remontent à la décennie précédente, époque à laquelle une quantité modérée de *Cladophora* avait été détectée dans les eaux littorales. La surveillance à partir de sites sentinelles dans le lac est une lacune le long du tronçon Canal Welland du littoral.

Un programme de science citoyenne visant à faire le suivi des échouages le long des portions gravement touchées de la côte permettrait de mieux comprendre cet enjeu. Bien que la *Cladophora* soit un problème pour la santé des écosystèmes, elle constitue aussi une nuisance pour les gens qui utilisent le rivage et les eaux littorales ou qui dépendent des avantages sociaux et économiques qu'offrent ces zones. Les chercheurs ont en outre remarqué que les algues *Cladophora* qui s'échouent sur le littoral pourraient ne pas provenir des zones localisées de croissance, mais avoir été transportées depuis d'autres secteurs.

Usage humain

La qualité des eaux récréatives n'est pas évaluée régulièrement dans toutes les zones accessibles pour la baignade. À certains des endroits où se baignent les gens, la qualité de l'eau n'est pas surveillée par les services de santé publique en raison de leur capacité limitée. Les services de santé publique doivent peser différents facteurs pour décider des endroits où alloueront leurs ressources afin d'optimiser les avantages pour les baigneurs. Le nombre de jours d'échantillonnage par saison varie entre les unités de santé, certaines unités échantillonnant quotidiennement et d'autres toutes les deux semaines. Dans certains cas, les plages resteront non sécurisées jusqu'au prochain événement d'échantillonnage, même si les mauvaises conditions peuvent ne pas avoir persisté pendant tout le temps entre l'échantillonnage. Un échantillonnage plus fréquent permettrait un décompte plus précis des

jours pendant lesquels l'eau était réellement impropre à la baignade puisque la durée des affichages refléterait davantage les conditions réelles. Il est possible d'utiliser des outils de modélisation pour prédire la qualité de l'eau des plages à une échelle spatiale et temporelle plus élevée afin de mieux comprendre où et quand le littoral est sécuritaire pour la baignade.

Prochaines étapes

On répétera l'évaluation globale des eaux littorales du lac Ontario, de la rivière Niagara et du fleuve Saint-Laurent afin de surveiller les changements survenus au fil du temps. On intégrera les zones qui présentent une grande valeur écologique et d'autres facteurs liés à l'habitat afin de réaliser une évaluation vraiment exhaustive. Les résultats seront incorporés dans le Plan d'action et d'aménagement panlacustre (PAAP) de 20XX et fournis aux communautés et aux intéressés qui souhaitent collaborer à l'établissement des priorités de gestion et prendre des mesures en protégeant les zones de grande valeur écologique qui sont ou pourraient être soumises à un stress. Les signataires du Partenariat du lac Ontario et de l'Accord Canada-Ontario peuvent promouvoir les possibilités de collaboration en vertu du Cadre de gestion des eaux littorales.

Les lacunes recensées dans les données, comme la nécessité d'accroître la résolution spatiale et temporelle de la surveillance des zones littorales et de soutenir les progrès en télédétection, seront prises en compte dans l'établissement des priorités de la *Cooperative Science and Monitoring Initiative* pour chaque lac (une composante du processus de gestion panlacustre). On continue à faire progresser le Cadre de gestion des eaux littorales aux fins de l'évaluation cumulative des eaux littorales pour chacun des Grands Lacs canadiens, à mesure que les PAAP sont élaborés.

En 2022, l'Évaluation globale de l'état des eaux littorales canadiennes – y compris les résultats obtenus pour les lacs Supérieur, Huron, Érié et Ontario – constituera la première évaluation cumulative des eaux littorales de la portion canadienne des Grands Lacs.

Annexe A

Communauté benthique

Renseignements fournis par Lee Grapentine (2018)
Environnement et Changement climatique Canada

Objectif des analyses

On a effectué les analyses décrites dans ce document afin de déterminer l'état relatif (ou la qualité ou la santé) des communautés d'invertébrés benthiques échantillonnés dans des habitats situés dans 17 unités régionales canadiennes du lac Ontario.

Données disponibles

Les données pluriannuelles sur la communauté benthique pour les stations (= sites) situées dans les zones littorales du lac Ontario provenaient de deux sources :

- Programme de surveillance à long terme du ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario (MEPNP); et
- Plans d'assainissement des secteurs préoccupants des Grands Lacs d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) et évaluations de sites de référence.

Comme ces données ont été recueillies dans le cadre d'autres programmes, les plans d'échantillonnage utilisés ne sont pas optimaux pour l'évaluation des conditions benthiques dans chaque unité régionale. Les ensembles de données du MEPNP et d'ECCC offrent une couverture spatiale limitée des unités régionales; le MEPNP dispose de données pour les stations récemment échantillonnées dans 13 des 17 unités régionales, mais à raison d'une seule station par unité dans la plupart des cas, et ECCC possède des données pour les stations récemment échantillonnées dans seulement 6 unités régionales, mais avec plusieurs stations par unité.

Les stations ont été échantillonnées à plusieurs reprises entre 2006 et 2014 (les données antérieures à 2006 étaient considérées trop anciennes pour être pertinentes pour l'évaluation des « conditions actuelles »). La plupart des stations du MEPNP et d'ECCC ont été échantillonnées à plus d'une reprise au cours de cette période. Le plan d'échantillonnage du MEPNP est plus équilibré au plan spatial et temporel que celui d'ECCC, mais il représente seulement environ un tiers des échantillons.

Les données du MEPNP et d'ECCC ont été recueillies à l'aide de méthodes trop différentes pour qu'il soit possible de regrouper les deux ensembles de données. La différence la plus marquée tient à la dimension des mailles des tamis utilisés pour trier les invertébrés des sédiments. Le MEPNP a utilisé une taille de maille de 0,600 mm tandis qu'ECCC s'est servi d'une taille de maille de 0,250 mm. L'efficacité d'échantillonnage pour les organismes plus petits, comme les oligochètes et certains chironomes, qui dominent le benthos dans les sédiments, ne serait donc pas la même pour les deux programmes. Par conséquent, la qualité de la communauté benthique a été déterminée séparément pour chaque ensemble de données.

Les données sur l'habitat et les agents de stress, par station et par année, n'étaient pas disponibles pour les données sur le benthos du MEPNP, et demeuraient limitées pour les données sur le benthos d'ECCC. Les cartes d'exposition aux facteurs de stress des projets GLEAM (projet d'évaluation environnementale et de cartographie des Grands Lacs) et GLEI (projet des indicateurs environnementaux des Grands Lacs) n'étaient pas disponibles, sauf pour les facteurs de stress cumulatif. Cependant, le niveau d'exposition à cet agent de stress ne variait pas suffisamment dans l'ensemble du lac Ontario pour qu'il soit utile de vérifier

l'existence d'une relation avec les conditions de la communauté benthique. On n'a donc pas examiné les associations entre les agents de stress et le benthos en raison du plan d'échantillonnage insuffisamment équilibré et du nombre limité de stations échantillonnées.

Méthodes

Les procédures utilisées pour l'analyse des données sur le lac Ontario respectent le plus rigoureusement possible celles qui avaient été utilisées pour l'évaluation des eaux littorales du lac Érié. Deux différences importantes entre les ensembles de données sur le lac Ontario et le lac Érié ont nécessité des changements dans les analyses :

- Le principal ensemble de données sur le lac Érié utilisé pour l'évaluation des conditions des communautés benthiques des zones littorales comprenait des observations de 280 emplacements, toutes effectuées dans le cadre du même relevé, avec plusieurs emplacements dans la plupart des unités régionales. Dans les ensembles de données pour le lac Ontario, le nombre de stations par unité régionale est beaucoup plus faible, et les observations ont été obtenues sur plusieurs années. Par conséquent, les évaluations réalisées dans l'unité régionale Lac Ontario pourraient être plus incertaines ou moins objectives que les résultats obtenus pour le lac Érié en raison du plus petit nombre d'observations par unité et des effets de la variabilité interannuelle.
- Dans les analyses du lac Érié, la structure de la communauté benthique était caractérisée par plusieurs descripteurs, notamment le benthos total (densité de tous les macroinvertébrés dans un échantillon), la richesse taxonomique (nombre de taxons identifiés au niveau le plus bas), la sensibilité moyenne aux perturbations des individus présents dans l'échantillon, et les axes de l'analyse en coordonnées principales (ACoP) des densités de benthos, qui montrent les variations dans la composition taxonomique de l'échantillon. On ne disposait pas de données appropriées sur la sensibilité des taxons pour les ensembles de données sur le lac Ontario. On a donc utilisé comme descripteur l'uniformité au lieu de la sensibilité moyenne aux perturbations. L'uniformité, variant de 0 à 1, est une mesure de la distribution des individus entre les différents taxons contenus dans un échantillon, où 1 indique que tous les taxons présentent le même nombre d'individus, et les valeurs qui se rapprochent davantage de 0 indiquent que les taxons présentent un nombre inégal d'individus. Une faible uniformité est associée à une faible qualité de la communauté.

Les propriétés et les calculs préliminaires pour les deux ensembles de données sont décrits ci-dessous.

Pour l'ensemble de données du MEPNP, les données sur le benthos pour les années 2006, 2009 et 2012 ont été utilisées dans les analyses :

- 15 stations de surveillance ont été échantillonnées dans 13 unités régionales
- 11 des stations ont été échantillonnées au cours de plus d'une année.
- Le nombre d'échantillons répétés par visites variait de 3 à 5.
- Les données sur le benthos comprennent les densités pour les taxons identifiés au niveau taxonomique le plus bas, puis totalisés au niveau du genre pour les analyses.
- On a calculé la moyenne des densités de taxons (nombre par m²) répétés.

Pour l'ensemble de données d'ECCC, les données sur le benthos pour les années 2006, 2007, 2010, 2011, 2012 et 2014 ont été utilisées dans les analyses :

- 71 sites ont été échantillonnés dans 6 unités régionales.

- 24 sites ont été échantillonnés en 2 ans; 71 sites ont été échantillonnés une seule fois; nombre d'échantillons = 95
- Les données sur le benthos comprennent les densités pour les taxons identifiés au niveau taxonomique le plus bas, puis totalisés au niveau du genre pour les analyses

Pour chaque ensemble de données, les analyses suivantes ont été réalisées :

- Le benthos total, la richesse taxonomique et l'indice d'uniformité de Pielou ($E = H'/\ln(\text{richesse})$, où H' est l'indice de diversité de Shannon) ont été calculés pour chaque observation par station-année (échantillon) et établis par unité régionale.
- Une ACoP a été effectuée sur une matrice de similarité Bray-Curtis calculée d'après la transformation logarithmique $\log(x+1)$ des densités au niveau du genre (tous les taxons compris).
- Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée sur une matrice de corrélation calculée à partir des valeurs obtenues par transformation logarithmique pour le benthos total et la richesse taxonomique, et des valeurs d'uniformité (non transformées); à partir des 2 premiers axes de l'ACO, un gradient de qualité aligné avec un benthos total croissant, une richesse taxonomique croissante et une uniformité croissante a été calculé en :
 - a. classant les deux premiers axes de l'ordination (CP1, CP2) de 0 à 1; et
 - b. calculant les variables bornées $PC1 \times PC2$.
- On a défini trois classes de qualité du benthos (faible, moyenne, élevée) en calculant les 33^e et 67^e percentiles pour les valeurs des variables bornées $CP1 \times CP2$.

Pour les données du MEPNP, la classe de qualité de chaque échantillon a été déterminée par station-année. Pour les données d'ECCC, on a compilé le nombre d'échantillons par station-année entrant dans chaque classe de qualité pour chaque unité régionale et utilisé la catégorie qui divisait les sites en deux moitiés pour caractériser la qualité « médiane » de l'unité régionale. Cette procédure produit une mesure relative de la qualité pour les sites et les échantillons et ne tient pas compte des effets des conditions de l'habitat.

Tableau 6. Qualité de la communauté benthique pour les unités régionales avec station MECP, pour chaque année d'échantillonnage; en général, une qualité supérieure correspond à un benthos total plus élevé, à une richesse taxonomique plus élevée et à une régularité plus élevée. Il n'y a que 30 échantillons depuis 2006, et le nombre au sein de chaque unité régionale est faible, ce qui rend difficile la séparation de la variabilité spatiale et temporelle des données MECP.

Unité régionale	numéro de l'emplacement d'échantillonnage	an		
		2006	2009	2012
Rivière Niagara – Canal Welland		pas de données		
Péninsule du Niagara	3045	pas de données	modéré	faible
Péninsule du Niagara	3051	pas de données	modéré	faible
Port de Hamilton	258	pas de données	faible	faible
Burlington Beach – Baie Humber	9713	modéré	modéré	faible
Baie Humber	2047	modéré	élevé	faible
Toronto	1364	pas de données	modéré	modéré
Parc Tommy Thompson – Pickering	708	élevé	modéré	modéré

Pickering – Quai de St. Mary's Cement	pas de données			
Quai de St. Mary's Cement – Cobourg	pas de données			
Cobourg – Gull Island	3509	pas de données	élevé	pas de données
Comté de Prince Edward	2974	élevé	pas de données	pas de données
Baie de Quinte	462	pas de données	élevé	élevé
Bassin de Kingston	64	pas de données	faible	modéré
Bassin de Kingston	3087	faible	faible	faible
Région des Mille-Iles	424	pas de données	élevé	élevé
Brockville – Barrage Iroquois	128	pas de données	pas de données	élevé
Barrage Iroquois – Barrage de Moses-Saunders	pas de données			
Lac Saint-François	126	pas de données	pas de données	élevé

Tableau 7. Qualité de la communauté benthique pour les unités régionales des stations d'ECPC, en utilisant les données de 2006-2014; généralement, une qualité supérieure correspond à un benthos total plus élevé, un taxon plus élevé et une régularité plus élevée. Un plus grand nombre d'échantillons dans chaque unité régionale signifie que les différences régionales sont plus faciles à détecter. Cependant, avec moins d'unités régionales contenant des échantillons, l'étendue spatiale des analyses n'est pas aussi bonne que pour l'analyse MECP.

Unité régionale	nombre de sites d'échantillonnage	Qualité de la communauté benthique				
		faible	modéré	élevé	le plus fréquent	médian
Rivière Niagara – Canal Welland	0					
Péninsule du Niagara	0					
Port de Hamilton	24	22	2	0	Low	Low
Burlington Beach – Baie Humber	0					
Baie Humber	0					
Toronto	0					
Parc Tommy Thompson – Pickering	0					
Pickering – Quai de St. Mary's Cement	0					
Quai de St. Mary's Cement – Cobourg	0					
Cobourg – Gull Island	0					
Comté de Prince Edward	11	2	4	5	élevé	modéré
Baie de Quinte	14	3	6	5	modéré	modéré
Bassin de Kingston	9	4	5	0	modéré	modéré
Région des Mille-Iles	0					
Brockville – Barrage Iroquois	0					
Barrage Iroquois – Barrage de Moses-Saunders	11	0	6	5	modéré	modéré
Lac Saint-François	25	0	9	16	élevé	élevé