An aerial photograph of a coastal town, likely in the Great Lakes region of Canada. The foreground shows a large body of blue water with several breakwaters extending into it. The middle ground is a densely populated residential area with many houses and trees. In the background, a city skyline is visible under a hazy sky. A vertical black line is on the left side of the image.

Évaluation du **LITTORAL CANADIEN DES GRANDS LACS**

MÉTHODOLOGIE DÉTAILLÉE

N^o de cat. : En164-71/1-2021F-PDF
ISBN : 978-0-660-39155-7
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
Démarche Globale de L'évaluation des Eaux Littorales	5
Catégories d'évaluation.....	6
Processus côtiers	7
Contaminants dans l'eau et les sédiments	8
Algues nuisibles et nocives	10
Usage humain	12
Pondération des éléments probants	14
Délimitation des unités régionales	16
Limites terrestres et extracôtières.....	17
Limites latérales.....	18
Méthodologie détaillée de l'évaluation.....	19
Processus Côtiers	19
Durcissement des rives	20
Barrières littorales	25
Connectivité des affluents	30
Note pour la catégorie Processus côtiers	32
Contaminants dans l'eau et les sédiments.....	33
Qualité de l'eau.....	33
Qualité des sédiments.....	38
Communauté benthique.....	46
Note pour la catégorie Contaminants dans l'eau et les sédiments	48
Algues nuisibles et nocives	50
Cyanobactéries	50
Cladophora.....	53
Oxygène dissous (lac Érié seulement).....	56
Note pour la catégorie Algues nuisibles et nocives	58
Usage humain.....	59
Mises en garde sur les plages	59
Consommation de poisson	61
Eau potable traitée.....	66
Note pour la catégorie Usage humain	66
Lacunes dans les données et limites de l'étude.....	68

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 extracôtières¹. 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 panlacustre². 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. Des mesures sont nécessaires pour faire face aux stress et aux menaces dans les zones côtières, car elles 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 sont le lien écologique essentiel entre les bassins versants et les eaux libres des Grands Lacs.

Cadre de gestion des eaux littorales

Dans la vision de la version révisée de l'Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (AQEGL) 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 bénéfiques 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.

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.

Usage prévu de la méthodologie détaillée

Le présent rapport est destiné à toutes les organisations et à toutes les personnes qui s'intéressent à l'évaluation globale des eaux littorales. La méthodologie détaillée se veut un complément de chacun des rapports sur les résultats des évaluations des eaux littorales, et fournit à cet égard une description des données et des méthodes nécessaires pour répéter ou adapter l'évaluation, le cas échéant.

Le rapport présente une description de l'information et de tous les documents sources sur lesquels s'appuie l'évaluation, notamment un résumé de la méthodologie et des ensembles de données utilisés dans l'évaluation globale, les seuils décisionnels importants et, dans une optique d'apprentissage continu, des recommandations en vue d'améliorations futures.

Les praticiens peuvent s'appuyer sur leurs propres ensembles de données ou programmes de surveillance locaux pour obtenir de nouvelles précisions à l'intérieur d'une unité régionale et intégrer les nouvelles données à une échelle d'aménagement appropriée. Ce rapport est destiné à un public initié qui pourra, le cas échéant, reprendre l'évaluation à partir d'autres seuils ou mesures.

Démarche Globale de L'évaluation des Eaux Littorales

L'élaboration de la méthodologie de l'évaluation des eaux littorales a fait intervenir de nombreux experts des Grands Lacs et, de 2014 à 2016, des ateliers binationaux et des réunions ont été organisés avec des experts scientifiques et techniques à cette fin. Les évaluations déjà réalisées des habitats des Grands Lacs ont été étudiées pour tirer parti, dans la mesure du

possible, des connaissances et des données existantes. Dans l'approche recommandée, les données sur les agents de stress côtier ont été intégrées à l'évaluation globale suivant une démarche en trois temps : 1) découpage du littoral en unités régionales par type d'écosystème; 2) évaluation de chaque unité régionale et 3) exploration des résultats à partir de données supplémentaires sur la santé et l'abondance du biote aquatique.

Cette démarche a été mise en œuvre en 2018 et a évolué à la lumière de l'expérience acquise lors de l'application du cadre de gestion au lac Érié. Bien que le cadre de gestion actuel diffère légèrement de la démarche en trois temps d'origine, il s'appuie sur les mêmes principes :

- Phase 1 : découpage du littoral en unités régionales par type d'écosystème, à partir de processus physiques et de caractéristiques lacustres à évolution relativement lente
- Phase 2 : évaluation globale de l'état de chaque unité régionale à l'aide d'une approche fondée sur une pondération des éléments probants, élaborée en regard des objectifs généraux de l'AQEGL, afin de recenser les zones littorales qui sont ou pourraient être soumises à un stress élevé en raison d'un effet particulier ou d'un effet cumulatif
- Phase 3 : intégration de données supplémentaires et superposition aux zones qui présentent une grande valeur écologique afin de faciliter l'établissement de priorités pour la remise en état et la protection des zones littorales en tenant compte des facteurs qui ont une incidence sur les zones littorales et l'ensemble du lac

À mesure que les données et renseignements à l'appui du Cadre de gestion des eaux littorales seront colligés et appliqués pour réaliser l'évaluation, les effets cumulatifs qui touchent les zones littorales et les menaces futures pour les zones qui présentent une grande valeur écologique seront mieux compris. Les connaissances mises en commun permettront en outre d'établir les priorités en matière de recherches scientifiques et de mesures de gestion à une échelle pratique et significative.

Catégories d'évaluation

L'AQEGL a pour but de restaurer et de maintenir l'intégrité chimique, physique et biologique des eaux des Grands Lacs. Neuf objectifs généraux sont définis à cette fin et ont été utilisés pour établir quatre catégories aux fins de l'évaluation globale. Chacune de ces catégories renferme deux ou trois mesures qui ont été élaborées en regard des exigences spécifiques du Cadre de gestion des eaux littorales.

Les données utilisées dans l'évaluation ayant été obtenues de différents partenaires dans le cadre de programmes de surveillance existants, elles sont donc de types, de formats et de résolutions variés. Lorsqu'il y en avait, on a utilisé des 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. À l'aide d'un SIG, on a intégré dans la première évaluation cumulative des eaux littorales de la portion canadienne des Grands Lacs les données disparates qui sont habituellement évaluées séparément.

Chacune des quatre catégories est décrite ci-dessous, et la méthodologie détaillée utilisée pour l'évaluation de chaque catégorie est présentée à la section *Méthodologie détaillée de l'évaluation*.

Processus côtiers

Selon les objectifs généraux de l'AQEGL, les eaux des Grands Lacs sont censés favoriser la santé et la productivité des milieux humides et des autres habitats afin d'assurer la subsistance de populations résilientes d'espèces indigènes, et être exemptes de matières ou de conditions qui pourraient avoir une incidence négative sur leur intégrité chimique, physique ou biologique.

Pour que les écosystèmes littoraux soient fonctionnels, il est essentiel que les processus physiques naturels tant à l'intérieur du bassin hydrographique que le long du littoral soient maintenus, car ces processus créent et régulent l'écosystème en assurant le transfert d'énergie, d'eau et de sédiments. Les processus qui déplacent l'eau et les éléments nutritifs le long du littoral offrent aussi des avantages écologiques et créent des habitats. Certaines caractéristiques de la bande côtière et des zones littorales, comme les embouchures de rivière, les milieux humides côtiers, les plages et les dunes, ainsi que le transport et la composition des sédiments et l'orientation du littoral résultent de l'interaction des processus côtiers avec le paysage. L'aménagement croissant du rivage et l'altération physique de l'interface terre-eau constituent un facteur important de stress pour les processus côtiers.

Se basant sur la prise en compte d'un écosystème côtier dont l'intégrité physique n'est pas compromise, la catégorie Processus côtiers comprend trois mesures : **Durcissement des rives**, **Barrières littorales** et **Connectivité des affluents**. Ces mesures s'inscrivent également dans les exigences spécifiques du Cadre de gestion des eaux littorales, car elles tiennent compte du durcissement des rives et de la perte d'habitat.

- **Durcissement des rives**

Le littoral offre un ensemble unique de conditions et de processus qui, conjointement, répondent aux besoins des espèces aquatiques et des communautés biologiques à différents stades de leur cycle de vie. Lorsqu'une rive est durcie, cela peut altérer la dynamique des sédiments, accélérer l'érosion, accroître la turbidité de l'eau, détruire la végétation locale et 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 par leurs effets sur leur habitat, notamment les couloirs migratoires, les frayères et les aires d'alevinage et d'alimentation. Dans l'ensemble de la portion canadienne des Grands Lacs – en particulier les lacs de la partie sud – la plus grande partie du littoral, du bord de l'eau ou de l'arrière-plage a été altérée par des ouvrages construits ou des matériaux artificiels. Dans ces secteurs, les processus côtiers naturels sont altérés et les communautés végétales indigènes peuvent être absentes. Le durcissement des rives peut réduire la résilience côtière; en l'absence de végétation ou de caractéristiques naturelles, comme des milieux humides côtiers, le littoral peut ne plus être en mesure s'adapter à la hausse et à la baisse des niveaux d'eau, ce qui entraîne des réductions physiques de l'habitat aquatique disponible.

Cette mesure est utilisée pour attribuer un niveau de stress (élevé, modéré ou faible) en fonction du pourcentage du littoral qui a été artificialisé à l'intérieur d'une unité régionale.

- **Barrières littorales**

La présence de barrières littorales peut entraver les processus côtiers naturels liés à la dynamique des sédiments. Une cellule littorale est un compartiment littoral conceptuel défini par l'apport, le transport et le dépôt de sédiments. À l'intérieur d'une cellule littorale, on observe une zone d'alimentation en amont, une direction nette de transport littoral des sédiments, une zone de dépôt en aval et pas ou peu de fuites de sédiments aux limites de la cellule. Les sédiments alimentent la cellule à partir de différentes sources (p. ex., érosion des falaises, dunes côtières

et transport littoral), puis sont transportés le long de la côte sous l'action des vagues, où ils se déposent ou sont dispersés au large. Les barrières artificielles construites perpendiculairement à la rive dans les eaux littorales peuvent faire obstacle à l'apport sédimentaire de plusieurs façons, par exemple en empêchant le renouvellement des sédiments ou en créant des pièges à sédiments où les sédiments sont essentiellement déposés à l'emplacement de la barrière et ne peuvent pas sortir de la cellule littorale. Ces barrières perturbent le mouvement naturel des sédiments, ce qui, au bout du compte, nuit à la fonctionnalité des écosystèmes littoraux.

La mesure Barrières littorales ne s'applique qu'aux unités régionales où la dérive littorale est un processus physique important. Dans les zones où ce n'est pas le cas, par exemple dans le lac Supérieur, où le littoral est dominé par un substrat rocheux dur, la mesure ne s'applique pas. Selon le nombre de barrières littorales à l'intérieur d'une unité régionale, un niveau de stress élevé, modéré ou faible est attribué.

- **Connectivité des affluents**

La connectivité des affluents entre les bassins hydrographiques et la zone littorale favorise la santé des habitats et des espèces indigènes et les processus physiques naturels, comme le dépôt des sédiments. Elle offre par ailleurs des voies chimiques et physiques dégagées pour répondre aux besoins des espèces aquatiques à différents stades de leur cycle de vie, notamment l'accès à des refuges intacts et à des possibilités d'échange génétique. Les structures qui font obstacle à la connectivité des affluents peuvent entraver le mouvement des poissons et altérer ces processus physiques et chimiques. Les barrages et autres barrières artificielles peuvent entraver la connectivité pour les espèces aquatiques tout comme le mouvement des débris de bois, des sédiments et des éléments nutritifs qui sont essentiels à la santé des écosystèmes littoraux.

Depuis des décennies, les barrages et barrières influent sur la santé des écosystèmes aquatiques des Grands Lacs. En plus de limiter l'accès des poissons aux habitats de frai et d'alevinage, la perte de connectivité des affluents a une incidence sur la circulation des nutriments et les processus côtiers. Il peut exister des obstacles à la connectivité dans le bassin hydrographique, à la confluence des cours d'eau et des lacs, en raison de la canalisation des cours d'eau, de l'élimination des habitats de milieu humide ou des perturbations du mélange et du transfert des sédiments à partir des ports et des installations portuaires. Bien que les barrages soient des barrières qui perturbent les processus naturels, certains sont considérés comme importants pour maintenir le contrôle de la lamproie marine. Au moment de l'évaluation, ces données n'étaient pas disponibles et les avantages potentiels des barrières de lutte contre la lamproie marine n'ont pas été inclus dans l'évaluation.

La mesure Connectivité des affluents permet d'attribuer un niveau de stress (faible, modéré ou élevé) en fonction du pourcentage d'affluents qui demeurent hydrologiquement reliés au littoral, à savoir le pourcentage d'affluents qui ne sont pas en amont d'une barrière naturelle (chute d'eau) ni en amont d'un barrage.

Contaminants dans l'eau et les sédiments

Certains objectifs généraux de l'AQEGL renvoient au fait que les eaux des Grands Lacs ne devraient pas contenir de polluants en des quantités ou dans des concentrations qui pourraient être nocives pour la santé humaine, la faune ou les organismes aquatiques en raison d'une exposition directe ou indirecte dans le cadre de la chaîne alimentaire. Parmi les sources de contamination, on compte les rejets industriels et municipaux; les contaminants hérités des anciennes pratiques qui persistent dans la colonne d'eau, les sédiments et/ou le biote; les dépôts atmosphériques; et les sources diffuses associées aux pratiques urbaines, industrielles

et agricoles. Certains contaminants métalliques (mercure) peuvent être libérés dans les eaux de surface par le lessivage des roches et l'inondation des milieux terrestres ou le drainage des milieux humides et des tourbières.

L'évaluation utilise les données des programmes de surveillance en cours qui fournissent des données à long terme sur les conditions ambiantes du site d'échantillonnage. Les études spéciales conçues pour des travaux de recherche particuliers ou pour mesurer les progrès réalisés dans les secteurs préoccupants (SP) des Grands Lacs ont été exclues de l'évaluation parce que le plan d'échantillonnage utilisé avait un but précis et ne pouvait vraisemblablement être maintenu à long terme pour mesurer les progrès au fil du temps. Dans cette évaluation, on a mis au point des mesures qui visent à répertorier les zones littorales qui sont ou pourraient être dégradées par la présence de contaminants. Ces mesures sont la **Qualité de l'eau**, la **Communauté benthique** et la **Qualité des sédiments**. Elles ont été élaborées selon les exigences spécifiques du Cadre de gestion des eaux littorales et tiennent compte des effets sur la santé humaine et l'environnement et des enjeux liés à la contamination des sédiments.

- **Qualité de l'eau**

Les contaminants présents dans l'eau peuvent avoir des effets aigus et chroniques sur les organismes aquatiques qui dépendent de l'eau pendant une partie de leur cycle de vie. Les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux, publiées par le Conseil canadien des ministres de l'Environnement, comprennent des lignes directrices fondées sur la science pour la protection des organismes dulcicoles. Ces recommandations reflètent l'objectif national de qualité de l'environnement, à savoir l'absence d'effets nuisibles observables à long terme sur les écosystèmes atmosphériques, aquatiques et terrestres, et sont basées sur les données scientifiques les plus récentes – elles ne tiennent pas directement compte des facteurs propres au site ou des facteurs de gestion qui pourraient influencer sur leur mise en œuvre³. La province de l'Ontario a en outre établi des critères numériques et descriptifs pour les eaux de surface et les eaux souterraines, aux points où ces dernières ressurgissent à la surface. Les Objectifs provinciaux de qualité de l'eau sont fixés à un niveau de qualité qui protège toutes les formes de vie aquatique et tous les aspects de leur cycle de vie pendant une exposition d'une durée indéfinie à l'eau⁴.

Cette mesure sert à attribuer un niveau faible, modéré ou élevé de stress en fonction du nombre de dépassements des lignes directrices pour la qualité de l'eau à l'intérieur d'une unité régionale.

- **Communauté benthique**

Les communautés benthiques qui vivent dans un environnement sont représentatives de la santé générale de l'écosystème. La composition des communautés benthiques peut varier considérablement selon les conditions naturelles de l'habitat et la présence ou l'absence de facteurs de stress anthropiques. Les contaminants qui se trouvent dans les organismes vivant dans les sédiments peuvent aussi subir une bioaccumulation ou une bioamplification dans la chaîne alimentaire et représenter ainsi une source de contamination pour d'autres formes de vie

³ CCME (Conseil canadien des ministres de l'Environnement). 1987. Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Accessible à l'adresse <http://cegg-rcqe.ccme.ca/download/fr/95>

⁴ Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario. 1994. Gestion de l'eau : politiques, lignes directrices, objectifs provinciaux de qualité de l'eau. Accessible à l'adresse <https://www.ontario.ca/page/water-management-policies-guidelines-provincial-water-quality-objectives#section-2> (en anglais seulement)

aquatique ainsi que pour les humains qui consomment du poisson ou d'autres espèces sauvages.

La mesure Communauté benthique vise à déterminer le benthos total (densité de macroinvertébrés), la richesse taxonomique (nombre de taxons au niveau d'identification le plus bas) et la tolérance moyenne aux perturbations ou l'uniformité des individus à un emplacement afin de caractériser les profils de variation dans les communautés benthiques entre les unités régionales. L'évaluation produit une mesure relative de la qualité, où les valeurs plus élevées sont associées à une plus forte densité et à une plus grande richesse taxonomique et à une tolérance ou à une uniformité réduite des taxons.

- **Qualité des sédiments**

Les contaminants présents dans les sédiments de fond peuvent être rejetés dans la colonne d'eau et pénétrer dans la chaîne alimentaire par le biais des communautés benthiques. La charge de contaminants dans les organismes benthiques peut avoir des effets toxiques et des effets sur la reproduction qui font que la communauté évolue, favorisant les espèces plus tolérantes au détriment des espèces moins tolérantes, ou qui causent une perte importante de communautés. De même, la bioaccumulation et la bioamplification des contaminants dans la faune aquatique des niveaux trophiques supérieurs peuvent avoir des effets toxiques ou des effets sur la reproduction et devenir une source de contamination pour les humains qui consomment du poisson ou d'autres espèces sauvages.

Bien que les techniques d'échantillonnage des sédiments varient entre les programmes fédéraux et provinciaux, l'objectif général des efforts d'échantillonnage au niveau de l'examen préalable consiste à mesurer les niveaux pouvant indiquer une contamination supérieure aux conditions de référence ou aux conditions naturelles et à recenser les zones qui sont des sources de contamination, les changements survenant au fil du temps et dans l'étendue spatiale ainsi que les concentrations auxquelles une évaluation détaillée peut être nécessaire en vue d'éclairer les décisions potentielles en matière de gestion des sédiments.

Cette mesure vise à déterminer les concentrations médianes de contaminants pour trois catégories (métaux, BPC/pesticides organochlorés et HAP) et permet d'attribuer un niveau faible, modéré ou élevé de stress en fonction du nombre de dépassements des lignes directrices provinciales ou fédérales aux stations de surveillance des zones littorales à l'intérieur d'une unité régionale.

Algues nuisibles et nocives

Les objectifs généraux de l'AQEGL renvoient à ce que les eaux des Grands Lacs soient exemptes d'éléments nutritifs qui pénètrent dans l'eau directement ou indirectement en conséquence de l'activité humaine, en des quantités propices à la formation d'algues et de cyanobactéries compromettant la santé de l'écosystème aquatique, ou interférant avec l'utilisation humaine de l'écosystème. Bien que les algues soient présentes à l'état naturel et fassent partie des écosystèmes dulcicoles en santé, on a observé dans les Grands Lacs une augmentation de la fréquence des proliférations d'algues. La prolifération survient lorsqu'il y a une croissance excessive de phytoplancton à la suite de changements dans les conditions hydrologiques –le plus fréquent étant l'augmentation de la quantité de nutriments (p. ex., phosphore et azote).

Les efflorescences algales peuvent devenir une nuisance et, dans certains cas, sont nuisibles ou nocives. Les efflorescences algales nuisibles sont caractérisées par une croissance excessive d'algues qui fait des dommages lorsque les organismes contenus dans les

efflorescences renferment des toxines. Dans les Grands Lacs, en particulier dans le lac Érié, la biomasse des cyanobactéries peut atteindre des niveaux qui donnent lieu à des concentrations de toxines dangereuses pour la santé humaine ou la santé de l'écosystème. Les efflorescences d'algues nuisibles, se distinguent des proliférations d'algues nocives par leur effet sur la qualité de l'eau et le biote – y compris le risque pour les humains – lié à la production de toxines. Généralement, les algues nuisibles et intempêtes, comme la *Cladophora*, ont un effet sur l'apparence du plan d'eau ou son utilisation à des fins récréatives.

Outre l'AQEG, l'Accord Canada-Ontario concernant la qualité de l'eau et la santé de l'écosystème des Grands Lacs (ébauche 2020) souligne la nécessité de mener des recherches scientifiques afin de mieux comprendre les facteurs qui sont à l'origine des proliférations algales ou qui en découlent et d'élaborer des interventions coordonnées et stratégiques face aux enjeux de gestion des nutriments dans les Grands Lacs. Cette catégorie est constituée de mesures qui tiennent compte de l'effet sur la santé de l'écosystème et la santé humaine des algues et des cyanobactéries. Deux mesures contribuent à cette catégorie : **Cyanobactéries** et **Cladophora**. Dans le cas du lac Érié, on a ajouté la mesure **Oxygène dissous/hypoxie**. Chacune de ces mesures a été mise au point en regard des exigences spécifiques du Cadre de gestion des eaux littorales et tient compte de la contamination bactérienne et des sources de stress sur les zones littorales.

- **Cyanobactéries**

Les cyanobactéries, aussi appelées algues bleu-vert, sont des organismes microscopiques naturellement présents dans l'eau douce. Une croissance excessive de cette algue peut se transformer en une prolifération d'algues nuisibles (HAB), qui peut épuiser l'oxygène à l'intérieur d'un plan d'eau, bloquer la lumière du soleil dont d'autres organismes aquatiques ont besoin et, dans certains cas, libérer des toxines qui sont dangereuses pour la santé humaine. Les cyanobactéries qui produisent des toxines présentent un risque important pour la santé écologique et la santé humaine.

Cette mesure vise à déterminer la gravité et l'étendue des cyanobactéries à l'intérieur de chaque unité régionale, à signaler les unités régionales où des proliférations sont décelées et à identifier les cyanobactéries comme une source de stress dans les zones littorales.

- **Cladophora**

La *Cladophora* est une algue verte filamenteuse qui pousse sur des substrats durs dans l'ensemble des Grands Lacs. Bien que non toxique, elle représente une nuisance et est susceptible de menacer la santé humaine. En plus d'obstruer les prises d'eau et de dégrader l'habitat du poisson, les tapis nauséabonds de *Cladophora* en décomposition sur les plages favorisent la croissance des bactéries et constituent un facteur dans la décision d'afficher des mises en garde sur les plages. La présence de *Cladophora* crée un climat propice au développement du botulisme, responsable de la mort d'oiseaux et de poissons. La *Cladophora* est indigène des Grands Lacs et constituait un problème important dans le lac Érié et le lac Ontario au cours des années 1930 et 1950. Grâce à l'adoption de règlements limitant les concentrations de phosphates dans les détergents au cours des années 1970, la biomasse de *Cladophora* a diminué. Toutefois, depuis le début des années 2000, on a observé une recrudescence, coïncidant avec l'établissement de la moule zébrée et de la moule quagga (moules dreissénidées). Comme les moules dreissénidées augmentent la limpidité de l'eau et altèrent les flux de nutriments, il est particulièrement difficile de limiter la croissance de la *Cladophora*. Des efforts scientifiques binationaux en cours visent à mieux comprendre sa croissance en vue de formuler des recommandations quant aux mesures à prendre.

Dans les unités régionales où les conditions sont propices à la croissance de *Cladophora*, on attribue un niveau faible, modéré ou élevé de stress en fonction de l'étendue de la végétation aquatique submergée détectée par imagerie satellite.

- **Oxygène dissous/hypoxie (lac Érié)**

L'oxygène dissous (OD) mesure la quantité d'oxygène dans l'eau qui est disponible pour les organismes aquatiques. La décomposition des algues peut avoir comme effet indésirable de favoriser l'apparition de conditions hypoxiques, et l'absence ou le manque d'oxygène peut avoir des effets nuisibles sur les espèces aquatiques des eaux littorales. Bien que des conditions hypoxiques puissent être présentes dans d'autres secteurs des Grands Lacs, l'échelle spatiale et temporelle à laquelle elles sont observées dans le lac Érié justifie l'utilisation de cette mesure additionnelle dans la catégorie Algues nuisibles et nocives.

Dans certaines conditions liées à la bathymétrie et à la température, l'hypoxie peut survenir naturellement dans le bassin central du lac Érié. Cependant, dans l'ensemble du bassin ouest, l'hypoxie est exacerbée par des niveaux de nutriments invariablement élevés et des proliférations algales étendues. Une quantité excessive de cyanobactéries (prolifération d'algues nocives) dans le bassin ouest du lac se déplaçant en direction du bassin central peuvent se déposer sur le lit du lac. À mesure que les bactéries décomposent les algues mortes, l'oxygène se raréfie, ce qui contribue à l'hypoxie. Par ailleurs, les variations saisonnières et les violentes tempêtes peuvent provoquer un « renversement » du lac, où l'eau du fond pauvre en oxygène remonte à la surface. L'eau appauvrie en oxygène peut alors atteindre les zones littorales et avoir une incidence sur les poissons et d'autres biotes.

Cette mesure permet d'étudier les niveaux d'OD dans les unités régionales du lac Érié et d'attribuer un niveau faible, modéré ou élevé de stress selon que le niveau se trouve dans les plages acceptables pour la vie aquatique. La mesure Oxygène dissous est incluse dans l'évaluation du lac Érié parce qu'elle est étroitement liée aux proliférations d'algues nuisibles.

Usage humain

Les objectifs généraux de l'AQEGL stipulent que les lacs devraient être une source d'eau potable sécuritaire et de haute qualité, que la baignade et d'autres activités récréatives soient possibles, sans restrictions dues à des préoccupations quant à la qualité de l'environnement, et que la consommation par les humains de poissons et d'espèces sauvages soit possible, sans restrictions dues à la contamination par des polluants nocifs. La perspective que les Grands Lacs soient un endroit « où on peut pêcher, dont on peut boire l'eau et où on peut se baigner » est une attente largement partagée au sein de la population, et ce sont surtout les eaux littorales qui offrent ces avantages. Les eaux littorales sont la source d'eau potable de plus de 80 % des Ontariens⁵ les plages constituent un point d'attraction important pour la population pendant les mois d'été et la pêche sportive complète la diète de nombreuses personnes tandis que la pêche récréative est pratiquée dans l'ensemble des lacs. La catégorie Usage humain renferme des mesures qui tiennent compte du risque de ces utilisations pour la santé humaine. À noter que les études qui mesurent directement les incidences sur la santé humaine de la contamination de l'eau, d'une exposition à des pathogènes et à des bactéries sur les plages ou de la consommation de poissons contaminés sont des domaines de recherche complexes et difficiles et ne font pas partie de l'évaluation globale des eaux littorales.

⁵ Stratégie ontarienne pour les Grands Lacs. Accessible à l'adresse <https://www.ontario.ca/fr/page/strategie-ontarienne-pour-les-grands-lacs>

Cette catégorie renferme les trois mesures suivantes : **Mises en garde sur les plages**, **Avis de consommation de poisson** et **Eau potable traitée**. Ces mesures ont été élaborées en regard des exigences spécifiques du Cadre de gestion des eaux littorales et tiennent compte de l'incidence sur la santé humaine et l'environnement.

- **Mises en garde sur les plages**

Les plages publiques sont des lieux de loisirs très prisés pour des millions de personnes dans l'ensemble des Grands Lacs, et une mauvaise qualité de l'eau due à une contamination bactérienne peut avoir des effets négatifs sur la santé humaine et les activités récréatives. Les objectifs provinciaux pour la protection des eaux récréatives sont fondés sur les risques pour la santé humaine, déterminés à partir des données d'échantillonnage recueillies pour *Escherichia coli* (*E. coli*), qui est utilisé comme indicateur de contamination par des bactéries et des pathogènes. L'utilisation de l'eau pour la natation, la baignade et d'autres activités récréatives nécessitant l'immersion de l'utilisateur ne devrait pas causer de maladies chez l'utilisateur ni de dangers pouvant entraîner des blessures physiques, de l'irritation ou une perte de jouissance de l'eau. Des facteurs esthétiques peuvent aussi jouer un rôle dans la décision du service de santé publique ou de la province d'afficher une mise en garde sur une plage.

Cette mesure permet d'attribuer un niveau de stress faible, modéré ou élevé en fonction de la fréquence des mises en garde pendant les mois d'été (juillet et août) par les services municipaux de santé publique ou la province, et non en fonction des données d'échantillonnage bactériologiques proprement dites.

- **Consommation de poisson**

Les poissons des Grands Lacs constituent une source de nourriture diversifiée et accessible. Selon leur taille, leur type et leur emplacement, certains poissons peuvent être meilleurs à consommer que d'autres, car la présence de contaminants dans les poissons peut donner lieu à des avis de consommation. Depuis des décennies, des substances nocives comme le mercure, les dioxines et les biphényles polychlorés (BPC) pénètrent dans les lacs et se retrouvent ensuite dans la chaîne alimentaire. Elles peuvent passer des poissons proies aux espèces prédatrices et devenir un risque pour la santé humaine. La province de l'Ontario émet des avis de consommation de poisson pour informer le public de la quantité d'une espèce donnée qu'il est sécuritaire de consommer pendant une période donnée. L'analyse effectuée sur les poissons prélevés dans les lacs afin de déceler la présence des contaminants préoccupants dans les tissus est à la base des avis de consommation.

Cette mesure porte sur les avis de consommation émis pour les espèces des zones littorales les plus consommées dans une unité régionale et permet d'attribuer un niveau faible, modéré ou élevé de stress en fonction des données contenues dans le Guide de consommation du poisson de l'Ontario.

- **Eau potable traitée**

Les Grands Lacs sont une source d'eau potable de grande qualité pour près de 30 % des Canadiens⁶. La province de l'Ontario et les administrations municipales surveillent la qualité de l'eau aux stations de traitement afin de s'assurer que l'eau potable est propre à la consommation humaine. Les objectifs de l'Ontario en matière d'eau potable du ministère de

⁶ Stratégie ontarienne pour les Grands Lacs. Accessible à l'adresse <https://www.ontario.ca/fr/page/strategie-ontarienne-pour-les-grands-lacs>

l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs (MEPNP, 1994) sont appliqués aux approvisionnements en eau potable traitée afin de protéger la santé publique. L'eau destinée à la consommation humaine ne devrait pas contenir d'organismes pathogènes (p. ex., *E. coli*) ou des concentrations dangereuses de produits chimiques toxiques ou de substances radioactives. Tous les plans d'eau (lacs, cours d'eau ou autres eaux de surface) sont susceptibles d'être contaminés, et le MEPNP recommande qu'aucune eau de surface ne soit considérée comme propre à la consommation sans avoir subi un traitement préalable, notamment la désinfection.

Pondération des éléments probants

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 à partir de « groupes d'éléments probants »⁷.

Une pondération est accordée à chaque mesure en fonction de trois facteurs : pertinence, solidité et fiabilité (tableau 1). On attribue à chacune des mesures à l'intérieur d'une catégorie un niveau de stress « faible », « modéré » ou « élevé », 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. Chaque catégorie est réputée avoir une importance égale dans la notation des conditions globales pour une unité régionale; cependant, on a accordé à certaines mesures une pondération plus élevée en regard des critères de pertinence, de solidité et de fiabilité : Qualité des sédiments (++), Communauté benthique (++) et Cyanobactéries (++).

Pour l'évaluation des eaux littorales, les groupes d'éléments probants sont réunis en quatre catégories (Processus côtiers, Contaminants dans l'eau et les sédiments, Algues nuisibles et nocives et Usage humain). On utilise des mesures pour évaluer le stress cumulatif pour chaque groupe, puis le niveau global de stress pour chaque unité régionale en intégrant les quatre catégories (groupes d'éléments probants). Les tableaux présentés dans chacune des sections ci-dessous montrent la grille de notation utilisée dans l'approche fondée sur la pondération des éléments probants pour chaque catégorie, en fonction de la pondération de chaque mesure contenue dans la catégorie; le tableau 2 montre comment les résultats obtenus pour chaque catégorie sont combinés pour obtenir une note globale.

Tableau 1. Description des seuils Faible, Modéré et Élevé pour chaque mesure utilisée dans l'évaluation et pondération accordée à chaque mesure dans l'évaluation globale.

Mesure	Grille de notation pondérée	Stress faible	Stress modéré	Stress élevé
Durcissement des rives	+	<25 % durcissement du littoral	25-50 % durcissement du littoral	>50 % durcissement du littoral
Barrières littorales	+	0 Barrières littorales	1 Barrière littorale	>1 Barrière littorale
Connectivité des affluents	+	>75 % connectivité des affluents	25-75 % connectivité des affluents	<25 % connectivité des affluents
Qualité de l'eau	+	0 Dépassements	1-2 Dépassements	>2 Dépassements

⁷ Golder Associates Ltd. 2018. Great Lakes Nearshore Assessment Weight of Evidence. Préparé pour Environnement et Changement climatique Canada.

Communauté benthique	++	Fonctionnelle, qualité élevée	Dégradée, mais fonctionnelle	Très dégradée, non fonctionnelle
Qualité des sédiments	++	Dépassements minimes (métaux) ou pas de dépassements pour les groupes de contaminants	Quelques dépassements ou dépassements minimes pour les groupes de contaminants	Dépassement de la CEG (concentration à effet grave)
Cyanobactéries	++	Couverture <20 % OU couverture <2 % (selon l'unité régionale)	Sans objet (S.O.)	Couverture >20 % OU couverture >2 % (selon l'unité régionale)
<i>Cladophora</i>	+	<20 % Étendue de la végétation aquatique submergée (VAS)	20-35 % Étendue de la végétation aquatique submergée (VAS)	>35 % Étendue de la végétation aquatique submergée (VAS)
Oxygène dissous/hypoxie*	+	>6 mg/L	2-6 mg/L	<2 mg/L
Mises en garde sur les plages	+	<5 % des jours	5-30 % des jours	>30 % des jours
Consommation de poisson	+	≥8 Repas par mois	Entre 1 et 7 repas par mois	Moins de 1 repas par mois
Eau potable traitée	+	Pas d'incidents ayant des effets négatifs sur la qualité de l'eau	Sans objet (S.O.)	Incidents ayant des effets négatifs sur la qualité de l'eau

* Remarque : la mesure Oxygène dissous/hypoxie n'est évaluée que dans le lac Érié
Milligramme/litre (mg/L)

On attribue le niveau de stress cumulatif pour chaque catégorie en combinant les éléments probants (résultats des mesures individuelles) et en intégrant les quatre catégories pour créer une note globale pour chaque unité régionale (tableau 2). Chacune des notes globales est décrite sous forme narrative dans les rapports de résultats, qui fournissent la justification et le contexte de la notation. Cette approche permet d'établir un lien entre les résultats et une constatation et de conserver l'information pertinente afin de garantir que l'objectif global de transparence est respecté. Ce processus structuré vise à faciliter la communication des priorités relatives plutôt que des risques absolus et peut être utilisé pour établir les grandes priorités aux fins d'une analyse détaillée, s'il y a lieu.

Tableau 2. Grille de notation pondérée pour la note globale pour l'unité régionale

(F : faible niveau de stress ; M : niveau de stress modéré ; E : niveau de stress élevé ; VF : niveau de stress très faible ; ? fait référence à une catégorie qui présente des lacunes dans les données et ne peut donc pas être notée).

*VF est atteint lorsque toutes les mesures - et donc les catégories - sont à faible stress.

Catégorie	Catégorie	Catégorie	Catégorie	Note globale pour l'unité régionale
F	F	F	F	VF*
F	F	F	M	F
F	F	F	E	M
F	F	M	M	M
F	F	M	E	M
F	F	E	E	M
F	M	M	M	M
F	M	M	E	M
F	M	E	E	E
F	E	E	E	E
M	M	M	M	M
M	M	M	E	M
M	M	E	E	E
M	E	E	E	E
E	E	E	E	E
?	F	F	F	F
?	F	F	M	F
?	F	F	E	M
?	F	M	M	M
?	F	M	E	M
?	F	E	E	E
?	M	M	M	M
?	M	M	E	M
?	M	E	E	E
?	E	E	E	E
?	?	F	F	F
?	?	F	M	M
?	?	F	E	M
?	?	M	M	M
?	?	M	E	E
?	?	E	E	E
?	?	?	F	?
?	?	?	M	?
?	?	?	E	?
?	?	?	?	?

Délimitation des unités régionales

La première phase de l'évaluation des eaux littorales consistait à découper le littoral en unités régionales en fonction du type d'écosystème, en s'appuyant sur des processus physiques et des caractéristiques lacustres dont l'évolution est relativement lente, ainsi que la prise en compte de la taille et de la couverture des données. Le découpage du littoral en unités régionales vise à définir des unités d'évaluation pertinentes sur le plan écologique à une échelle régionale.

Les paramètres physiques et les processus naturels structurent, organisent et définissent les écosystèmes côtiers et régulent les éléments biologiques et chimiques du système. La géomorphologie d'une zone – bathymétrie, substrat, sinuosité du littoral (c'est-à-dire degré d'ondulation naturelle du littoral) – influence la structure et les flux d'énergie ainsi que les processus liés au transfert d'énergie. De même, la variabilité naturelle des processus hydrodynamiques au sein d'une zone peut avoir un rôle déterminant dans l'apport, le transport et le dépôt des sédiments. La densité et l'exposition à l'énergie des vagues donnent une indication de la vulnérabilité d'une zone à l'érosion et à la présence/absence de végétation aquatique. Ces paramètres à évolution lente, ou statiques, ont été utilisés pour délimiter des unités régionales qui sont internement homogènes mais fonctionnellement différentes des zones littorales voisines.

La délimitation des unités régionales aide également à interpréter les données sur une zone à une échelle raisonnable, ainsi qu'à comprendre les mesures qui peuvent être les plus pertinentes pour une partie particulière du rivage. Par exemple, les conditions physiographiques des unités régionales adjacentes peuvent différer suffisamment pour que la mesure *Cladophora* soit applicable dans l'une mais pas dans l'autre. Il n'y a pas de seuil de taille spécifique pour les unités régionales, cependant deux considérations importantes liées à la taille incluent la résolution des données disponibles et les actions de gestion pertinentes.

Le découpage des unités régionales est différent dans chacun des lacs en raison de différences écosystémiques, mais il suit généralement une procédure semblable où la limite terrestre est définie par la laisse des hautes eaux, la limite extracôtère par la bathymétrie et les limites latérales par la densité de l'énergie des vagues, le substrat et la morphologie du rivage. Une description détaillée des limites des unités régionales dans chaque lac est présentée dans le rapport des résultats pour chaque lac.

Limites terrestres et extracôtères

La limite terrestre des unités régionales a été définie à partir de la laisse des hautes eaux. On a examiné les niveaux de l'eau moyens mensuels historiques fournis par le réseau coordonné de stations hydrographiques d'Environnement et Changement climatique Canada pour chaque lac et utilisé la moyenne mensuelle maximale comme limite terrestre (voir le tableau 3). Outre la laisse des hautes eaux, les milieux humides côtiers ont aussi été pris en compte dans la définition de la limite terrestre. Dans les zones qui comptent des milieux humides côtiers, on a examiné la meilleure imagerie disponible et les données de classification des écosystèmes afin de déterminer si le milieu humide était hydrologiquement relié au littoral. Si un milieu humide était considéré comme hydrologiquement lié, la limite de la zone humide devenait la limite terrestre de l'unité régionale plutôt que la courbe de niveau.

La limite extracôtère des unités régionales repose sur la bathymétrie de chaque lac. Avec une profondeur moyenne d'environ 64 m, le lac Érié est le moins profond des Grands Lacs. Il existe toutefois un gradient entre le bassin ouest moins profond et le bassin est plus profond. À partir de ce profil, une profondeur de 15 m a été retenue comme limite extracôtère. Le lac Supérieur est le plus profond des Grands Lacs et la pente de ses rives est très abrupte, ce qui signifie qu'une profondeur de 15 ou de 30 m près du rivage représente une bande trop étroite pour être caractérisée, et une limite extracôtère de 100 m a été utilisée.

Lorsque des cartes bathymétriques à résolution plus fine pourront être établies à partir des données LiDAR récentes (ECCC et MPO) dans les zones littorales des Grands Lacs, les limites extracôtères pourront être affinées.

Tableau 3. Détails relatifs aux limites des unités régionales, pour chaque lac.

Paramètre ou caractéristique physique	SUPÉRIEUR	HURON	ÉRIÉ	ONTARIO	Source de données
Laisse des hautes eaux	183.91 - 0.7 Mètres (m) au-dessus du zéro hydrographique (183.2 m, IGLD'85)	177.5 - 1.5 Mètres (m) au-dessus du zéro hydrographique (176.0 m, IGLD'85)	175.04 - 1.54 Mètres (m) au-dessus du zéro hydrographique (173.5 m, IGLD'85)	75.8 - 1.6 Mètres (m) au-dessus du zéro hydrographique (74.2 m, IGLD'85); Divers niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent	ECCC https://waterlevels.gc.ca/C&A/historical-fra.html
Bathymétrie	100 m profondeur	30 m profondeur	15 m profondeur	30 m profondeur	Great Lakes Aquatic Habitat Framework – bathymétrie panlacustre
Densité de l'énergie des vagues	Faible: <4,000 kJ/m ² Modérée: 4-6,000 kJ/m ² Élevée: >6,000 kJ/m ²	Faible: <4,000 kJ/m ² Modérée: 4-6,000 kJ/m ² Élevée: >6,000 kJ/m ²	Faible: <100,000 Joules/m ² Modérée: 1-300,000 Joules/m ² Élevée: >300,000 Joules/m ²	Faible: <2,000,000 Joules/m ² Modérée: 2-4,000,000 Joules/m ² Élevée: >4,000,000 Joules/m ²	Zuzek, Inc.

Limites latérales

On a défini les limites latérales des unités littorales en évaluant les données sur le substrat, la morphologie du littoral et l'énergie des vagues. Les zones littorales de la portion canadienne des Grands Lacs et des voies interlacustres ne sont pas homogènes; des variations dans le substrat et l'énergie des vagues produisent 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 (ou l'absence) de caractéristiques côtières et de transitions dans le substrat.

Compte tenu de son influence sur les processus côtiers, on a inclus l'énergie des vagues comme variable physique au moment de définir les limites latérales. L'ampleur et la direction de l'énergie des vagues peuvent avoir divers effets sur les propriétés le long du rivage. À l'échelle panlacustre, les propriétés géographiques de la côte et les gradients dans l'énergie des vagues influent sur l'ampleur et la direction du transport littoral des sédiments et, ultimement, sur les régimes d'érosion et de dépôt qui façonnent le littoral. L'exposition à l'énergie des vagues joue

aussi un rôle déterminant dans la présence ou l'absence de végétation aquatique submergée ou émergente. Le régime des vagues a aussi un effet sur les caractéristiques du substrat, les milieux abrités comportant ordinairement des sédiments fins (comme le silt et l'argile), et les zones côtières ouvertes qui sont soumises à une plus forte énergie des vagues, un substrat plus grossier. Ces caractéristiques du substrat peuvent à leur tour influencer sur le type de communautés d'invertébrés présentes dans les eaux littorales.

On a calculé la densité de l'énergie des vagues pour chacun des lacs et utilisé cette valeur pour définir les limites latérales de chaque unité régionale. Dans le lac Érié, la densité moyenne de l'énergie des vagues pour avril et mai a été calculée par incréments de 1 km à la courbe bathymétrique de 5 m; dans les lacs Supérieur, Huron et Érié, la densité moyenne de l'énergie des vagues a été calculée à partir des conditions annuelles par incréments de 1 km à la courbe bathymétrique de 5 m. Se reporter au tableau 4 pour le calcul de l'énergie des vagues (faible, moyenne et élevée) dans chacun des lacs. Il est à noter que le lac Supérieur et le lac Huron sont caractérisés par une énergie beaucoup plus élevée, mesurée en kilojoules (kJ).

Après la délimitation des unités régionales, l'étape finale consistait à supprimer les grandes îles se trouvant à l'intérieur des limites. Certaines îles qui se trouvent dans les zones littorales de la portion canadienne des Grands Lacs sont suffisamment grandes pour abriter de petites zones peuplées et des infrastructures (p. ex., l'île Pelée dans le lac Érié et l'île Saint-Ignace dans le lac Supérieur) et ne devraient pas être considérées comme des « eaux » littorales. Un jugement professionnel a été exercé, mais, en règle générale, toutes les îles de plus de 150 hectares ont été retirées des unités régionales.

Au total, 64 unités régionales distinctes ont été délimitées dans la portion canadienne des Grands Lacs et les voies interlacustres : 9 unités régionales dans le lac Supérieur, considérées comme des baies abritées et des zones littorales à énergie faible/modérée/élevée; 23 unités régionales dans le Lac Huron et la baie Georgienne, considérées comme des voies interlacustres, des baies abritées et des zones littorales à énergie faible/modérée/élevée; 15 unités régionales dans le lac Érié, considérées comme des voies interlacustres, des embouchures de rivière, des baies abritées et des zones littorales à énergie faible/modérée/élevée et 17 unités régionales dans le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent, considérées comme des voies interlacustres, des baies abritées et des zones littorales à énergie faible/modérée/élevée.

Méthodologie détaillée de l'évaluation

La deuxième phase consistait à évaluer l'état des eaux littorales dans chaque unité régionale. L'évaluation s'appuie sur les travaux actuels de surveillance et de recherche déjà menés par divers organismes et organisations gouvernementaux et non gouvernementaux partenaires. Les connaissances sur les seuils écologiques et l'information sur les agents de stress ont été mises à profit pour recenser les zones littorales qui sont ou pourrait être soumises à un stress élevé. L'évaluation permet en outre de déterminer les effets cumulatifs qui sont une source de stress pour la qualité de l'eau et la santé de l'écosystème des zones littorales.

Processus Côtiers

L'intégrité physique des zones littorales repose sur la préservation des processus côtiers comme l'érosion et le transport et le dépôt des sédiments. Toute modification de ces processus peut avoir des effets nuisibles sur les caractéristiques des habitats littoraux et la qualité de

l'eau. La modification du littoral peut avoir des effets nuisibles sur les processus côtiers qui maintiennent la structure de l'habitat et les écosystèmes littoraux et devenir une source de stress pour les zones littorales.

Durcissement des rives

Méthode d'évaluation :

Dans le SIG (p. ex., ArcMap - ESRI), numériser une ligne le long de la limite littorale des unités régionales et classer comme suit les segments le long du littoral :

- 1) « Naturelle » ou « Durcie » (type de rive) :
 - **Rive naturelle** : aucun ouvrage construit ou artificiel dans les zones littorales, à la ligne des eaux, au pied des falaises, sur la haute plage ou l'arrière-plage; la hausse et la baisse des niveaux d'eau donnent lieu à des changements naturels de la position de la rive; il n'y a pas d'entrave à l'utilisation par la faune et à la migration de la végétation le long des pentes ascendantes et descendantes; des communautés végétales naturelles, compatibles avec les conditions locales, sont généralement présentes le long de la rive.
 - **Rive durcie** : les zones littorales, la ligne des eaux, le pied des falaises, la haute plage ou l'arrière-plage ont été altérés par des ouvrages construits ou des matériaux artificiels (p. ex., brise-lames extracôtiers, remblayage du lac, épis, ouvrages longitudinaux, revêtements, débris de béton abandonnés, chenaux artificiels, digues, etc.); les processus côtiers naturels sont modifiés, et les communautés végétales indigènes sont généralement absentes.
- 2) « Lacustre », « Abrité » ou « Interlacustre » (exposition du littoral) :
 - **Lacustre** : littoral directement exposé à l'énergie des vagues du lac.
 - **Abrité** : littoral contenant des baies, des affluents ou des structures comportant des jetées, protégé contre l'énergie des vagues et les courants.
 - **Interlacustre** : littoral se trouvant dans les voies interlacustres des Grands Lacs (rivière Sainte-Marie, rivière Sainte-Claire, lac Sainte-Claire, rivière Détroit, rivière Niagara et fleuve Saint-Laurent).

Une fois les segments classés, calculer la longueur de chaque segment et résumer pour chaque unité régionale afin de déterminer le pourcentage de rives durcies.

Directives générales

- L'imagerie aérienne la plus récente et la meilleure technologie disponible devraient être utilisées comme référence; la date de la source des photographies est fournie dans les métadonnées.
 - Évaluation du lac Érié 2018 : Orthophotographie du sud-ouest de l'Ontario (POS00) 2015
 - Évaluation du lac Ontario 2019 : Lac Ontario et fleuve Saint-Laurent : Southwestern Ontario Orthophotography (POS00) 2015, Southcentral Ontario Orthophotography (POS00) 2013, Google Earth et images du Service météorologique du Canada pour Durham, Mississauga, Oakville et Toronto
 - Évaluation du lac Supérieur 2020 : Orthophotographie 2019
 - Évaluation du lac Huron en 2021 : Orthophotographie du sud-ouest de l'Ontario (POS00) 2015 et imagerie mondiale ESRI

- La ligne tracée le long de la limite terrestre des unités régionales devrait être numérisée à une échelle cartographique suffisamment grande pour qu'il soit possible de distinguer les rives durcies et les rives naturelles, soit environ 1:2 000.
- Les baies devraient être classées dans la catégorie d'exposition du littoral « Abrisé » (p. ex., le marais Hillman dans le lac Érié); dans ces zones, le type de rive (« Durcie » ou « Naturelle ») est déterminé en fonction des limites des unités régionales, même si la baie se prolonge à l'intérieur des terres (figure 1, à gauche).

Figure 1. (à gauche) Les limites des unités régionales sont utilisées pour classifier le type de rive dans les zones qui comportent des baies, comme le marais Hillman, qui compte des cellules de milieu humide endiguées (artificielles); (à droite) seule la bordure extérieure de la marina de Leamington est numérisée, l'entrée demeurant ouverte



Pour les grandes zones abritées artificielles comme les ports et les marinas, seule la bordure extérieure de l'infrastructure construite devrait être numérisée; dans l'exemple ci-dessous, l'entrée de la voie de navigation est laissée ouverte (non numérisée) et seule la bordure extérieure est classée (figure 1, à droite)

Les embouchures de rivière devraient être classées dans la catégorie d'exposition du littoral « Abrisé »; si elles sont protégées par une jetée, l'intérieur de la jetée est caractérisé.

La longueur minimale d'un segment classé devrait être d'environ 100 mètres; si un tronçon « naturel » ou « durci » du littoral fait moins de 100 m, il devrait être classé en fonction du tronçon adjacent. Il se peut qu'à certains endroits, il soit justifié de classer un segment de ligne de moins de 100 m, et ces tronçons devraient être traités au cas par cas.

Directives pour la classification des rives durcies

Les littoraux qui comportent des ouvrages de protection parallèles ou perpendiculaires à la rive sont considérés comme des rives « durcies ».

Si un mur vertical est observé à l'arrière de la plage et qu'il est lourdement développé, la rive est considérée comme durcie (voir les flèches jaunes) :



Les revêtements sont considérés comme des rives durcies :



Les littoraux qui comportent une combinaison d'ouvrages de protection perpendiculaires et parallèles sont considérés comme des rives durcies :



Les canaux artificiels, les marinas et les ports sont considérés comme des rives durcies :



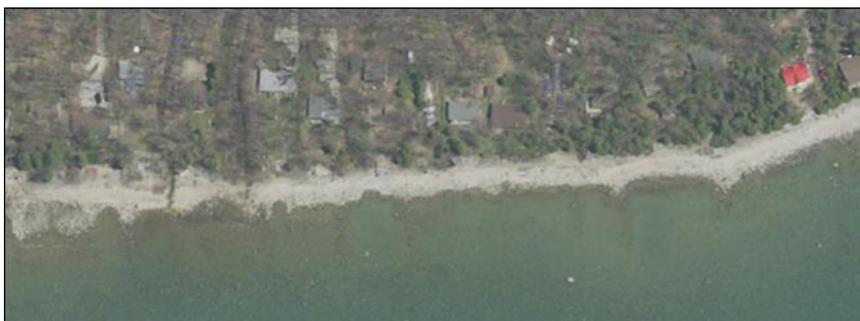
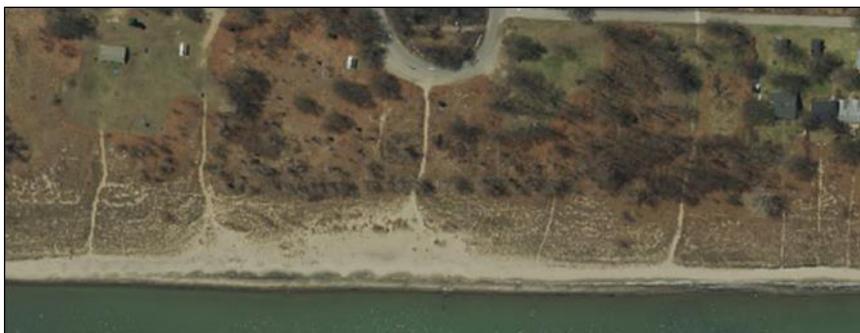
Directives pour la classification des rives naturelles

Les rives qui ne comportent pas d'ouvrages de protection des berges et qui font plus de 100 m sont considérées comme « naturelles ».

Environnements de falaises :



Environnements de plages (sable et cailloux/galets) :

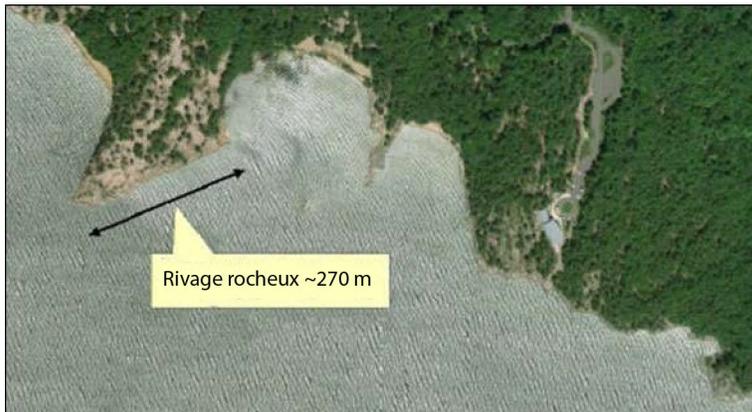


Milieux humides côtiers :





Littoraux formés de substrat rocheux (p. ex, la baie Georgienne ou la région des Mille-Îles) :



Améliorations qui pourraient être apportées à la méthodologie dans les évaluations futures :

- Dans les zones qui comptent des canaux artificiels (p. ex., la rivière Détroit) ou de grandes baies qui ont été délimitées dans la classification, la longueur totale du littoral à l'intérieur de l'unité régionale peut être faussée.
- Pour les rives qui affichent un taux d'érosion élevé (p. ex., l'est de Port Burwell sur le lac Érié), il peut être nécessaire de faire des mises à jour, car la limite terrestre peut changer en fonction des variations du niveau d'eau.

Seuils pour le durcissement des rives (tous les lacs) :

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
< 25 % de la longueur totale des rives de l'unité régionale sont durcies	25-50 % de la longueur totale des rives de l'unité régionale sont durcies	>50 % de la longueur totale des rives de l'unité régionale sont durcies
Seuils fondés sur un jugement professionnel (Zuzek Inc.)		

Barrières littorales

Méthode d'évaluation :

Les barrières littorales sont évaluées comme suit :

1. Le transport ou la dérive littorale (sable et gravier) constituent-ils un processus physique important pour la plus grande partie de l'unité régionale? Dans la négative, cette mesure n'est pas évaluée, et l'évaluation est terminée pour l'unité régionale (attribuer une note de « S.O. »)
 - a. Par exemple, la mesure des barrières littorales ne s'applique pas à toutes les unités régionales du lac Supérieur car le transport de sable et de gravier le long du littoral n'est pas un processus physique important.
2. Dans l'affirmative, la direction nette de la dérive littorale est estimée à partir de la documentation publiée, des rapports techniques, des indices physiques (p. ex., accumulation de sable sous forme de plages d'accrétion) et de l'avis des experts.
3. Le nombre de barrières littorales artificielles est établi comme suit :
 - a. Si une barrière littorale entrave l'apport de sédiments dans l'unité régionale (limite en amont), la barrière est prise en compte. S'il n'y a pas d'apport de l'unité régionale adjacente, la barrière n'a pas d'effet sur la dérive littorale et n'est pas prise en compte.
 - b. Si la limite en amont de l'unité régionale comporte une barrière, mais est aussi un nœud divergent pour le transport littoral (le sable se déplace dans les deux directions en s'éloignant de la barrière littorale), cette barrière n'est pas prise en compte.
 - c. Les barrières qui se trouvent à la limite en aval n'ont généralement pas d'incidences sur l'unité régionale et ne sont pas prises en compte. Par exemple, les barrières qui se trouvent à l'extrémité aval favorisent l'accumulation de sédiments sous la forme d'une plage d'accrétion, ce qui peut diversifier l'habitat homogène du fond du lac (substrat de sable et de gravier au lieu de grandes quantités de till exposé) et créer des destinations récréatives recherchées. Ces plages sont utilisées pour la baignade, et dans de nombreux cas, elles n'existeraient pas en l'absence de barrière littorale. Ces barrières pourraient poser un problème pour l'unité régionale adjacente et seraient comptabilisées en conséquence comme des limites en amont. Cette approche évite de compter en double la même barrière littorale dans des unités régionales adjacentes.
 - d. Les barrières littorales naturelles ne sont pas prises en compte.
 - e. Si un ouvrage de contournement artificiel est prévu à l'emplacement d'une barrière littorale ou d'un port, la barrière littorale pourrait être retirée lors d'une nouvelle analyse.
4. Généralement, la dérive littorale n'est pas évaluée dans les voies interlacustres ou les baies abritées (ne constitue pas un processus physique important).

Directives générales et exemples de barrières littorales

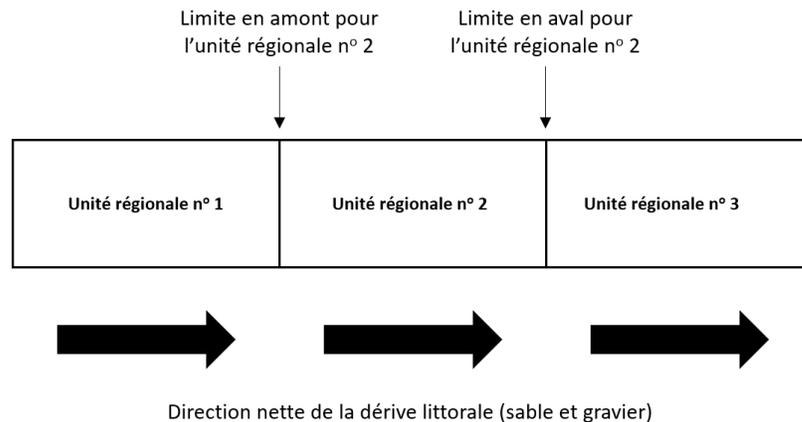
- Dérive littorale divergente : lorsque la dérive littorale est divergente, aucune barrière n'est prise en compte; par exemple, du côté ouest de Port Dover (lac Érié), le sable se déplace vers l'ouest en direction de Turkey Point et du côté est, le sable se déplace vers l'est. Dans ce cas, le port n'est pas considéré comme une barrière littorale puisque le sable s'éloigne de la structure le long des deux rivages :



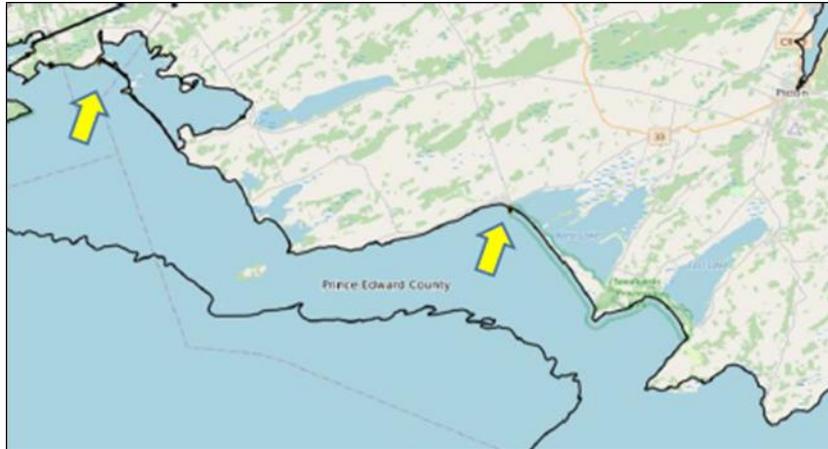
- Barrière en aval et en amont : lorsqu'une barrière se trouve à la limite de deux unités régionales, l'impact en aval devrait être pris en compte, et la barrière ne devrait être comptée qu'une seule fois. Par exemple, la jetée d'Erieau (ligne marron) définit la limite entre les unités régionales Rondeau ouest et Rondeau est (lac Érié); dans l'unité régionale Rondeau ouest, la dérive littorale se faisant d'ouest en est, la jetée d'Erieau est considérée comme une barrière en aval et n'est pas comptabilisée à l'intérieur de l'unité régionale Rondeau ouest. Cependant, la jetée limite la dérive littorale vers *l'intérieur* de l'unité régionale Rondeau est, et est donc considérée comme une barrière :



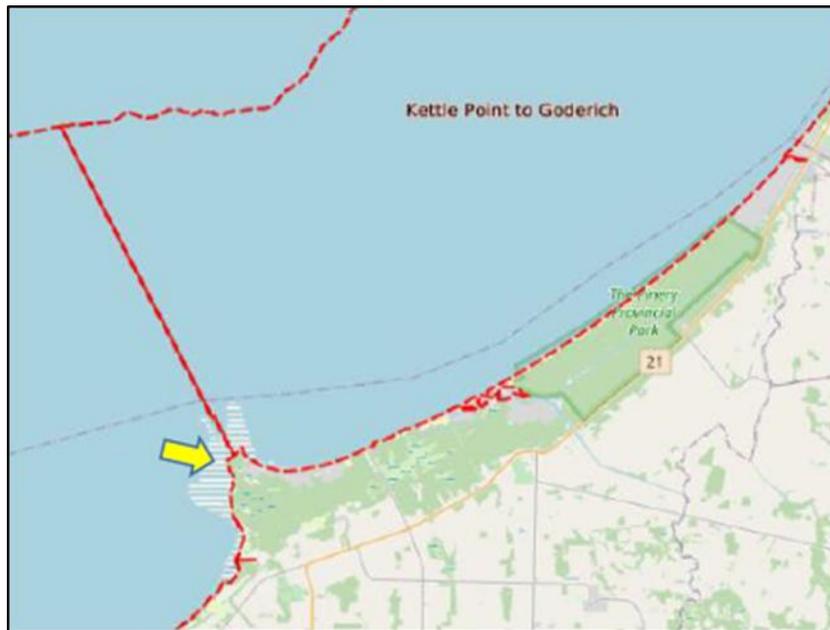
Le port de Cobourg contient une barrière qui fait obstacle à la dérive littorale; celle-ci est toutefois comptabilisée uniquement dans l'unité régionale Cobourg – Gull Island (lac Ontario), car elle limite la dérive littorale vers à l'intérieur de l'unité régionale Quai de St. Mary's Cement – Cobourg adjacente :



- Il existe des barrières, mais la dérive littorale ne constitue pas un processus physique important dans l'unité régionale : dans les cas où la majorité du littoral est composée de substrat rocheux ou de baies protégées par des cordons littoraux stables, la dérive littorale n'est généralement pas un processus physique important et, même s'il existe des barrières, celles-ci ne sont pas prises en compte. Par exemple, l'unité régionale Comté de Prince Edward (lac Ontario) comporte de petites jetées à l'entrée de la baie Wellers et du lac West (voir les flèches jaunes) qui contribuent à stabiliser les cordons littoraux, mais qui n'ont pas d'incidences négatives en aval parce que la dérive littorale n'est pas un processus important; la rétention des sédiments à proximité de ces jetées n'est pas le processus physique dominant qui contrôle le littoral – c'est plutôt la lente érosion du substrat rocheux au bord de l'eau et au fond du lac qui est le processus physique déterminant :



- Seuls les obstacles à la dérive littorale d'origine anthropique sont pris en compte : les barrières naturelles qui font obstacle à la dérive littorale, comme Kettle Point (lac Huron), ne sont pas prises en compte :



Limites de la méthode :

- Étant donné que la barrière doit faire au moins 100 m de longueur pour être prise en compte dans l'évaluation, les barrières plus petites qui pourraient entraver ou limiter le transfert des sédiments ne sont pas comptabilisées.
- Les grandes barrières, comme la flèche de la rue Leslie, qui font plus de 5 km de longueur et qui ont eu des incidences sur les îles de Toronto, ont la même pondération que les barrières plus petites qui peuvent ne pas avoir un effet aussi défavorable.
- Le volume de sédiments retenus est lié à la taille de la barrière; la jetée du port Burwell sur le lac Érié a retenu un volume estimatif de 12 millions de mètres cubes de sable tandis que les jetées du port Newcastle sur le lac Ontario ont retenu environ

21 000 mètres cubes. Ces deux barrières font plus de 100 m, mais l'ampleur de leurs impacts est variable. Pourtant, ils reçoivent actuellement la même pondération dans l'évaluation.

Seuils pour les barrières littorales (tous les lacs, là où la mesure s'applique):

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
0 barrière littorale dans une unité régionale où la dérive littorale est un processus physique	1 barrière littorale dans une unité régionale où la dérive littorale est un processus physique	Plus de 1 barrière littorale dans une unité régionale où la dérive littorale est un processus physique
Seuils fondés sur un jugement professionnel (Zuzek Inc.)		

Connectivité des affluents

Ensembles de données :

- **Données hydrologiques intégrées de l'Ontario**

Les Données hydrologiques intégrées de l'Ontario constituent un ensemble d'éléments liés à l'altitude et aux eaux cartographiées qui sont utilisés en association dans des applications hydrologiques au niveau de la province, comme la création de bassins hydrographiques et la modélisation hydrologique. En intégrant les caractéristiques vectorielles cartographiées, comme les lacs et les cours d'eau, aux ensembles de données raster sur l'altitude et la direction du débit, il est possible de créer des bassins versants avec plus d'exactitude et de représenter plusieurs éléments importants du cycle de l'eau. Les données hydrologiques intégrées sont complètes pour l'ensemble de la province, ce qui permet de créer un bassin hydrographique pour n'importe quel endroit en Ontario. Ces données sont disponibles sur le site CarrefourGéo Ontario, avec une License personnalisée.

Le site CarrefourGéo Ontario contient d'autres données sur les affluents auxquelles on peut accéder sans License personnalisée et qui peuvent être utilisées dans cette mesure, notamment le jeu de données Réseau Hydro Ontario (OHN) - Cours d'eau.

- **Barrières dans Fishwerks**

Fishwerks est une plate-forme SIG Web qui propose des outils d'optimisation qui maximisent l'efficacité des projets d'amélioration de l'habitat pour les poissons migrateurs dans les Grands Lacs. Cette plate-forme est née d'une collaboration entre le McIntyre Lab du Center for Limnology de l'Université du Wisconsin et l'Optimization Group du Wisconsin Institute for Discovery. On peut rechercher les barrières dans la base de données par bassin, par pays et par type (p. ex., traversée routière, barrage ou chute d'eau) et les exporter dans un fichier de formes ESRI.

Méthode d'évaluation :

Accéder au [site Web de Fishwerks](#) (il peut être nécessaire de créer un compte d'utilisateur) et rechercher les barrières pour le lac en cause; exporter les barrières constituées de barrages et de chutes d'eau (ou télécharger toutes les barrières pour le lac en cause et rechercher ensuite les barrages et les chutes d'eau) en tant que nouveau fichier de formes ESRI.

Dans le SIG (p. ex., ArcMap – ESRI), rassembler les données nécessaires (les unités régionales, les affluents [Données hydrologiques intégrées de l'Ontario ou Réseau de données hydrographiques de l'Ontario], les barrières [barrages et chutes d'eau tirés de Fishwerks] ainsi que tout renseignement complémentaire).

1. Associer chaque affluent à une unité régionale : à partir des bassins hydrographiques et de l'imagerie, le cas échéant, déterminer à quelle unité régionale un affluent est hydrologiquement relié et attribuer à l'affluent l'identificateur d'unité régionale approprié.
2. Classer chaque affluent dans la catégorie « Relié », « Naturellement coupé » ou « Coupé » en se fondant sur la présence de barrières (barrage ou chute d'eau) :
 - **Relié** : l'affluent est en aval de toute barrière et relié au littoral.
 - **Naturellement coupé** : l'affluent est en amont d'une chute d'eau et naturellement coupé du littoral.
 - **Coupé** : l'affluent est en amont d'un barrage et n'est pas relié au littoral.

Utiliser l'imagerie aérienne et les bassins versants, le cas échéant, afin de déterminer la connectivité.

Au besoin, utiliser l'outil Fractionner (Modifier des entités) pour diviser un affluent à l'emplacement d'une barrière et attribuer aux différents segments de lignes différentes classifications selon qu'ils se trouvent en amont ou en aval.

3. Exécuter l'outil Fusionner (selon l'attribut « relié », « naturellement coupé » et « coupé » et l'identificateur d'unité régionale) et calculer la nouvelle longueur de chaque caractéristique avant d'exporter le tableau dans Excel.
4. Dans Excel, calculer la connectivité des affluents :
 - On calcule la connectivité des affluents en évaluant le pourcentage des affluents qui ne sont pas naturellement coupés et demeurent reliés au littoral :
 - Somme des affluents « reliés » et « coupés » = longueur totale des affluents
 - Longueur totale des affluents « reliés » à l'intérieur de l'unité régionale / longueur totale des affluents = % des affluents qui sont reliés au littoral

Seuils pour la connectivité des affluents (tous les lacs) :

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
> 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	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	<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 fondés sur le sous-indicateur de la connectivité de l'habitat aquatique tiré du Rapport État des Grands Lacs		

Note pour la catégorie Processus côtiers

Dans la catégorie Processus côtiers, on accorde la même pondération à toutes les mesures.

Note pour la catégorie :

- Attribuer une note pour la catégorie à partir du tableau 4.

Tableau 4. Grille de notation pondérée pour la catégorie Processus côtiers

(E = Stress élevé, M = Stress modéré, F = Stress faible, S.O. = Sans objet)

Durcissement des rives(+)	Barrières littorales(+)	Connectivité des affluents(+)	Note pour la catégorie
F	F	F	F
F	F	M	F
F	F	H	M
F	M	F	F
F	M	M	M
F	M	H	M
F	H	F	M
F	H	M	M
F	H	H	H
F	S.O.	F	F
F	S.O.	M	M
F	S.O.	E	M
M	F	F	F
M	F	M	M
M	F	E	M
M	M	F	M
M	M	M	M
M	M	E	M
M	E	F	M
M	E	M	M
M	E	E	E
M	S.O.	F	M
M	S.O.	M	M
M	S.O.	E	E
E	F	F	M
E	F	M	M
E	F	E	E
E	M	F	M
E	M	M	M
E	M	E	E
E	E	F	E
E	E	M	E
E	E	E	E
E	S.O.	F	M
E	S.O.	M	E
E	S.O.	E	E

Contaminants dans l'eau et les sédiments

Lacunes dans les données : Les programmes fédéraux et provinciaux de surveillance sont conçus pour mesurer les contaminants dans tous les milieux (air, eau, sédiments, poissons, oiseaux et benthos), mais la couverture temporelle et spatiale et les paramètres mesurés ainsi que le but de ces programmes ne sont pas uniformes. En dépit de la diversité des programmes, les données disponibles offrent certes une couverture à l'échelle panlacustre, mais elles demeurent limitées pour la mesure des contaminants dans l'eau et les sédiments à une échelle régionalement appropriée. 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 (dioxines et furanes), on dispose de données très limitées pour mesurer la santé globale des zones littorales sous le rapport des contaminants. Bon nombre des contaminants récents et émergents, comme les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS), dont il existe près de 5 000 types⁸, ne sont pas suffisamment bien compris pour qu'il soit possible de fixer des seuils sécuritaires ou de mettre au point des méthodes d'analyse. Les concentrations sont par ailleurs parfois trop faibles pour être décelées par le matériel de laboratoire existant.

Qualité de l'eau

Toutes les données sur la qualité de l'eau utilisées dans l'évaluation ont été comparées aux Recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau et aux objectifs provinciaux de qualité de l'eau, le cas échéant. Les résultats finals ont été limités aux contaminants dont les concentrations étaient supérieures aux critères acceptables.

Ensembles de données :

- **Chimie de l'eau (zones riveraines des Grands Lacs) – MEPNP**

Les données sur la chimie de l'eau du ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs (MEPNP) proviennent d'un réseau de stations d'indexation, qui ont pour objectifs :

- de cerner les tendances temporelles dans la qualité de l'eau des zones littorales des Grands Lacs;
- d'utiliser l'information pour repérer les changements régionaux ou panlacustres dans les conditions environnementales;
- d'établir les sites qui ont été retirés des influences des principales sources ponctuelles dans chacun des Grands Lacs, de sorte que les données recueillies à ces sites puissent être utilisées comme référence lors de l'évaluation des conditions environnementales à des sites physiquement comparables.

Le réseau comprend des stations d'indexation, qui sont semblables à d'autres emplacements présentant des caractéristiques communes, et des stations de référence, qui sont choisies de façon arbitraire en raison de certaines caractéristiques spéciales ou parce qu'il s'agit d'un lieu où il y a une intégration naturelle des facteurs de stress d'une zone plus étendue. Les relevés sont généralement effectués dans l'un des bassins des Grands Lacs (y compris les voies interlacustres) chaque année du cycle de trois ou de six ans; environ 10 à 18 stations sont

⁸ US FDA (United States Food & Drug Administration). 2020. Per and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). Accessible à l'adresse [https://www.fda.gov/food/chemicals-and-polyfluoroalkyl-substances-pfas\(en-anglaisseulement\)](https://www.fda.gov/food/chemicals-and-polyfluoroalkyl-substances-pfas(en-anglaisseulement))

inventoriées chaque année. Un échantillonnage est effectué tous les trois ans dans le lac Ontario et le lac Érié et tous les six ans dans le lac Supérieur et le lac Huron. L'intervalle d'échantillonnage plus court utilisé pour le lac Ontario et le lac Érié reflète le niveau plus élevé de stress d'origine humaine dans les lacs inférieurs.

- Évaluation du lac Érié 2018 : 2007, 2010, 2014 et 2016 Données sur la chimie de l'eau
- Évaluation du lac Ontario 2019 : 2006, 2009 et 2012 Données sur la chimie de l'eau
- Évaluation du lac Supérieur 2020 : données 2011 sur la chimie de l'eau

• ECCC Surveillance de la qualité de l'eau des Grands Lacs et données sur la santé des écosystèmes aquatiques – Données de surveillance et de surveillance de la qualité de l'eau des Grands Lacs

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) recueille des données sur la qualité de l'eau et la santé des écosystèmes pour respecter les engagements fédéraux liés aux Grands Lacs. En effectuant des mesures régulières et systématiques des conditions physiques, chimiques et biologiques des Grands Lacs, ECCC est en mesure de :

- Mesurer les changements naturels et les conditions de la qualité de l'eau et déterminer les changements au fil du temps, à divers endroits, des contaminants de l'eau et/ou des menaces
- Identifier les problèmes et menaces émergents et suivre les résultats des mesures correctives et des décisions réglementaires
- Rendre compte et évaluer les résultats scientifiques au moyen d'indicateurs de performance pour soutenir une approche écosystémique de la gestion de l'environnement et des ressources dans les Grands Lacs

Les données de suivi et de surveillance de la qualité de l'eau d'ECCC ont été utilisées pour compléter les domaines où la chimie de l'eau du MECP était insuffisante :

- Évaluation du lac Supérieur 2020 : données sur la qualité de l'eau 2016 et 2019
- Évaluation du lac Huron 2021 : données sur la qualité de l'eau 2015-2018

Veillez noter que dans l'évaluation du lac Ontario de 2019, les résultats du programme de surveillance en amont/aval de la rivière Niagara d'ECCC⁹ ont été utilisés dans l'unité régionale de la rivière Niagara au canal Welland.

Méthode d'évaluation :

Accéder à Chimie de l'eau (zones riveraines des Grands Lacs) du ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario (MEPNP) [Catalogue de données](#).

Astuce : Chaque onglet du tableau Excel renferme des données propres à un lac (Érié, Ontario, Supérieur et Huron); pour faciliter la recherche et l'exportation dans le SIG, importer d'abord le tableau Excel dans Microsoft Access (ou tout autre programme de base de données), rechercher les données pertinentes (voir ci-dessous), puis exporter les enregistrements pertinents dans Excel.

⁹ Hill, B. 2018. Rapport de surveillance en amont/aval de la rivière Niagara 2005-2006 à 2014-2015 (Environnement et Changement climatique Canada. Pour : Comité de surveillance de la rivière Niagara)

- Pour l'évaluation du lac Érié et des voies interlacustres, rechercher les enregistrements sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Huron (*Lake Huron Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = ST. CLAIR RIVER, LAKE ST. CLAIR or DETROIT RIVER et sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Érié (*Lake Erie Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = LAKE ERIE
- Pour l'évaluation du lac Ontario, de la rivière Niagara et du fleuve Saint-Laurent, rechercher les enregistrements sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Ontario (*Lake Ontario Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = BAY OF QUINTE, HAMILTON BAY, LAKE ONTARIO et ST. LAWRENCE RIVER
- Pour l'évaluation du lac Supérieur, rechercher les enregistrements sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Supérieur (*Lake Superior Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = LAKE SUPERIOR
- Pour l'évaluation du lac Huron et de la rivière Sainte-Marie, rechercher les enregistrements sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Supérieur (*Lake Superior Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = ST. MARY'S RIVER et sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Huron (*Lake Huron Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = GEORGIAN BAY, LAKE HURON ou NORTH CHANNEL

Accédez aux données sur la surveillance de la qualité de l'eau des Grands Lacs et sur la santé des écosystèmes aquatiques du portail de données ouvertes du gouvernement du Canada ([Data Portal](#))

1. Sélectionner les données pertinentes et attribuer un identificateur d'unité régionale à chaque échantillon selon l'emplacement de la station d'échantillonnage.

Dans le SIG (p. ex., ArcMap – ESRI), importer les données pertinentes et tracer les stations à l'aide des champs Latitude et Longitude (p. ex., Afficher des données XY); exporter en tant que nouvel ensemble de données.

Un traitement préalable des données est nécessaire pour effectuer une recherche efficace dans la table :

- Ajouter le champ 'RegUnit_ID' (texte).
 - Sélectionner par Emplacement toutes les stations d'indexation à l'intérieur d'une unité régionale et attribuer l'identificateur approprié.
- Ajouter le champ 'YMD' (texte).
 - Utiliser la calculatrice de valeurs de champ (*Field Calculator*) sur le champ 'YMD' pour décrire la date sans l'heure :
LEFT([Collect_DATE],10).
 - Cette étape est nécessaire pour calculer les valeurs moyennes quotidiennes
- Sélectionner les années de relevé pertinentes.
- Sélectionnez par Attributs les échantillons prélevés à la surface (par exemple 'SampleDepth' <= 1).
- Sélectionner par attributs les paramètres qui sont pertinents pour l'évaluation et pour lesquels il existe une recommandation provinciale ou fédérale. Voir les tableaux 5 et 6.
- Exporter les résultats dans Excel.

2. Déterminer si des contaminants ont été décelés à des concentrations supérieures aux lignes directrices dans un échantillon quelconque.
 - Comparer le résultat pour chaque entrée aux lignes directrices des tableaux 5 et 6.
 - Lorsque la colonne « Valuequalifier » = Inférieur à la limite de détection de la méthode (<W, <WE, <MDL) ou valeur de trace (<T, <TE), le résultat devrait être interprété comme une valeur nulle.
 - Ajouter une nouvelle colonne à ajuster pour 0, si nécessaire.
 - Remarque concernant le mercure : les échantillons de mercure du ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario sont non filtrés et n'ont été comparés qu'aux Recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau : protection de la vie aquatique; les Objectifs provinciaux de qualité de l'eau sont fondés sur des échantillons filtrés de mercure.
 - Remarque concernant le chrome: l'échantillonnage provincial ne fait pas de distinction entre la forme trivalente ou hexavalente du chrome et ne peut donc pas être comparé aux lignes directrices.
 - Remarque concernant l'aluminium: les échantillons provinciaux ne sont pas filtrés (argile), donc la directive sur l'aluminium ne peut être appliquée.
3. Pour tout échantillon dans lequel les concentrations sont supérieures aux lignes directrices, calculer la concentration moyenne de contaminant mesurée pour tous les échantillons prélevés à cette date à cette station. Comparer cette moyenne quotidienne à la ligne directrice (tableaux 5 et 6) et si la moyenne est supérieure à la ligne directrice, attribuer la valeur 1, « dépassement ».
4. À l'aide de l'identificateur d'unité régionale associé à chaque station, déterminer le nombre total de dépassements pour un contaminant donné à l'intérieur de l'unité régionale.
5. Appliquer les seuils pour déterminer le niveau de stress.

Tableau 5. Objectifs provinciaux de qualité de l'eau¹⁰ pour les paramètres d'évaluation pertinents.

Paramètre	OPQE (ug/L)	Le commentaire
Antimoine	20	
Arsenic	100	
Béryllium	11 1100	@ dureté <75 @ dureté > 75
Bore	200	
Cadmium	0.2	
Cuivre	5	
Cobalt	0.9	
Fer	300	
Plomb	1	@ dureté > 30 @ dureté 30-80 @ dureté > 80
Mercure	0.2	(pour échantillon filtré)
Molybdène	5	
Nickel	25	
Sélénium	100	
Argent	0.1	
Thallium	0.3	
Tributylétain	0.000005	
Tungstène	30	
Uranium	5	
Vanadium	6	
Zinc	30	

Tableau 2. Recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau¹¹ : protection de la vie aquatique pour les paramètres d'évaluation pertinents.

Paramètre	Recommandation (ug/L)	Commentaire
Arsenic	<u>5</u>	
Bore	<u>1,500</u>	
Cadmium	https://ccme.ca/fr/tableau-sommaire	<u>Calcul fondé sur la dureté</u>

¹⁰ Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario. 1994. Gestion de l'eau : politiques, lignes directrices, objectifs provinciaux de qualité de l'eau. Accessible à l'adresse <https://www.ontario.ca/page/water-management-policies-guidelines-provincial-water-quality-objectives#section-2> (en anglais seulement)

¹¹ CCME (Conseil canadien des ministres de l'Environnement). 1987. Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Accessible à l'adresse <http://cegg-rcqe.ccme.ca/download/fr/95>

Chlorure	<u>120.000</u>	
Cuivre	https://ccme.ca/fr/tableau-sommaire	<u>Calcul fondé sur la dureté</u>
Fluorure	<u>120</u>	
Fer	<u>300</u>	
Plomb	https://ccme.ca/fr/tableau-sommaire	<u>Calcul fondé sur la dureté</u>
Manganèse	https://ccme.ca/fr/tableau-sommaire	<u>Calculatrice de tableau Excel</u>
Molybdène	<u>73</u>	
Nickel	https://ccme.ca/fr/tableau-sommaire	
pH	<u>6.5 - 9</u>	
Sélénium	<u>1</u>	
Argent	<u>0.25</u>	
Thallium	<u>0.8</u>	
Mercure total	<u>0.026</u>	
Uranium	<u>15</u>	
Zinc	https://ccme.ca/fr/tableau-sommaire	

Seuils pour la qualité de l'eau (tous les lacs) :

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
0 dépassement de contaminants dans l'unité régionale	1 ou 2 dépassements de contaminants dans l'unité régionale	Plus de 2 dépassements de contaminants dans l'unité régionale
Seuils fondés sur le meilleur jugement professionnel		

Qualité des sédiments

Ensembles de données :

- **Chimie des sédiments (zones riveraines des Grands Lacs) – MEPNP**

Les données sur la chimie des sédiments ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs (MEPNP) proviennent d'un réseau de stations d'indexation qui ont pour objectifs :

- de cerner les tendances temporelles dans la qualité des sédiments dans les zones littorales des Grands Lacs;
- d'utiliser l'information pour recenser les changements panlacustres ou régionaux dans les conditions environnementales;

- d'établir les sites qui ont été retirés des influences des principales sources ponctuelles dans chacun des Grands Lacs, de sorte que les données recueillies aux différents sites puissent être utilisées comme référence au moment d'évaluer les conditions environnementales à des sites physiquement comparables.

Le réseau comprend des stations d'indexation, qui sont semblables à d'autres emplacements présentant des caractéristiques communes, et des stations de référence, qui sont choisies de façon arbitraire en raison de certaines caractéristiques spéciales ou parce qu'il s'agit d'un lieu où il y a une intégration naturelle des facteurs de stress d'une zone plus étendue. Les relevés sont généralement effectués dans un des bassins des Grands Lacs (y compris dans les voies interlacustres) chaque année du cycle de trois ou de six ans; environ 10 à 18 stations sont inventoriées chaque année. Un échantillonnage est effectué tous les trois ans dans le lac Ontario et le lac Érié et tous les six ans dans le lac Supérieur et le lac Huron. L'intervalle d'échantillonnage plus court pour le lac Ontario et le lac Érié reflète le niveau plus élevé de stress d'origine anthropique sur les lacs inférieurs.

- Évaluation du lac Érié 2018 : 2007, 2010, 2014 et 2016 Données sur la chimie des sédiments
- Évaluation du lac Ontario 2019 : 2006, 2007, 2010, 2014 et 2016 Données sur la chimie des sédiments
- Évaluation du lac Supérieur 2020 : données 2011 sur la chimie des sédiments
- Évaluation 2021 du lac Huron : 2009, 2011 et 2015 données sur la chimie des sédiments

Les lignes directrices provinciales établissent trois niveaux d'effet :

- **Concentration à effet nul (CEN)** : concentration de produits chimiques dans les sédiments qui n'a pas d'effet sur les poissons ou les organismes vivant dans les sédiments; à cette concentration, le transfert de produits chimiques par le biais de la chaîne alimentaire est négligeable et aucun effet sur la qualité de l'eau n'est prévu. Les sédiments qui répondent au critère de CEN sont considérés propres.
- **Concentration minimale avec effet (CME)** : niveau de contamination pouvant être toléré par la plupart des organismes vivant dans les sédiments; les sédiments qui répondent au critère de CME sont considérés propres à légèrement contaminés.
- **Concentration à effet grave (CEG)** : niveau de contamination dont on prévoit qu'il pourrait être préjudiciable à la plupart des organismes vivant dans les sédiments; les sédiments dépassant la CEG sont considérés fortement contaminés.

À l'échelle fédérale, les lignes directrices du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) établissent une **Concentration seuil produisant un effet (CSE)**, qui représente la concentration en deçà de laquelle des effets nocifs ne devraient se produire que rarement, et une **Concentration à effet probable (CEP)**, au-delà de laquelle on prévoit la survenance fréquente d'effets biologiques néfastes. La CEP est recommandée comme outil supplémentaire d'évaluation de la qualité des sédiments qui peut être utile pour recenser les sédiments les plus susceptibles d'être associés à des effets biologiques défavorables¹².

Aux termes du Plan d'assainissement, dans de nombreux secteurs préoccupants (SP) des Grands Lacs, la contamination localisée des sédiments a déclenché des études plus détaillées s'appuyant sur le *Cadre décisionnel pour Canada-Ontario concernant l'évaluation des*

¹² CCME (Conseil canadien des ministres de l'Environnement). 2001. Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique. Accessible à l'adresse <http://cegg-rcqe.ccme.ca/download/fr/218>

*sédiments contaminés des Grands Lacs*¹³. Ce document d'orientation ainsi que les *Lignes directrices pour identifier, évaluer et gérer les sédiments contaminés en Ontario*¹⁴ fournissent des directives pas à pas pour la prise de décisions sur la gestion des sédiments aux endroits où un examen préalable a fait ressortir la nécessité d'études quantitatives plus détaillées. Les gestionnaires du Plan d'assainissement ont élaboré et mettent en œuvre des plans de gestion des sédiments dans un certain nombre de SP.

L'évaluation globale des eaux littorales utilise les données existantes provenant des travaux d'échantillonnage fédéraux et provinciaux dans les Grands Lacs à des sites de détection essentiellement ponctuels ou à long terme. Tous les résultats relatifs à la qualité des sédiments utilisés dans cette évaluation ont été comparés aux lignes directrices fédérales et provinciales, le cas échéant. Les résultats finals sont limités aux contaminants qui ont été décelés à des concentrations supérieures aux critères acceptables.

Méthode d'évaluation :

Accéder aux données sur la chimie des sédiments des zones riveraines des Grands Lacs du ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs (MEPNP) [Catalogue de données](#).

Astuce : Chaque onglet du tableau Excel renferme les données propres à un lac (Érié, Ontario, Supérieur et Huron); pour faciliter la recherche et l'exportation dans le SIG, importer d'abord le tableau Excel dans Microsoft Access (ou tout autre programme de base de données), rechercher les données pertinentes (voir ci-dessous), puis exporter les enregistrements pertinents dans Excel.

Pour l'évaluation du lac Érié et des voies interlacustres, rechercher les enregistrements sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Huron (*Lake Huron Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = ST. CLAIR RIVER, LAKE ST. CLAIR ou DETROIT RIVER et sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Érié (*Lake Erie Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = LAKE ERIE

- Pour l'évaluation du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent, rechercher les enregistrements sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Ontario (*Lake Ontario Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = BAY OF QUINTE, HAMILTON BAY, LAKE ONTARIO et ST. LAWRENCE RIVER
- Pour l'évaluation du lac Supérieur, rechercher les enregistrements sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Supérieur (*Lake Superior Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = LAKE SUPERIOR
- Pour l'évaluation du lac Huron et des voies interlacustres, rechercher les enregistrements sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Supérieur (*Lake Superior Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = ST. MARY'S RIVER et sous l'onglet Chimie de l'eau du lac Huron (*Lake Huron Water Chemistry*) OÙ Plan d'eau (*Body of Water*) = GEORGIAN BAY, LAKE HURON ou NORTH CHANNEL

¹³ Environnement Canada et ministère de l'Environnement de l'Ontario. 2008. *Cadre décisionnel pour Canada-Ontario concernant l'évaluation des sédiments contaminés des Grands Lacs*. Accessible à l'adresse https://publications.gc.ca/collections/collection_2010/ec/En164-14-2007-eng.pdf

¹⁴ Ministère de l'Environnement de l'Ontario. 2008. *Lignes directrices pour identifier, évaluer et gérer les sédiments contaminés en Ontario*. Accessible à l'adresse <https://www.ontario.ca/document/guidelines-identifying-assessing-and-managing-contaminated-sediments-ontario>

Dans le SIG (p. ex., ArcMap – ESRI), importer les données sur la chimie des sédiments et tracer les stations à l'aide des champs Latitude et Longitude; exporter en tant que nouvel ensemble de données :

- Ajouter le champ 'RegUnit_ID' (texte).
 - Sélectionner selon l'emplacement toutes les stations d'indexation à l'intérieur d'une unité régionale et leur attribuer l'identificateur approprié.
 - Ajouter le champ 'Category' (texte).
2. Extraire les données pertinentes (BPC/pesticides organochlorés, HAP, Métaux et Carbone organique total) et les associer à la catégorie appropriée.

Remarque : Les données pertinentes sont celles qui portent sur des contaminants pour lesquels il existe des lignes directrices provinciales pour la qualité des sédiments (tableau 7).

- Sélectionner selon les attributs :
 - ["Lims Parameter Name" = 'α-BHC (hexachlorocyclohexane)' OU " Lims Parameter Name" = 'Aldrine' OU " Lims Parameter Name" = 'β-BHC (hexachlorocyclohexane)' OU " Lims Parameter Name" = 'Dieldrine' OU " Lims Parameter Name" = 'Endrine' OU " Lims Parameter Name" = 'γ-chlordane' OU " Lims Parameter Name" = 'Hexachlorobenzène' OU " Lims Parameter Name" = 'Mirex' OU " Lims Parameter Name" = 'op-DDT' OU " Lims Parameter Name" = 'BPC; total' OU " Lims Parameter Name" = 'p,p'-DDD' OU " Lims Parameter Name" = 'p,p'-DDE' OU " Lims Parameter Name" = 'p,p'-DDT']
 - Catégorie = « BPC/pesticides organochlorés »
- Sélectionner selon les attributs :
 - ["Lims Parameter Name" = 'Arsenic' OU " Lims Parameter Name" = 'Cadmium' OU " Lims Parameter Name" = 'Chrome' OU " Lims Parameter Name" = 'Cuivre' OU " Lims Parameter Name" = 'Fer' OU " Lims Parameter Name" = 'Plomb' OU " Lims Parameter Name" = 'Manganèse' OU " Lims Parameter Name" = 'Mercure' OU " Lims Parameter Name" = 'Nickel' OU " Lims Parameter Name" = 'Zinc']
 - Catégorie = « Métaux »
- Sélectionner selon les attributs :
 - ["Lims Parameter Name" = 'Anthracène' OU " Lims Parameter Name" = 'Benzo(a)anthracène' OU " Lims Parameter Name" = 'Benzo(a)pyrène' OU " Lims Parameter Name" = 'Benzo(ghi)pérylène' OU " Lims Parameter Name" = 'Benzo(k)fluoranthène' OU " Lims Parameter Name" = 'Chrysène' OU " Lims Parameter Name" = 'Dibenzo(a,h)anthracène' OU " Lims Parameter Name" = 'Fluoranthène' OU " Lims Parameter Name" = 'Fluorène' OU " Lims Parameter Name" = 'Indéno[1,2,3-cd]pyrène' OU " Lims Parameter Name" = 'Phénanthrène' OU " Lims Parameter Name" = 'Pyrène']
 - 'Catégorie' = « HAP »
- Sélectionner selon les attributs :
 - " Lims Parameter Name" = 'Carbone; organique total'

- Catégorie = « Carbone - organique total »
2. Créer un nouveau tableau à partir des données pertinentes :
 - Sélectionner selon les attributs la Catégorie = « BPC/pesticides organochlorés » OU Catégorie = « HAP » OU Catégorie = « Métaux » OU Catégorie = « Carbone organique - total ».
 - Sélectionnez les années d'enquête pertinentes.
 - Exporter les entités sélectionnées dans Excel.
 3. Retirer les échantillons qui sont des composites temporels (les lignes directrices provinciales ne s'appliquent qu'aux échantillons ponctuels):
 - «Code de type d'échantillon» = 54
 4. Ajustez les résultats qui sont à des niveaux de trace ou inférieurs à la limite de détection de la méthode à zéro
 - Créez une nouvelle colonne «ResultAdj
 - Pour les échantillons où 'Value qualifier' = "<= W", "<= WE", "<T", "<TE", "<MDL" → "ResultAdj" = "0"
 - Utilisez «ResultAdj» pour toutes les étapes suivantes
 5. Pour chaque contaminant ('Lims Parameter Name' unique), calculer la médiane quotidienne à chaque station ('StationNo') pour les échantillons prélevés au cours des années d'évaluation pertinentes

Exemple :

Date prélev.	N° station	Param. Lims	Résultat	Catégorie	ID UnitéRég
15-08-2007	1600010284	Arsenic	2,5	Métaux	LE04
15-08-2007	1600010284	Arsenic	1,9	Métaux	LE04
15-08-2007	1600010284	Arsenic	2,4	Métaux	LE04
MÉDIANE QUOT. STATION 2,4					
19-08-2010	1600010284	Arsenic	4,8	Métaux	LE04
MÉDIANE QUOT. STATION 4,8					
22-10-2014	1600010284	Arsenic	5,2	Métaux	LE04
MÉDIANE QUOT. STATION 5,2					
15-08-2007	1600010370	Arsenic	5,9	Métaux	LE04
15-08-2007	1600010370	Arsenic	6,8	Métaux	LE04
15-08-2007	1600010370	Arsenic	5,8	Métaux	LE04
MÉDIANE QUOT. STATION 5,9					

6. Calculer ensuite la médiane pour chaque station (médiane des valeurs quotidiennes médianes calculée à l'étape précédente) :

Exemple :

Date prélev.	N° station	Param. Lims	Résultat	Catégorie	ID UnitéRég
15/08/2007	1600010284	Arsenic	2,4	Métaux	LE04
19/08/2010	1600010284	Arsenic	4,8	Métaux	LE04

22/10/2014	1600010284	Arsenic	5,2	Métaux	LE04
MÉDIANE QUOT. STATION 4,8					
15/08/2007	1600010370	Arsenic	5,9	Métaux	LE04
MÉDIANE QUOT. STATION 5,9					

7. Enfin, calculer les valeurs médianes de l'unité régionale pour chaque contaminant, par station (médiane des valeurs médianes calculée à l'étape précédente)

Exemple :

N° station	Param. Lims	Résultat	Catégorie	ID UnitéRég
1600010284	Arsenic	4,8	Métaux	LE04
1600010370	Arsenic	5,9	Métaux	LE04

MÉDIANE POUR L'UNITÉ RÉGIONALE 5,3

Les résultats du calcul des médianes quotidiennes, par station et par unité régionale devraient être reportés dans un tableau (ou sous un nouvel onglet) contenant les médianes des unités régionales pour chaque contaminant (2007 et années suivantes).

8. Pour chaque contaminant, comparer la médiane de l'unité régionale à la concentration à effet nul (CEN) (CEN *BPC seulement), à la concentration minimale avec effet (CME) et à la concentration à effet grave (CEG) (lignes directrices provinciales) ainsi qu'à la concentration produisant un effet probable (CEP) (recommandation fédérale) afin de déterminer si les concentrations de contaminant sont supérieures ou inférieures aux lignes directrices publiées (tableau 5); créer de nouvelles colonnes ou de nouveaux onglets au besoin pour compiler les concentrations médianes de contaminants de l'unité régionale qui dépassent les lignes directrices.
- Déterminer si les BPC dépassent la CEN.
 - Déterminer si la médiane dépasse la CME.
 - Déterminer si la médiane dépasse la CEP.
 - Déterminer si la médiane dépasse la CEG.

Dans l'exemple, la concentration médiane de contaminant de l'unité régionale pour l'arsenic était de 5,3 µg/L; le tableau 7 indique que la concentration minimale avec effet (CME) pour l'arsenic est de 6 µg/L; la concentration médiane de contaminant de 5,3 µg/L ne dépasse aucune ligne directrice.

Il est à noter que la concentration à effet grave (CEG) varie en fonction du pourcentage de carbone organique total (% COT), de sorte qu'un calcul supplémentaire est nécessaire pour chaque contaminant dans les catégories BPC/pesticides organochlorés et HAP afin d'interpréter correctement la valeur seuil. Pour des directives sur la façon d'appliquer les seuils indiqués au tableau 7, consulter les sites Web des gouvernements provincial et fédéral :

- Recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau : protection de la vie aquatique : <http://cegg-rcqe.ccme.ca/fr/index.html#void>
- Lignes directrices pour identifier, évaluer et gérer les sédiments contaminés en Ontario : <https://www.ontario.ca/document/guidelines-identifying-assessing-and-managing-contaminated-sediments-ontario/identification-and-assessment#fna2a> (en anglais seulement)

9. Pour chaque catégorie (Métaux, BPC/pesticides organochlorés et HAP), déterminer le nombre de dépassements pour chaque ligne directrice (CEN, CME, CEP et CEG) :
- Lorsque les valeurs dépassent les CEN, CME, CEP et CEG à une station, cela est assigné à l'unité régionale comme une source de stress.
 - Déterminer le nombre et le type de dépassements à l'intérieur de chaque unité régionale.

Tableau 7 : Niveaux de dépassement publiés; il est à noter que pour la CEG, le %COT est nécessaire à l'interprétation des BPC/pesticides organochlorés et des HAP

Contaminant	UNITÉ	Concentration minimale avec effet (CME)	Concentration produisant un effet probable	Concentration à effet grave
Metals				
Arsenic	UG/G SEC	6	17	33
Cadmium	UG/G SEC	0.6	3.5	10
Chrome	UG/G SEC	26	90	110
Cuivre	UG/G SEC	16	197	110
Fer	%	2%	Pas de valeur	4%
Plomb	UG/G SEC	31	91.3	250
Manganèse	UG/G SEC	460	Pas de valeur	1100
Mercure	UG/G SEC	0.2	0.486	2
Nickel	UG/G SEC	16	Pas de valeur	75
Zinc	UG/G SEC	120	315	820
Pesticides organochlorés				
a-BHC (hexachlorocyclohexane)	UG/G SEC	0.006	Pas de valeur	12 * %TOC
Aldrin	UG/G SEC	0.002	Pas de valeur	8 * %TOC
b-BHC (hexachlorocyclohexane)	UG/G SEC	0.005	Pas de valeur	21 * %TOC
Dieldrine	UG/G SEC	0.002	0.0067	21 * %TOC
Endrine	UG/G SEC	0.003	0.0624	130 * %TOC
g-chlordane	UG/G SEC	0.007	0.0087	6 * %TOC
Hexachlorobenzène	UG/G SEC	0.02	Pas de valeur	24 * %TOC
Mirex	UG/G SEC	0.007	Pas de valeur	13 * % TOC
op-DDT	UG/G SEC	0.008	Pas de valeur	71 * %TOC
pp-DDD	UG/G SEC	0.008	0.00851	6 * %TOC
pp-DDE	UG/G SEC	0.005	0.007	19 * %TOC
pp-DDT	UG/G SEC	0.008	0.005	71 * %TOC
Nutriments				
Carbone; organique total	% aux fins de l'interprétation des seuils			

HAP				
Anthracène	UG/G SEC	0.220	0.245	370 * %TOC
Benzo(a)anthracène	UG/G SEC	0.32	0.385	1480 * %TOC
Benzo(a)pyrène	UG/G SEC	0.370	0.782	1440* %TOC
Benzo(g,h,i)pérylène	UG/G SEC	0.17	Pas de valeur	320* %TOC
Benzo(k)fluoranthène	UG/G SEC	0.24	Pas de valeur	1340* %TOC
Chrysène	UG/G SEC	0.340	0.862	460 * %TOC
Dibenzo(a,h)anthracène	UG/G SEC	0.06	0.135	130*%TOC
Fluoranthène	UG/G SEC	0.75	2.355	1020*%TOC
Fluorène	UG/G SEC	0.190	0.144	160*%TOC
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	UG/G SEC	0.200	Pas de valeur	320*%TOC
Phénanthrène	UG/G SEC	0.560	0.515	950* %TOC
Pyrène	UG/G SEC	0.490	0.875	850 * %TOC
BPC				
BPC; total	UG/G SEC	0.07	0.277	530*%TOC
Les BPC posent une menace importante en raison du risque accru de bioaccumulation dans la chaîne alimentaire; par conséquent, la concentration à effet nul (CEN 0,01 µg/g poids sec) a été utilisée comme niveau minimal acceptable pouvant être considéré comme un niveau de stress faible.				

Seuils pour la qualité des sédiments (tous les lacs) :

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
<ul style="list-style-type: none"> • BPC < Concentration à effet nul • Pesticides organochlorés et HAP < Concentration minimale avec effet • Métaux < Concentration produisant un effet probable ou Concentration à effet grave 	<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 	Tout contaminant > Concentration à effet grave
Seuils basés sur les lignes directrices provinciales (Concentration à effet nul [CEN], Concentration minimale avec effet [CME] et Concentration à effet grave [CEG]) et fédérales (Concentration produisant un effet probable [CEP]) et le meilleur jugement professionnel		

Communauté benthique

D'autres facteurs influent sur les communautés d'invertébrés benthiques, notamment le type de substrat, la profondeur d'échantillonnage et les nutriments (p. ex., certaines concentrations d'ammoniaque [NH₃] peuvent être toxiques pour les organismes benthiques). Bien que cette mesure donne une indication de la santé globale de la communauté et a son utilité dans l'évaluation en tant que mesure du stress sur les zones littorales, il pourrait être nécessaire de procéder à des études plus détaillées dans les zones prioritaires afin d'évaluer certains risques, comme la toxicité et le potentiel de bioamplification.

Ensembles de données :

• Étude collaborative globale d'Erie 2004

L'ECCS a échantillonné 280 sites par benne Ponar (fond meuble) ou transport aérien (fond dur) à travers le lac Érié entre mai et août 2004 dans le cadre d'une évaluation de la communauté benthique. Les données de l'étude comprennent les densités (nombre par m²) de 53 taxons benthiques identifiés au niveau taxonomique le plus bas possible. Il existe également des données sur l'habitat et la qualité générale de l'eau pour la plupart des emplacements.

- Évaluation du lac Érié 2018 : 160 sites à partir des données ECCS 2004

• Réseau canadien de biosurveillance aquatique du RCBA ECCE

Le Réseau canadien de biosurveillance aquatique est un programme de biosurveillance aquatique visant à évaluer la santé des écosystèmes d'eau douce au Canada. Les macroinvertébrés benthiques sont collectés sur un site et leur dénombrement est utilisé comme indicateur de la santé de ce plan d'eau. Les sites de référence représentent les habitats les plus proches du « naturel » avant tout impact humain.

- Évaluation du lac Ontario 2019 : 2006, 2007, 2010-2012 et 2014 Plan d'action des Grands Lacs Secteur préoccupant et sites de référence
- Évaluation du lac Huron en 2021 : Zone préoccupante du Plan d'action des Grands Lacs 2010-2014 et sites de référence

*Notez que les données CABIN ne sont pas disponibles en téléchargement public.

• Communauté d'invertébrés benthiques MECP (zones littorales des Grands Lacs)

Contient des informations sur la structure de la communauté d'invertébrés benthiques d'échantillons prélevés chaque année dans les stations de surveillance de l'indice côtier dans un bassin des Grands Lacs. La composition des invertébrés benthiques trouvés dans un échantillon est utilisée comme indicateur biologique de l'état trophique et des conditions environnementales générales pour aider à comprendre la fonction, la structure et le changement de l'écosystème. Enquêtes généralement menées dans l'un des bassins des Grands Lacs chaque année; dans la plupart des cas, cinq échantillons répétés ont été prélevés à chaque station.

- Évaluation du lac Ontario 2019 : 2006, 2009 et 2012 données MECP
- Évaluation du lac Supérieur 2020 : données MECP 2011

Méthode d'évaluation :

L'évaluation pour cette mesure repose sur la même méthodologie générale, mais elle est légèrement différente pour chaque lac. Généralement, la méthode consiste à caractériser les communautés benthiques en fonction du benthos total (densité de tous les macroinvertébrés), de la richesse taxonomique (nombre de taxons au niveau d'identification le plus bas sur le site) et de la tolérance moyenne aux perturbations* ou de l'uniformité des individus présents sur le site :

- Effectuer une analyse en composantes principales (ACP) sur les trois descripteurs du benthos – benthos total, richesse au niveau taxonomique le plus bas et sensibilité (lac Érié) ou uniformité du site (lac Ontario, lac Supérieur, lac Huron)
- Lac Érié : À partir des 2 premiers axes de l'ACP, calculer un gradient (classer les axes de 0 à 1, puis multiplier l'axe 1 par l'axe 2) aligné sur un benthos total croissant, une richesse taxonomique croissante et une sensibilité croissante des individus sur le site (= tolérance décroissante)
- Lac Ontario : Sur la base des 2 premiers axes de l'ACP, un gradient de qualité s'alignant sur l'augmentation du benthos total, l'augmentation de la richesse taxonomique et l'augmentation de l'uniformité
- Lac Supérieur et lac Huron : Sur la base des 2 premiers axes de l'ACP, un gradient de qualité s'alignant sur l'augmentation du benthos total, l'augmentation de la richesse taxonomique et l'augmentation de l'uniformité a été attribué à la ligne passant par l'origine ; les scores ont été projetés perpendiculairement sur la ligne de gradient de qualité
- Calculer les 33^e et 67^e percentiles des valeurs de gradient pour diviser l'intervalle de valeurs en tiers, représentant les communautés benthiques de qualité faible, moyenne et élevée
- Faire le décompte du nombre de sites dans chacune des catégories de qualité (faible, moyenne et élevée) pour chaque unité régionale
- La catégorie qui divise les sites en deux moitiés caractérise la qualité « médiane » de l'unité régionale et est utilisée pour attribuer une mesure relative de qualité pour chaque site

*Tolérance moyenne aux perturbations des individus à un site calculée à partir des valeurs de tolérance des taxons (tirées de la documentation) et des densités des divers taxons à un site. On calcule les notes de tolérance des sites en multipliant la densité de chaque taxon à un site par sa note de tolérance, en additionnant le produit pour chaque site et en divisant le résultat par la densité benthique totale du site.

Pour une méthodologie détaillée sur l'évaluation des mesures de la communauté benthique de chaque lac, reportez-vous au :

- Rapport sur les résultats de l'Évaluation canadienne des zones côtières du lac Érié 2018
- Rapport sur les résultats de l'Évaluation des zones côtières canadiennes du lac Ontario 2019
- Rapport sur les résultats de l'Évaluation des zones côtières canadiennes du lac Supérieur 2020
- Rapport sur les résultats de l'Évaluation canadienne des zones côtières du lac Huron 2021

Seuils pour la communauté benthique (tous les lacs) :

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
La communauté benthique est dans un état fonctionnel et présente une grande diversité (67e percentile supérieur des notes)	La communauté benthique est dans un état dégradé, mais fonctionnel (entre le 33e et le 67e percentile des notes)	La communauté benthique est dans un état très dégradé et non fonctionnel (33e percentile inférieur des notes)
Seuils fondés sur l'analyse statistique d'Environnement et Changement climatique Canada		

Note pour la catégorie Contaminants dans l'eau et les sédiments

Toutes les mesures de cette catégorie n'ont pas la même pondération dans l'évaluation. On a accordé une pondération plus faible à la catégorie Qualité de l'eau parce qu'un petit nombre d'échantillons d'eau prélevés à un nombre limité de points dans le temps ne sont pas nécessairement représentatifs des conditions d'exposition chronique. Bien que les mesures de la chimie de l'eau soient généralement compilées et analysées à l'aide de procédures normalisées et qu'elles soient donc fiables, elles ne sont pas nécessairement liées à l'apport spécifique d'une unité régionale. En revanche, les données sur la chimie des sédiments sont moins dynamiques et intègrent les apports cumulatifs des agents de stress chimiques d'une unité régionale. Les sédiments lacustres sont un réservoir de particules et de contaminants qui proviennent du bassin versant à partir de rejets de source ponctuelle et de source diffuse ou de dépôts atmosphériques, mais ils peuvent aussi être une source de contamination pour la colonne d'eau ou le biote. Les mesures de la communauté benthique fournissent un niveau supplémentaire d'intégration des agents de stress chimiques et des agents de stress physiques et reçoivent une pondération plus élevée. La démarche qui consiste à accorder un poids plus faible aux mesures statiques ponctuelles de la chimie (qui mesure l'exposition) et un poids plus élevé aux mesures sur le terrain dans la communauté biologique (qui mesure l'effet) est fréquemment utilisée dans les évaluations fondées sur la pondération des éléments probants (Golder Associates Ltd., 2018).

Note pour la catégorie :

- Attribuer une note pour la catégorie à partir du tableau 8.

Tableau 8. Grille de notation pondérée pour la catégorie Contaminants dans l'eau et les sédiments (E = Stress élevé, M = Stress modéré, F = Stress faible, ? = Pas de données).

Remarque : Les mesures Qualité des sédiments et Communauté benthique ont plus d'influence que la mesure Qualité de l'eau.

Qualité de l'eau (+)	Qualité des sédiments (++)	Communauté benthique (++)	Note pour la catégorie
F	F	F	F
F	F	M	F
F	F	E	M
F	F	?	F
F	M	F	F
F	M	M	M

F	M	E	M
F	M	?	M
F	E	F	M
F	E	M	M
F	E	E	E
F	E	?	M
F	?	F	F
F	?	M	M
F	?	E	M
F	?	?	?
M	F	F	F
M	F	M	M
M	F	E	M
M	F	?	F
M	M	F	M
M	M	M	M
M	M	E	M
M	M	?	M
M	E	F	M
M	E	M	M
M	E	E	E
M	E	?	E
M	?	F	F
M	?	M	M
M	?	E	E
M	?	?	?
E	F	F	F
E	F	M	M
E	F	E	M
E	F	?	M
E	M	F	M
E	M	M	M
E	M	E	E
E	M	?	M
E	E	F	E
E	E	M	E
E	E	E	E
E	E	?	E
E	?	F	F
E	?	M	M
E	?	E	E
E	?	?	?
?	F	F	F
?	F	M	M
?	F	E	M
?	F	?	F
?	M	F	M
?	M	M	M
?	M	E	E
?	M	?	M
?	E	F	M
?	E	M	E
?	E	E	E
?	E	?	E

?	?	F	F
?	?	M	M
?	?	E	E
?	?	?	?

Algues nuisibles et nocives Cyanobactéries

Ensembles de données :

- **Système de surveillance des proliférations d'algues nocives de la NOAA**

La *Harmful Algal Bloom (HAB) – Forecasting Branch* (Prolifération d'algues nuisibles – Division des prévisions) est un groupe de recherche qui relève des *National Centers for Coastal Ocean Science* de la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* et qui est chargée de prévoir et de surveiller les HAB. À cette fin, on effectue une surveillance par satellite afin d'obtenir une vue synoptique à une haute résolution temporelle. La couleur de l'eau peut être utilisée en remplacement de divers paramètres géophysiques, et plusieurs produits normalisés sont générés à partir de cartographies de la réflectance établies par la *HAB– Forecasting Branch*. Un de ces produits est l'indice de cyanobactéries (CI), qui détecte les proliférations monospécifiques importantes de cyanobactéries dans les Grands Lacs, principalement la *Microcystis aeruginosa*.

- Évaluation du lac Érié 2018 : images composites de 10 jours du satellite MODIS, avec algorithme d'indice de cyanobactéries ; Juin à octobre, 2012-2017
- Évaluation du lac Ontario 2019 : images composites de 10 jours du satellite MODIS, avec l'algorithme de l'indice des cyanobactéries ; Juin à octobre 2016-2018
- Évaluation du lac Supérieur 2020 : images composites de 7 jours provenant du capteur OLCI avec algorithme d'indice de cyanobactéries ; juin à octobre 2019
- Évaluation du lac Huron 2021 : images composites de 7 jours provenant du capteur OLCI avec algorithme d'indice de cyanobactéries ; juin à octobre 2019

Composites raster fournis à ECCC par la NOAA. Pour plus d'informations sur la branche de prévision HAB de la NOAA, voir :

[Lignes directrices sur le traitement des images satellites couleur de l'océan de la Direction générale de la prévision des proliférations d'algues nuisibles - Site Web sur les sciences côtières du NCCOS \(noaa.gov\)](#)

Méthode d'évaluation :

Description de fichier de la NOAA :

<composite>_aaa_mmjj_mmjj_<modifié>_<typef>.tif

<composite> l'image est un composite

aaaa année – 4 chiffres

mmjj mois de l'année (précédé de zéro); jour du mois (précédé de zéro)

DÉBUT

mmjj mois de l'année (précédé de zéro); jour du mois (précédé de zéro) FIN

<modifié> l'imagerie a été modifiée
<typef> type de fichier

Version : 1.0
Description : Indice de chlorophylle-cyanobactéries
Mise à l'échelle : $DN=100*(\log_{10}(IC)+4)$
Mise à l'échelle inversée : $IC=10^{(DN/100-4)}$ p. ex., FN=100 (revient à la valeur originale de 0,0010)
Type : ensemble de données monocanal

Clé de donnée :

0 : pas de couverture
1 : pas de détection
2-249 : données graduées, valides
250 : au-dessus de la plage
252 : terre
253 : nuage
254 : mixtes/non valides

Méthode d'évaluation :

Dans le SIG (par exemple ESRI ArcMap), assemblez les composites pertinents

1. Les images composites des cyanobactéries sont des jeux de données raster monocanal; il faut ajouter une table attributaire pour extraire les valeurs.
 - Dans ArcMap, utiliser l'outil Créer la table attributaire d'un raster sur chaque image composite.
2. Les *microcystines* produisent des composés nocifs et toxiques qui peuvent avoir différents effets nuisibles sur la santé de l'écosystème et la santé humaine; l'indice de cyanobactéries (IC) de la NOAA permet de recenser efficacement ces proliférations graves de cyanobactéries et semble pouvoir distinguer les cyanobactéries des fortes charges de sédiments. La gravité est définie ici par les pixels dont la valeur dépasse la ligne directrice de l'Organisation mondiale de la santé (la valeur guide pour les *microcystines* totales (toxines) est de 1 µg/L dans l'eau potable, ce qui équivaut à 100 sur l'échelle IC).
 - Extraire par attributs les <images composites> OÙ 'valeur' >99 ET <250
 - La sortie est une nouvelle image composite (uniquement les pixels dont la valeur est de 100 à 249).
3. Pour chaque image composite d'efflorescence, générer les statistiques MIN, MEAN, MAX, RANGE, AREA pour analyser les données plus en détail.
 - Utiliser l'outil Statistiques zonales (table) pour résumer l'étendue de la prolifération à l'intérieur de chaque zone (unité régionale).
4. Pour chaque image composite d'efflorescence, utiliser les statistiques pour calculer la superficie de la prolifération et le pourcentage de l'unité régionale couverte (étendue).
 - Étendue = $\frac{\text{SuperficieProlifération_km}^2}{\text{UnitéRég_km}^2} (\text{BloomArea_km}^2 / \text{RegUnit_km}^2)$

5. Repérer les images composites sur 10 jours ou 7 jours où l'étendue de la prolifération dépassait les seuils fixés afin de déterminer si les cyanobactéries posent des risques pour la santé humaine et la santé de l'écosystème.

Les efforts binationaux et nationaux de gestion des nutriments en vertu de l'AQEGl et de l'Accord Canada-Ontario concernant la qualité de l'eau et la santé de l'écosystème des Grands Lacs (ébauche 2020) (ACO), visent à ramener les proliférations de cyanobactéries dans le bassin ouest du lac Érié à des niveaux inférieurs à ceux qui étaient observés en 2012, une année considérée comme peu marquée par les efflorescences, c'est-à-dire couvrant 20 % de la portion canadienne du bassin ouest (unité régionale Bassin ouest). En dehors du bassin occidental, l'occurrence d'une prolifération de toute taille est considérée comme un stress élevé, mais pour tenir compte du niveau de précision de l'imagerie satellitaire, un seuil d'étendue de 2% a été adopté pour toutes les autres unités régionales afin d'éviter les faux positifs.

Seuils pour les cyanobactéries (pour chaque lac) :

LAC ÉRIÉ		
STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ – Signaler (!)
Unité régionale Bassin ouest : la prolifération de cyanobactéries couvre moins de 20 % de la superficie totale de l'unité régionale dans une image composite sur 10 jours de juin à octobre 2012 à 2017 Toutes les autres unités régionales : les proliférations de cyanobactéries couvrent moins de 2 % de la superficie totale de l'unité régionale dans une image composite sur 10 jours de juin à octobre 2012 à 2017	<i>S.O. Les cyanobactéries étant considérées comme préoccupantes pour la santé humaine et la santé de l'écosystème, toute prolifération décelée est caractérisée comme une source de stress</i>	Unité régionale Bassin ouest : la prolifération de cyanobactéries couvre plus de 20 % de la superficie totale de l'unité régionale dans une image composite sur 10 jours de juin à octobre 2012 à 2017 Toutes les autres unités régionales : les proliférations de cyanobactéries couvrent plus de 2 % de la superficie totale de l'unité régionale dans une image composite sur 10 jours de juin à octobre 2012 à 2017
LAC ONTARIO		
STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ – Signaler (!)
Aucune prolifération de cyanobactéries dépassant 2 % de la superficie totale de l'unité régionale n'a été décelée dans une image composite sur 10 jours en 2016, en 2017 ou en 2018.	<i>S.O. Les cyanobactéries étant considérées comme préoccupantes pour la santé humaine et la santé de l'écosystème, toute prolifération décelée est caractérisée comme une source de stress.</i>	Une prolifération de cyanobactéries dépassant 2 % de la superficie totale de l'unité régionale a été décelée dans une image composite sur 10 jours en 2016, en 2017 ou en 2018.
LAC SUPÉRIEUR ET LAC HURON		

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ – Signaler (!)
Aucune prolifération de cyanobactéries dépassant 2 % de la superficie totale de l'unité régionale n'a été décelée dans une image composite sur 7 jours en 2019.	<i>S.O. Les cyanobactéries étant considérées comme préoccupantes pour la santé humaine et la santé de l'écosystème, toute prolifération décelée est caractérisée comme une source de stress</i>	Une prolifération de cyanobactéries dépassant 2 % de la superficie totale de l'unité régionale a été décelée dans une image composite sur 7 jours en 2019.
Seuils basés sur les directives de l'Organisation mondiale de la santé sur les cyanobactéries		

Cladophora

Ensembles de données :

- **Cartographie par satellite de la végétation aquatique submergée (VAS) réalisée par le MTRI**

Le Michigan Tech Research Institute (MTRI) a établi une cartographie par satellite de la végétation aquatique submergée (VAS) des Grands Lacs qui représente l'étendue de la VAS dans les zones optiquement peu profondes. La VAS était surtout composée de *Cladophora* avec des zones localisées de plantes vasculaires, d'autres macro-algues filamenteuses ou de diatomées. La cartographie a une résolution de 30 m et a été générée à l'aide d'un algorithme du MTRI compensant les variations de profondeur. Elle est basée sur les données recueillies par le satellite Landsat au cours de la saison de croissance de végétaux. Elle sert de base de référence et permet aux collectivités de faire le suivi des changements dans l'étendue spatiale de la VAS. Il est à noter que ces données ont été transmises dans le cadre d'une communication personnelle.

- Évaluation du lac Érié 2018 : cartographie SAV 2016-2018 (Landsat 8)
- Évaluation du lac Ontario 2019 : 2016-2018 (Landsat 8) Cartographie SAV
- Évaluation du lac Supérieur 2020 : aucune donnée disponible
- Évaluation 2021 du lac Huron : cartographie SAV 2016-2019 (Landsat 8)

Méthode d'évaluation :

REMARQUE : La mesure Cladophora ne s'applique pas aux unités régionales qui sont dominées par un substrat non consolidé, des rivages qui subissent une forte érosion ou des baies caractérisées par des milieux humides côtiers, ni aux voies interlacustres. Dans les zones où les milieux humides côtiers sont dominants, les zones classées comme VAS clairsemée ou dense dans la cartographie du MTRI peuvent en réalité être de la VAS associée aux milieux humides et non des algues nuisibles, comme la Cladophora.

La *Cladophora* est évaluée comme suit :

Dans le SIG (p. ex., ArcMap – ESRI), assembler la cartographie de la VAS du MTRI et les unités régionales

1. Créer un fichier de polygones à partir de la matrice geoTIFF de la cartographie de la VAS du MTRI.
 - Utiliser l'outil de conversion (Raster vers polygones) à l'aide de la valeur du code de réseau.
 - Ajouter un champ au fichier de polygones de sortie et attribuer une classification MTRI à chaque code de réseau :
 - i. Ajouter le champ 'descr' (texte)
 - OÙ code de réseau = 1, 'descr' = « VAS clairsemée » (*sparse SAV* ou « SAV moins dense »)
 - OÙ code de réseau = 3, 'descr' = « substrat non colonisé » (*uncolonized substrate*)
 - OÙ code de réseau = 7, 'descr' = « VAS dense » (*dense SAV*)
 - OÙ code de réseau = 9, 'descr' = « non classé en raison de la turbidité »
2. Associer la cartographie de la VAS aux unités régionales.
 - Utiliser l'outil Intersecter pour calculer l'intersection géométrique du polygone de VAS (de l'étape 1) avec les unités régionales.
 - Le polygone de sortie devrait avoir tous les attributs des unités régionales et des polygones de VAS du MTRI.
3. Déterminer l'étendue de la VAS cartographiée à l'intérieur de chaque unité régionale.
 - Fusionner le polygone obtenu à l'étape 2 par 'RegUnit_ID', 'RegUnit_Type' et classification du MTRI ('descr' attribuée à l'étape 1).
 - Le polygone de sortie ne devrait pas avoir plus de trois enregistrements pour chaque unité régionale, à savoir un pour la VAS clairsemée, un pour le substrat non consolidé et un pour la VAS dense (en cas de détection) :
 - Ajouter le champ 'areaHA' (double) au polygone de sortie et calculer la superficie de chaque polygone.
4. Résumer l'étendue de la VAS à l'intérieur de la superficie totale cartographiée par le MTRI :
 - Étendue de la superficie cartographiée par le MTRI à l'intérieur de l'unité régionale = VAS clairsemée + substrat non consolidé + VAS dense.
 - Étendue de *Cladophora* à l'intérieur de l'unité régionale : VAS clairsemée + VAS dense.

Les cartes de VAS générées par le MTRI sont obtenues par satellite (Landsat 8) et sont donc limitées à la profondeur optique du satellite; dans le cas du Landsat 8, cette profondeur se situe en gros entre 6 et 8 m. Par ailleurs, étant donné que la *Cladophora* a besoin de lumière pour connaître une croissance optimale, elle privilégie généralement la zone photique peu profonde des zones littorales. C'est pourquoi il n'est pas approprié de calculer l'étendue de la VAS décelée en tant que pourcentage de la superficie totale d'une unité régionale puisque les limites extracôtières dépassent les 8 m dans tous les lacs. On a plutôt calculé la superficie de la VAS décelée et classée comme clairsemée ou dense à l'intérieur de chaque unité régionale sous forme de pourcentage de la

seule superficie totale cartographiée par le MTRI (VAS clairsemée + substrat non consolidé + VAS dense).

5. Calculer le pourcentage de la superficie totale cartographiée par le MTRI qui est classée comme VAS à l'intérieur de chaque unité régionale.
 - $(\text{VAS clairsemée} + \text{VAS dense}) / (\text{VAS clairsemée} + \text{substrat non consolidé} + \text{VAS dense}) = \% \text{ de l'étendue de la VAS}$
6. Attribuer un niveau de stress à partir des seuils suivants :
 - Étendue de la VAS <20 % = Stress faible
 - Étendue de la VAS de 20 à 35 % = Stress modéré
 - Étendue de la VAS >35 % = Stress élevé

Lacunes dans les données : Le produit satellitaire du Michigan Tech Research Institute (MTRI) offre la possibilité d'établir une cartographie régulière et complète des zones littorales pour la détection des efflorescences de *Cladophora* et ce, à une échelle temporelle et spatiale que ne peuvent atteindre les programmes de surveillance classiques à partir de bateaux. Le produit pertinent à *Cladophora* serait plus performant s'il existait une cartographie haute résolution du substrat. Il est démontré que, pour se développer, la *Cladophora* doit se fixer, le plus souvent à des substrats de galets, de grosses roches ou de roche mère. En superposant les zones cartographiées en tant que substrats non consolidés ou sablonneux, où la VAS est détectable, ces zones pourraient être éliminées du produit, ce qui permettrait de mieux cerner l'habitat potentiel à partir des zones de croissance observées de la *Cladophora*. Il est également établi que les moules dreissénidées et leurs coquilles constituent un substrat propice à la croissance. Une cartographie du substrat qui comprendrait les bancs de moules dreissénidées permettrait ici encore d'affiner l'évaluation en représentant l'habitat propice à la croissance de la *Cladophora*.

Le MTRI a analysé la VAS pour chacun des Grands Lacs entre 2016 et 2018. En procédant à cette analyse tous les ans, il serait possible de déceler les changements dans l'étendue de la *Cladophora*, ce qui permettrait de mieux comprendre la variabilité interannuelle et les profils de croissance et de réduire le degré d'incertitude des modèles.

On sait que la *Cladophora* affecte la santé de l'écosystème puisqu'elle pousse sur les récifs qui servent de frayères aux poissons, en les étouffant, et qu'elle favorise la prolifération de bactéries, comme celles qui sont responsables du botulisme. Du point de vue de l'activité humaine, les matières échouées ont un effet comparable, voire plus important, puisqu'elles salissent les plages, obstruent les prises d'eau et réduisent la valeur des propriétés situées sur la côte. Les travaux de recherche sur le transport et le dépôt de *Cladophora* sont considérés comme une importante lacune à combler afin que les efforts de réduction des nutriments aient véritablement un effet sur la croissance de la *Cladophora*. Des citoyens scientifiques recensent les algues *Cladophora* échouées le long de la portion Niagara de la côte du lac Érié pendant tous les mois d'été, pour aider les chercheurs à déterminer à quel endroit et à quel moment la *Cladophora* cause des problèmes à l'échelle locale. Il serait utile d'étendre cette surveillance communautaire au lac Ontario. L'intégration de ces données dans la mesure de *Cladophora* peut fournir une évaluation plus robuste des zones littorales dans l'avenir.

Bien que certaines réserves aient été exprimées quant à l'inclusion de la *Cladophora* comme mesure dans l'évaluation globale, on a estimé que son omission aurait introduit une lacune encore plus grave. Cette algue est un agent de stress non seulement pour la santé de l'écosystème côtier, mais aussi pour ce qui est des retombées sociales et économiques

connexes des lacs. À l'échelle binationale, les communautés, les gouvernements et les parties prenantes souhaitent améliorer leur compréhension des facteurs de croissance et des mesures à prendre pour limiter cette croissance. L'intention ici est de communiquer les résultats aux collectivités du lac Érié et du lac Ontario, aux scientifiques et aux chercheurs en tant que données scientifiques supplémentaires aux fins de l'établissement des priorités d'action.

Seuils pour la *Cladophora* (tous les lacs, là où la mesure s'applique) :

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
Couverture de VAS <20 %	Couverture de VAS de 20 à 35 %	Couverture de VAS >35 %
Seuils fondés sur le meilleur jugement professionnel : équipe de gestion des nutriments d'ECCC.		

Oxygène dissous (lac Érié seulement)

Ensembles de données :

- **Données de surveillance et de monitoring de l'eau des Grands Lacs d'ECCC**

Les données sur la qualité de l'eau ont été recueillies par ECCC pour remplir les engagements liés à l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. Elles visent à déterminer l'état de référence de la qualité de l'eau, les tendances à long terme et les distributions spatiales, l'efficacité des mesures de gestion et la conformité aux objectifs de qualité de l'eau et à recenser les enjeux émergents.

Les Données de surveillance et de monitoring de l'eau des Grands Lacs sont les données sur la qualité de l'eau et la santé des écosystèmes recueillies dans les Grands Lacs et les affluents prioritaires afin de déterminer l'état de référence de la qualité de l'eau, les tendances à long terme et les distributions spatiales, l'efficacité des mesures de gestion ainsi que la conformité aux objectifs de qualité de l'eau.

Méthode d'évaluation :

Accéder aux Données de surveillance et de monitoring de l'eau des Grands Lacs du gouvernement du Canada Catalogue de données

1. Dans Excel, rechercher les enregistrements relatifs aux échantillons prélevés entre 2012 et 2014 pour mesurer l'oxygène dissous ('FULL_NAME' = OXYGÈNE, DISSOUS, CONCENTRATION).
2. Ajouter les enregistrements recherchés au SIG (p. ex., ArcMap – ESRI) et tracer les enregistrements à l'aide de la latitude et de la longitude; exporter dans un nouvel ensemble de données.
3. Attribuer à chaque enregistrement l'identificateur de l'unité régionale dans laquelle il est inclus.
4. Reconvertir le tableau en Excel et trier le champ 'VALUE' afin de répertorier les stations où les concentrations d'oxygène dissous sont inférieures aux plages acceptables pour la vie aquatique.

- Lorsqu'un échantillon pour lequel les concentrations d'oxygène dissous (OD) sont inférieures au seuil acceptable pour la vie aquatique, cela est assigné à l'unité régionale comme une source de stress.
 - La concentration minimale acceptable d'oxygène dissous dans les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux: protection de la vie aquatique est de 6000 ug / L (6 mg / L).
- Déterminer le nombre total d'échantillons pour lesquels les concentrations sont inférieures aux seuils acceptables à l'intérieur de chaque unité régionale.

Lacunes dans les données : L'évaluation globale des eaux littorales s'appuie sur les données sur l'oxygène dissous recueillies dans le cadre du Programme de surveillance de la qualité de l'eau d'Environnement et Changement climatique Canada, un programme 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 des conditions météorologiques qui limitent les efforts d'échantillonnage. Les grands navires de recherche ordinairement utilisés dans le cadre de ce programme ne peuvent pas toujours accéder aux eaux littorales en raison de leur faible profondeur. Il est donc très peu probable que les bateaux de surveillance se rendent dans ces zones pour capter les eaux hypoxiques qui atteignent la rive.

Le Great Lakes Environmental Research Laboratory de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), en collaboration avec le service responsable des eaux de la ville de Cleveland, l'Université Purdue et la commission géologique des États-Unis (*United States Geological Survey*), a lancé un projet quinquennal utilisant des instruments flottants afin de modéliser et de prédire les événements épisodiques d'hypoxie qui ont une incidence sur le littoral du lac Érié, tant aux États-Unis qu'au Canada. Les eaux hypoxiques qui pénètrent dans les stations de traitement des eaux usées peuvent produire des problèmes de goût, d'odeur et de décoloration dans l'eau potable. Les modèles fournissent des alertes avancées aux exploitants de stations de traitement (aux États-Unis, à l'heure actuelle), afin que des ajustements puissent être apportés au procédé de traitement de l'eau. Dans le cadre de cet effort, des ancrages installés à huit emplacements dans le lac Érié captent la température et l'oxygène dissous à différents niveaux de la colonne d'eau. Dans la mesure du possible, cette source de données supplémentaires devrait être utilisée pour combler les lacunes dans les données spatiales et temporelles dans l'ensemble du lac Érié. Pour l'évaluation globale, on a utilisé des données de télédétection et des données sur des mesures ponctuelles, mais on n'a pas encore incorporé de données de modélisation. D'autres travaux seraient nécessaires pour s'assurer que les résultats modélisés se confirment sur le terrain. Le projet de la NOAA a débuté en 2017 et devrait produire des résultats détaillés en 2022, ce qui pourrait donner lieu à des améliorations dans la mesure de l'oxygène dissous dans l'évaluation des eaux littorales du lac Érié.

Seuils pour l'oxygène dissous/hypoxie (lac Érié seulement) :

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
Tous les échantillons OD sont supérieurs à 6 mg/L dans une unité régionale	Un ou plusieurs échantillons OD se situent entre 2 et 6 mg/L dans une unité régionale	Un ou plusieurs échantillons OD sont inférieurs à 2 mg/L dans une unité régionale

Seuils tirés des Recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau : protection de la vie aquatique

Note pour la catégorie Algues nuisibles et nocives

Méthode d'évaluation :

- Attribuer une note pour la catégorie à partir du tableau 9.
- Utiliser la mention "!" pour noter la catégorie de l'unité régionale lorsque les cyanobactéries dépassent les seuils, compte tenu du risque imminent qu'elles présentent pour la santé humaine et la santé de l'écosystème.

Tableau 9. Grille de notation pondérée pour la catégorie Algues nuisibles et nocives
(E = Stress élevé, M = Stress modéré, F = Stress faible, ? = Pas de données)

Remarque : La mesure des cyanobactéries reçoit plus d'influence que les mesures *Cladophora* et oxygène dissous.

Cyanobactéries (++)	<i>Cladophora</i> (+)	Oxygène dissous (+)	Note pour la catégorie
F	F	F	F
F	F	M	F
F	F	E	M
F	F	?	F
F	M	F	F
F	M	M	M
F	M	E	M
F	M	?	F
F	E	F	M
F	E	M	M
F	E	E	M
F	E	?	M
F	?	F	F
F	?	M	F
F	?	E	M
F	?	?	F
E	F	F	E
E	F	M	E
E	F	E	E
E	F	?	E
E	M	F	E
E	M	M	E
E	M	E	E
E	M	?	E
E	E	F	E
E	E	M	E
E	E	E	E
E	E	?	E
E	?	F	E
E	?	M	E
E	?	E	E
E	?	?	E
?	F	F	F
?	F	M	M

!
Risque pour la santé humaine et la santé de l'écosystème en raison des cyanobactéries

?	F	E	M
?	F	?	?
?	E	F	M
?	E	M	E
?	E	E	E
?	E	?	?
?	?	F	?
?	?	M	?
?	?	E	?
?	?	?	?

Usage humain

Mises en garde sur les plages

Les plages publiques sont surveillées par les bureaux de santé provinciaux et, dans les parcs provinciaux, par Parcs Ontario. Les plages peuvent être fermées pour différentes raisons, notamment pour des raisons de sécurité physique; cette mesure vise toutefois les mises en garde sur les plages liées à l'*Escherichia coli* (*E. coli*), utilisé comme indicateur de contamination par des bactéries et des pathogènes. Les services de santé et Parcs Ontario comparent les échantillons d'eaux aux normes provinciales.

En 2018, les lignes directrices provinciales sont passées de 100 *E.coli*/100 ml à 200 *E.coli*/100 ml. Les lignes directrices provinciales actuelles pour la qualité des eaux récréatives peuvent être consultées ici :

http://www.health.gov.on.ca/en/pro/programs/publichealth/oph_standards/docs/protocoles_guidelines/Operational Approaches to Rec Water Guideline 2018 en.pdf (en anglais seulement).

Bien que de nombreux bureaux de santé surveillent les plages de mai à septembre, cette mesure ne tient compte des affichages que pour les mois de juillet et août, car ces mois représentent la période de l'année où les plages sont les plus utilisées et où les températures plus élevées peuvent aggraver les problèmes de qualité de l'eau à des fins récréatives. Les plages accessibles au public ne sont pas toutes surveillées, et les plages non surveillées n'ont pas été prises en compte dans cette évaluation.

Ensembles de données :

- **Le Swim Guide**

Site Web administré par Swim Drink Fish Canada qui communique les résultats des activités de surveillance des plages récréatives menées par les services de santé publique et les parcs provinciaux sous forme de plate-forme commune de cartographie. Le site fournit un résumé des mises en garde par mois (pourcentage des jours où la qualité de l'eau est acceptable ou non acceptable au cours d'un intervalle donné).

- Évaluation du lac Érié 2018 : juillet et août 2016-2017
- Évaluation du lac Ontario 2019 : juillet et août 2018
- Évaluation du lac Supérieur 2020* : juillet et août, 2015-2019
- Évaluation 2021 du lac Huron : juillet et août 2016-2020

*Notez que pour l'évaluation du lac Supérieur 2020, les informations de surveillance pour les plages du Bureau de santé du district de Thunder Bay ne figurent pas dans le Swim Guide ; les données pour ces plages ont été obtenues directement du Bureau de santé.

Méthode d'évaluation :

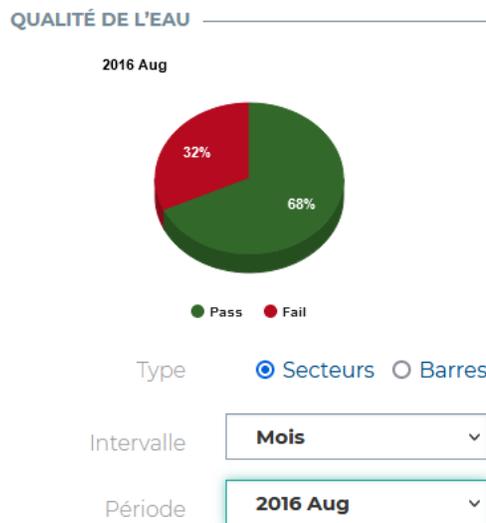
1. Accéder au Swim Guide
 - Aller sur la page *Trouveur de plages* et utiliser la carte pour répertorier toutes les plages qui se trouvent sur la côte d'un Grand Lac ou d'une voie interlacustre.
 - Sélectionner l'icône de plage et cliquer sur *More Info* pour ouvrir une nouvelle page contenant des renseignements détaillés sur la plage.
2. Créer une table de base de données (p. ex., Microsoft Excel) et extraire l'information suivante pour chaque plage :
 - Nom : situé dans le coin supérieur gauche.
 - Latitude et Longitude : sélectionner le lien *Obtenir les directions à cette plage* pour accéder à Google Maps et copier-coller les coordonnées géographiques.
 - Pourcentage de jours d'affichage en juillet et août, pour les années d'évaluation pertinentes : utiliser le diagramme *Qualité de l'eau* dans le coin inférieur droit de la page; sous '*INTERVALLE*', sélectionner '*Mois*' et utiliser le menu '*PÉRIODE*' pour sélectionner le mois et l'année appropriés (voir la figure 3).
3. Calculer le pourcentage des mois de juillet et août pendant lequel les plages faisaient l'objet d'une mise en garde dans chaque unité régionale, au cours des années d'évaluation pertinentes.
 - Calculer le % moyen de jours de mise en garde pour tous les mois pour chaque plage.
 - Calculer le % moyen de jours de mise en garde pour toutes les plages à l'intérieur d'une unité régionale (voir le tableau 10).
 - Remarque : sur le lac Supérieur, les plages du Bureau de santé du district de Thunder Bay n'apparaissent pas dans le Swim Guide; le nombre de jours pendant lesquels une plage a été signalée comme étant dangereuse pour la baignade a été interprété à partir des données d'échantillonnage fournies directement par le Bureau de santé du district de Thunder Bay, puis résumé par mois
4. Appliquer les seuils s'il y a lieu; si une unité régionale ne compte pas de plage surveillée, attribuer la note S.O. (sans objet).

Tableau 3. Exemple de calcul du % moyen de jours de mise en garde en juillet et août et du % moyen de jours d'affichage pour toutes les plages à l'intérieur d'une unité régionale.

Nom de la plage	Identificateur de l'unité régionale (RU_ID)	% en juillet 2018	% en août 2018	% moyen en juillet et août 2018	Moyenne pour l'unité régionale
Centre Island Beach	LO06	3	7	5	4.30
Cherry Beach	LO06	0	13	6.5	
Gibraltar	LO06	3	0	1.5	
Hanlan's Point Beach	LO06	0	7	3.5	

Ward's Island Beach	LO06	0	10	5	
---------------------	------	---	----	---	--

Figure 2. Modèle de diagramme Qualité de l'eau tiré du Swim Guide, utilisé pour extraire le pourcentage de jours de mise en garde



Lacunes dans les données : La qualité des eaux récréatives n'est pas évaluée périodiquement dans toutes les zones accessibles pour la baignade. Une augmentation du nombre de stations de surveillance permettrait de mieux évaluer la qualité de l'eau à l'échelle de l'unité régionale. Certaines plages ne sont échantillonnées que toutes les semaines ou à intervalles encore plus longs. Une plus grande fréquence d'échantillonnage aux emplacements existants permettrait d'établir avec plus d'exactitude le nombre de jours en juillet et août pendant lesquels la qualité de l'eau ne répond pas aux normes provinciales.

Seuils pour les mises en garde sur les plages (tous les lacs) :

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
Jours de mise en garde : 5 % ou moins pendant les mois d'été (juillet et août)	Jours de mise en garde : de 5 à 20 % pendant les mois d'été (juillet et août)	Jours de mise en garde : plus de 20 % pendant les mois d'été (juillet et août)
Seuils fondés sur le meilleur jugement professionnel		

Consommation de poisson

Cette mesure permet de déterminer le risque que pourrait présenter pour la santé humaine la consommation des espèces de poissons des eaux littorales les plus susceptibles d'être consommées pour chacun des Grands Lacs. Il convient de souligner que la mesure Consommation de poisson est une compilation des avis de consommation émis pour plusieurs espèces des zones littorales et ne devrait pas être utilisée comme avis de consommation de

poisson pour le public. Le Guide de consommation du poisson de l'Ontario renferme les renseignements nécessaires pour faire un choix judicieux et réduire l'exposition à des toxines. Le Guide est accessible en ligne à l'adresse¹⁵ et s'appuie sur les recommandations de Santé Canada. Bien que le Guide fournisse des avis de consommation pour la population générale et la population sensible, cette mesure obéit à un principe de précaution et cible principalement les populations sensibles. Les femmes en âge de procréer, y compris les femmes enceintes et les mères qui allaitent, peuvent nuire à la santé de leurs enfants si leur régime contient beaucoup de contaminants comme le mercure et les biphényles polychlorés. Les enfants de moins de 15, y compris les fœtus, sont plus sensibles aux niveaux peu élevés de contaminants que la population générale. En raison de ces risques plus élevés, on recommande à la population sensible de consommer uniquement les poissons les moins contaminés. Cette mesure ne comprend pas les avis de consommation pour les Autochtones, dont l'alimentation de subsistance est largement composée de poisson. La mesure Consommation de poisson vise uniquement à quantifier les différences dans les avis de consommation entre les unités régionales côtières.

Avec des écosystèmes et des habitats littoraux diversifiés, chacun des Grands Lacs canadiens abrite différentes communautés littorales de poissons. Les eaux chaudes et riches en nutriments du lac Érié et les milieux humides côtiers abritent le doré, la perchaude et l'achigan à petite bouche; le lac Ontario et le lac Huron sont des lacs plus froids oligotrophes dont les baies et les milieux humides côtiers offrent un habitat à des espèces des zones littorales comme le doré, la perchaude et le grand brochet, et le lac Supérieur, avec ses eaux froides oligotrophes profondes, abrite des populations littorales de truites de lac et de grands corégones ainsi que de la perchaude dans certaines des baies. Le choix des poissons utilisés pour l'évaluation de chaque lac est fondé sur une consultation avec des experts provinciaux (p. ex., MEPNP, MRNFO) et vise à représenter les conditions locales (poissons qui sont principalement restreints aux eaux littorales) et les préférences connues en matière de pêche et de consommation, selon les relevés des prises les plus récents. Bien que la mesure Consommation de poisson ne porte pas sur un contaminant préoccupant précis, dans les Grands Lacs, les contaminants qui sont à l'origine des avis de consommation de poisson sont le mercure, les BPC, les dioxines et les furanes et le toxaphène.

Ensembles de données :

- **Guide de consommation du poisson de l'Ontario – MEPNP – Base de données des avis**

Le Guide de consommation du poisson de l'Ontario est une publication bisannuelle d'avis de consommation de poissons provenant des lacs et des cours d'eau de l'Ontario qui fournit des renseignements essentiels pour la santé humaine. Ceci comprend les données sur les niveaux de contaminants dans le poisson sont recueillies pour évaluer les conséquences sur la santé de la consommation de poisson. Les concentrations de contaminants bruts sont comparées aux limites de consommation basées sur les lignes directrices sur la protection de la santé de Santé Canada.

Le tableau d'avis regroupe toutes les valeurs d'avis de consommation en repas par mois de poisson. Les avis sont basés sur des régressions de séries de puissances des concentrations de contaminants en fonction de la longueur, pour une année/collection particulière et sont

¹⁵ Ontario Ministry of Environment, Conservation and Parks. Guide to Eating Ontario Fish: advisory database. Accessed from [Guide to Eating Ontario Fish: advisory database - Datasets - Ontario Data Catalogue](#)

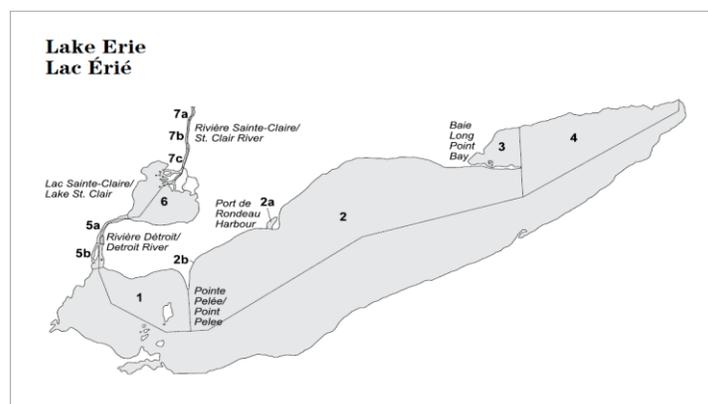
produits pour 13 catégories de taille, chacune couvrant des intervalles de 5 cm (15 cm à > 75 cm).

- Évaluation 2018 du lac Érié : doré jaune (35-55 cm), perchaude (20-30 cm) et achigan à petite bouche (20-45 cm); Population sensible ; Années guides 2015 et 2017
- Évaluation 2019 du lac Ontario : doré jaune (35-55 cm), perchaude (20-30 cm) et grand brochet (50-70 cm); Population sensible ; Années guides 2015 et 2017
- Évaluation du lac Supérieur 2020 : touladi (40-70 cm), perchaude (20-30 cm) et grand corégone (40-60 cm); Population sensible ; Année de référence 2015, 2017, 2020
- Évaluation 2021 du lac Huron : rivière St. Mary's/chenal Nord/Manitoulin et est de la baie Georgienne (LH01-LH10) – perchaude (20-30 cm), doré jaune (35-60 cm) achigan à petite bouche (30-50 cm); De l'île Christian à la rivière Sainte-Claire (LH11-LH23) – Perchaude (20-30 cm), doré jaune (35-60 cm), truite arc-en-ciel (40-70 cm) et touladi (45-70 cm); Population sensible ; Année de référence 2020

Méthode d'évaluation :

1. Déterminer à quelle unité régionale correspond le bloc d'échantillonnage du Guide de consommation de poisson.
 - Accéder au Guide de consommation du poisson de l'Ontario 2013-2014 et utiliser la description géographique qui figure sur la carte des blocs d'échantillonnage pour déterminer à quelle unité régionale appartient le bloc (voir la figure 3); utiliser le meilleur jugement professionnel pour déterminer visuellement dans quelle unité régionale le bloc d'échantillonnage est principalement situé.
 - En règle générale, si un bloc d'échantillonnage couvre moins de 20 % de l'unité régionale, il n'est pas réputé correspondre à cette unité régionale
 - Les baies situées à l'embouchure des rivières se déversant directement dans le lac devraient être incluses.
 - On peut se référer aux renseignements supplémentaires fournis sur les petites baies dans l'[outil Web](#) interactif et périodiquement mis à jour pour recenser les baies qui font l'objet d'avis correspondant aux unités régionales

Figure 3. Exemple de carte de blocs d'échantillonnage



2. Accéder à la base de données des avis sur les poissons du Guide MECP pour manger en Ontario
3. Rechercher les données pertinentes sur les avis.
 - Dans Microsoft Excel, extraire les données pertinentes de la base de données sur les mises en garde du Guide de consommation du poisson de l'Ontario; différents paramètres s'appliquent à chaque lac :
 - Blocs d'échantillonnage identifiés à l'étape 1 ('GUIDE_LOCNAME_ENG')
 - Population sensible ('POPULATION_TYPE_DESC')
 - Années visées par le Guide ('GUIDE_YEAR')
 - Espèce de poisson ('SPECNAME')
 - Catégorie de tailles ('LENGTH_CATEGORY_LABEL')
 - Nombre de repas ('ADV_LEVEL')
4. Attribuer un identificateur d'unité régionale à chaque enregistrement à partir de l'identificateur de bloc d'échantillonnage.
 - Ajouter une nouvelle colonne 'RegUnit_ID'.
5. Calculer le nombre moyen de repas pour chaque espèce dans chaque unité régionale.
 - Pour chacune des espèces de poissons visées par l'évaluation (p. ex., pour le lac Érié : doré, perchaude et achigan à petite bouche), calculer le nombre moyen de repas pour toutes les catégories de tailles pertinentes, pour chaque unité régionale.
 - Pour les unités régionales qui comptent plus d'un bloc d'échantillonnage, calculer le nombre moyen de repas pour chaque catégorie de tailles par bloc d'échantillonnage, et faire la moyenne des blocs d'échantillonnage à l'intérieur de l'unité régionale (voir la figure 4).
6. Calculer le nombre moyen de repas pour chaque unité régionale.
 - Pour chaque unité régionale, calculer le nombre moyen de repas pour toutes les espèces de poissons (voir la figure 4).
7. Appliquer les seuils en arrondissant les résultats au nombre entier le plus proche (repas).

Tableau 11. Paramètres propres à chaque lac pour la consommation de poisson

	Années visées par le Guide	Espèces de poisson et catégories de tailles
Lac Érié	2015, 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Doré (35 – 55cm) • Perchaude (20 – 30 cm) • Achigan à petite bouche (20 – 45cm)
Lac Ontario	2015, 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Doré (35 – 55cm) • Perchaude (20 – 30 cm) • Grand brochet (50 – 70cm)

Figure 4. Exemple de calcul du nombre moyen de repas pour une seule espèce lorsque l'unité régionale compte plus d'un bloc d'échantillonnage.

RU_ID	Bloc d'échantillonnage	Espèce	Catégorie de tailles	Repas	Nombre moyen de repas d'une catégorie de tailles	Nombre moyen de repas d'une espèce
LO01	Lac Ontario 1a - Cours supérieur de la rivière Niagara	Doré	35-40cm	8	8	6
LO01	Lac Ontario 1b – Cours inférieure de la rivière Niagara River	Doré	35-40cm	8		
LO01	Lac Ontario 1a - Cours supérieur de la rivière Niagara	Doré	40-45cm	8	8	
LO01	Lac Ontario 1b - Cours inférieure de la rivière Niagara River	Doré	40-45cm	8		
LO01	Lac Ontario 1a - Cours supérieur de la rivière Niagara	Doré	45-50cm	4	4	
LO01	Lac Ontario 1b - Cours inférieure de la rivière Niagara River	Doré	45-50cm	4		
LO01	Lac Ontario 1a - Cours supérieur de la rivière Niagara	Doré	50-55cm	4	4	
LO01	Lac Ontario 1b - Cours inférieure de la rivière Niagara River	Doré	50-55cm	4		

Seuils pour la consommation de poisson (tous les lacs) :

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
≥8 repas par mois	Entre 1 et 7 repas par mois	Moins de 1 repas par mois
Seuils établis en consultation avec le ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario		

Eau potable traitée

L'Évaluation globale des eaux littérales utilise les données provinciales disponibles sur les incidents ayant des effets négatifs sur la qualité de l'eau (AWQI) survenant aux stations de traitement de l'eau potable. En cas de dépassement des Normes de qualité de l'eau potable de l'Ontario¹⁶, puis un AWQI est déclenché. Un avis est envoyé au bureau de santé concerné qui prend d'autres mesures pour informer le public, au besoin. L'objectif de la mesure relative à l'eau potable traitée est utilisé pour évaluer si le public est interdit de consommer de l'eau potable traitée. Dans la plupart des cas, l'occurrence d'un seul AWQI n'est pas considérée comme un problème. Par conséquent, aux fins de cette évaluation, les AWQI qui ont duré deux échantillons consécutifs ou plus ont été utilisés pour attribuer un stress élevé. Aucun stress modéré n'est attribué à cette mesure, car les restrictions sur l'eau potable traitée sont considérées comme un grave problème pour la santé humaine. S'il n'y a pas de stations de traitement de l'eau potable à l'intérieur d'une unité régionale, aucun niveau de stress n'est attribué.

Méthode d'évaluation :

1. Déterminer dans quelle unité régionale est située chaque installation d'alimentation en eau potable.
2. Pour chacune des installations du système d'eau potable, interrogez les données pour évaluer si des AWQI ont été signalés et ont duré pour deux échantillons consécutifs ou plus.

Faire le décompte des incidents ayant des effets négatifs sur la qualité de l'eau dans une unité régionale pour attribuer une note.

Seuils pour l'eau potable traitée (tous les lacs) :

STRESS FAIBLE	STRESS MODÉRÉ	STRESS ÉLEVÉ
Aucun incident ayant des effets négatifs sur la qualité de l'eau n'a été signalé à l'intérieur de l'unité régionale	<i>Ne s'applique pas - tout incident est considéré comme un stress élevé</i>	1 ou plusieurs incidents défavorables à la qualité de l'eau
Seuils fondés sur les Normes de qualité de l'eau potable de l'Ontario		

Note pour la catégorie Usage humain

Dans la catégorie Usage humain, on accorde la même pondération à toutes les mesures.

Méthode d'évaluation :

- Attribuer une note pour la catégorie à partir du tableau 12.

¹⁶ O. Reg. 169/03: Ontario Drinking Water Quality Standards under *Safe Drinking Water Act, 2002*, S.O. 2002, c. 32. Accessed from <https://www.ontario.ca/laws/regulation/030169>

Tableau 12. Grille de notation pondérée pour la catégorie Usage humain

(E = Stress élevé, M = Stress modéré, F = Stress faible, ? = Pas de données, S.O. = Sans objet parce qu'il n'y a pas de plage surveillée ni station de traitement de l'eau potable)

Mises en garde sur les plages (+)	Consommation de poisson (+)	Eau potable (+)	Note pour la catégorie
F	F	F	F
F	F	E	M
F	F	S.O.	F
F	M	F	F
F	M	E	M
F	M	S.O.	M
F	E	F	M
F	E	E	E
F	E	S.O.	M
F	?	F	F
F	?	E	M
F	?	S.O.	Lacune dans les données
M	F	F	F
M	F	E	M
M	F	S.O.	M
M	M	F	M
M	M	E	M
M	M	S.O.	M
M	E	F	M
M	E	E	E
M	E	S.O.	E
M	?	F	M
M	?	E	E
M	?	S.O.	Lacune dans les données
E	F	F	M
E	F	E	E
E	F	S.O.	M
E	M	F	M
E	M	E	E
E	M	S.O.	E
E	E	F	M
E	E	E	E
E	E	S.O.	E
E	?	F	M
E	?	E	E
E	?	S.O.	E
S.O.	F	F	F
S.O.	F	E	M
S.O.	F	S.O.	S.O.
S.O.	M	F	M
S.O.	M	E	E
S.O.	M	S.O.	S.O.
S.O.	E	F	M
S.O.	E	E	E
S.O.	E	S.O.	S.O.

S.O.	?	F	Lacune dans les données
S.O.	?	E	Lacune dans les données
S.O.	?	S.O.	S.O.

Lacunes dans les données et limites de l'étude

Tableau 4. Lacunes dans les données recensées au cours de l'évaluation et page à laquelle elles sont décrites.

Catégorie	Mesure	Commentaire	Page #
Contaminants dans l'eau et les sédiments	Qualité de l'eau	Les données disponibles offrent une couverture à l'échelle panlacustre, mais sont limitées à une échelle régionalement appropriée. Manque de seuils et de données pour les contaminants récents et émergents (p. ex., les PFAS).	28
	Qualité des sédiments	Les données disponibles offrent une couverture à l'échelle panlacustre, mais sont limitées à une échelle régionalement appropriée.	28
	Communautés benthiques	Les données disponibles offrent une couverture à l'échelle panlacustre, mais sont limitées à une échelle régionalement appropriée.	28
Algues nuisibles et nocives	Cyanobactéries	Composites satellites de 10 jours non disponibles pour chaque unité régionale	43-44
	<i>Cladophora</i>	Une cartographie haute résolution du substrat améliorerait l'interprétation de l'imagerie satellite Recherche sur le transport et le dépôt d'algues échouées	47 47
	Oxygène dissous (lac Érié seulement)	Données spatiales et temporelles limitées. Les eaux hypoxiques ne sont pas toujours captées lors des travaux d'échantillonnage d'ECDC dans le cadre de programmes de surveillance à partir de bateaux en raison de la profondeur. L'utilisation d'instruments flottants et de modèles offrirait des possibilités d'amélioration.	48
Usage humain	Mises en garde sur les plages	Les plages publiques ne sont pas toutes surveillées, et les données spatiales et temporelles pour les plages surveillées existantes sont limitées.	52