An aerial photograph of Lake Erie, showing the water's surface and surrounding land. A white rectangular box with a thin orange border is positioned in the upper left quadrant, containing the title and date. The background image shows the lake's surface with some greenish-yellow patches, possibly indicating algal blooms or sediment. The sky is visible in the upper part of the image, and the land is visible in the lower part.

Stratégie binationale de réduction du phosphore

dans le lac Érié

Juin 2019

Stratégie binationale de réduction du phosphore dans le lac Érié

Juin 2019

Préparée par le sous-comité de l'annexe des éléments nutritifs de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs :

- Environnement et Changement climatique Canada (coresponsable)
- Environmental Protection Agency des États-Unis (coresponsable)
- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Chefs de l'Ontario
- Conservation Ontario
- Indiana Department of Environmental Management
(département de la Gestion de l'environnement de l'Indiana)
- Michigan Department of Agriculture and Rural Development
(département de l'Agriculture et du Développement rural du Michigan)
- Michigan Department of Environmental Quality
(département de la Qualité de l'environnement du Michigan)
- National Oceanic and Atmospheric Administration
(administration océanique et atmosphérique nationale des États-Unis)
- New York Department of Environmental Conservation
(département de la Conservation de l'environnement de New York)
- Ohio Department of Agriculture (département de l'Agriculture de l'Ohio)
- Environmental Protection Agency de l'Ohio (agence de protection de l'environnement de l'Ohio)
- Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario
- Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario
- Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario
- Pennsylvania Department of Environmental Protection
(département de la Protection de l'environnement de la Pennsylvanie)
- U.S. Department of Agriculture (département de l'Agriculture des États-Unis)
- U.S. Geological Survey (commission géologique des États-Unis)

Table des matières

Préface	3
Remerciements.....	4
1 Évaluation des conditions environnementales.....	5
1.1 Contexte	5
1.2 Les trois bassins du lac Érié	6
1.3 Détérioration des conditions	8
1.4 Le phosphore, un élément nutritif limitatif	10
2 Mise à jour des cibles binationales relatives au phosphore, 2016	13
2.1 Objectifs liés à l'écosystème du lac	13
2.2 Apports en phosphore ciblés pour atteindre les OEL	14
2.3 Répartition des objectifs de réduction des apports par pays.....	16
3 Priorités binationales de mise en œuvre.....	17
3.1 Affluents prioritaires aux fins de contrôle des éléments nutritifs	17
3.2 Stratégies binationales à l'appui des mesures nationales	20
Stratégie n° 1 : Réduction des apports de phosphore provenant de sources agricoles	20
Stratégie n° 2 : Réduction des charges de phosphore provenant de sources municipales.....	21
Stratégie n° 3 : Soutien des efforts de restauration et de planification relatives aux bassins hydrographiques	22
Stratégie n° 4 : Coordination de la science, de la recherche et de la surveillance	23
Stratégie n° 5 : Amélioration de la communication et de la diffusion	23
4 Suivi et communication des progrès vers les cibles	24
4.1 Gestion adaptative.....	24
4.2 Rapports	25
4.3 Résultats attendus.....	26
4.4 Conclusion	26
Glossaire	27

Liste des figures et des tableaux

FIGURE 1 : Stresseurs des bassins versants	5
FIGURE 2 : Bassin versant du lac Érié	7
FIGURE 3 : Variation temporelle de l'indice de gravité des proliférations.....	8
FIGURE 4: Concentrations de phosphore total dans les Grands Lacs, mesurées par des relevés printaniers en 2013 et 2014	10
FIGURE 5 : Apports annuels de phosphore total dans le lac Érié en provenance du Canada et des États-Unis.....	12
FIGURE 6 : Apport annuel de phosphore réactif soluble au printemps et moyennes mobiles quinquennales pour la rivière Maumee	12
TABLE 1 : Cibles binationales de réduction des apports en phosphore.....	15
FIGURE 7 : Carte des bassins versants des affluents prioritaires du lac Érié en matière d'efflorescences algales littorales.....	15
TABLE 2 : Target Allocations by Country.....	16
FIGURE 8 : Apports annuels totaux moyens de phosphore 2003-2013	18
FIGURE 9 : Affluents prioritaires du lac Érié aux fins de contrôle des éléments nutritifs.....	19
TABLE 3 : Éléments nutritifs du lac Érié — Résumé des rapports publics	25

Préface

Pour lutter contre la menace croissante de la prolifération d'algues toxiques et nuisibles et l'expansion de zones à faible teneur en oxygène (conditions hypoxiques) dans le lac Érié, les États-Unis et le Canada se sont engagés, dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau des Grands Lacs de 2012, à examiner et mettre à jour les cibles binationales de réduction de la charge phosphorique pour le lac Érié d'ici février 2016.

Consécutivement à cet engagement et à la suite d'un processus binational rigoureux fondé sur la science et de consultations publiques exhaustives, le Canada et les États-Unis ont adopté les cibles de réduction suivantes du phosphore (par rapport aux niveaux de référence de 2018) dans le lac Érié le 22 février 2016 :

- **Afin de réduire l'étendue des zones hypoxiques dans les eaux du bassin central du lac Érié**, une réduction de 40 %, par rapport aux concentrations des apports de phosphore total (PT) du Canada et des États-Unis dans le bassin ouest et le bassin central du lac, pour arriver à un apport annuel de 6 000 tonnes métriques dans le bassin central. Cela correspond à une réduction, par les États-Unis et le Canada respectivement, de 3 316 tonnes métriques et de 212 tonnes métriques.
- **Afin de maintenir des espèces d'algues compatibles avec la conservation d'écosystèmes aquatiques sains dans les eaux littorales des bassins ouest et central du lac Érié**, une réduction de 40 % des apports printaniers de phosphore total et de phosphore réactif soluble (PRS) provenant des bassins versants suivants, dans lesquels les algues représentent un problème localisé :

- au Canada: les affluents de la rivière Thames et Leamington;
- aux États-Unis; la rivière Maumee, la rivière Raisin, la rivière Portage, le ruisseau Toussaint, la rivière Sandusky et la rivière Huron (Ohio).

- **Afin de maintenir la biomasse cyanobactérienne à des niveaux non susceptibles de produire des concentrations de toxines présentant une menace pour la santé humaine ou la santé des écosystèmes dans les eaux du bassin ouest du lac Érié**, une réduction de 40 % des apports printaniers de phosphore total et de phosphore réactif soluble provenant de la rivière Maumee, aux États-Unis.

Après l'adoption de nouvelles cibles binationales, les gouvernements ont rapidement commencé à collaborer avec des partenaires et des intervenants à l'élaboration de plans d'action nationaux (PAN). Ces plans, qui énoncent les stratégies prévues pour atteindre les nouvelles cibles dans des territoires et des bassins hydrographiques particuliers, ont été publiés en 2018. Des travaux supplémentaires en cours établiront des cibles de réduction de l'impact des algues nuisibles dans le bassin est du lac Érié, cibles qui seront revues en 2020.

La présente stratégie binationale de réduction du phosphore dans le lac Érié vise à décrire le cadre de la coopération binationale en vertu de l'annexe des éléments nutritifs de l'AQEGL, afin que soient atteintes les cibles binationales de réduction du phosphore pour 2016. La stratégie comporte quatre éléments :

1. l'évaluation mise à jour des conditions environnementales permettant d'orienter la gestion des éléments nutritifs à l'échelle du lac Érié (la dernière évaluation a été effectuée en 2011¹);
2. un résumé du processus adopté aux fins de l'élaboration des cibles de 2016 et de la répartition des réductions d'apports entre les États-Unis et le Canada;
3. les priorités binationales de mise en œuvre de mesures de gestion de la charge en phosphore, y compris la détermination des bassins versants considérés comme prioritaires dans la maîtrise des éléments nutritifs et les priorités binationales en matière de recherche et de surveillance;
4. la description de la méthode de suivi de l'état d'avancement par une approche de gestion adaptative.

La stratégie binationale de réduction du phosphore dans le lac Érié sera examinée tous les cinq ans, ce qui correspond également à la fréquence des examens des PAN. La stratégie sera mise à jour au besoin de façon à ce qu'elle tienne compte des changements importants apportés aux cibles, aux limites imposées à chaque pays et aux priorités binationales de sa mise en œuvre.

Remerciements

Le sous-comité de l'annexe des éléments nutritifs de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs tient à remercier son équipe de travail sur les objectifs et les cibles qui a contribué à l'élaboration des objectifs écosystémiques et des cibles de réduction des apports en phosphore pour le lac Érié. Nous tenons également à remercier nos intervenants et partenaires, qui ont participé à l'avancement du programme, examiné les travaux du sous-comité et de ses équipes de travail et fourni de précieux commentaires.

¹ Lake Erie LaMP. 2011. Lake Erie Binational Nutrient Management Strategy: Protecting Lake Erie by Managing Phosphorus. Prepared by the Lake Erie LaMP Work Group Nutrient Management Task Group.

1

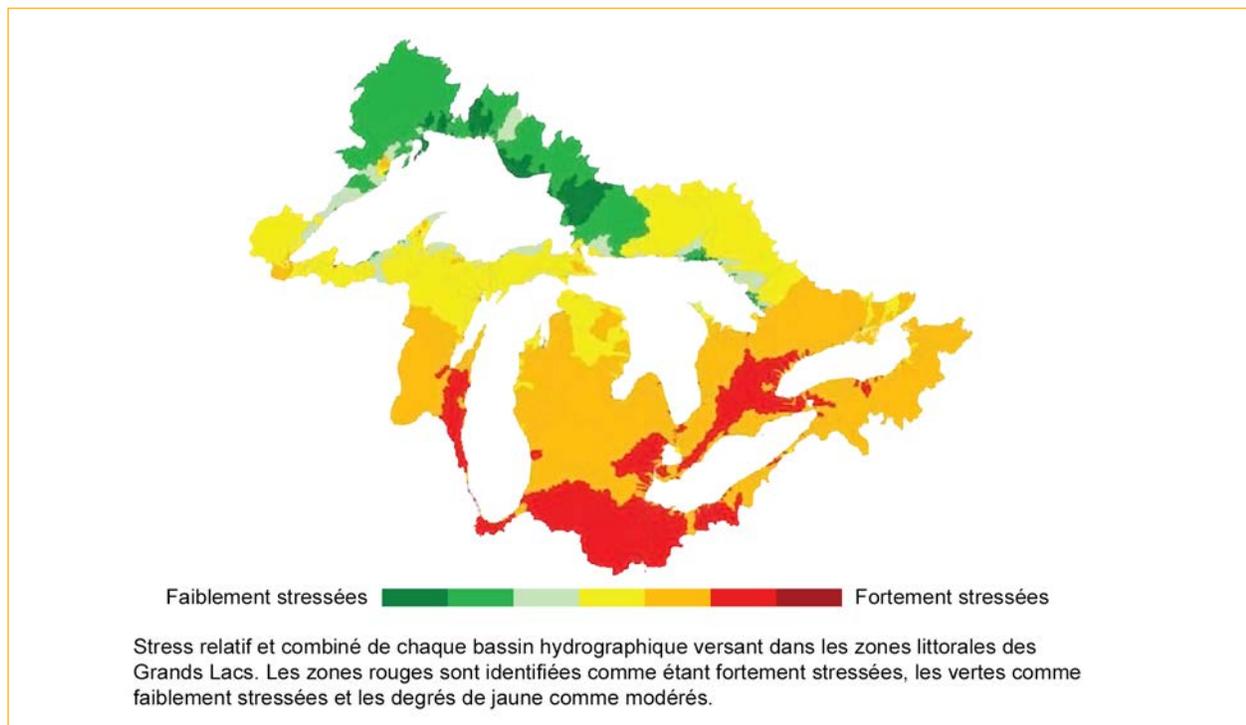
Évaluation des conditions environnementales

1.1 Contexte

Les efflorescences algales des années 1960 et 1970 ont été un facteur important de la signature du premier Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (AQEGL) en 1972. En vertu de l'Accord, les gouvernements du Canada et des États-Unis ont convenu de réduire les charges de phosphore dans le lac Érié de plus de 50 % (de 29 000 à 14 600 tonnes par année). Dans l'Accord suivant de 1978, les deux pays ont défini une nouvelle cible de réduction des apports en phosphore dans le lac de 11 000 tonnes métriques.

La réglementation relative aux concentrations de phosphore dans les détergents, l'investissement dans le traitement des eaux usées et l'élaboration et la mise en œuvre de pratiques de gestion exemplaires dans les terres agricoles ont permis d'atteindre les cibles de réduction des apports. De ce fait, les proliférations d'algues dans le lac Érié ont considérablement diminué tout au long des années 1980. Cependant, à la fin des années 1990, malgré les efforts continus visant à limiter les rejets de phosphore dans le lac Érié, les phénomènes d'efflorescence algale nuisible et toxique ont commencé à se multiplier.

FIGURE 1 : Stresseurs des bassins versants



Source : Great Lakes Environmental Indicators (GLEI) Project, University of Windsor et University of Minnesota – Duluth, 2015.

Le lac Érié est vulnérable aux efflorescences algales, en partie en raison de ses caractéristiques physiques. Le plus petit des Grands Lacs en volume, le lac Érié est aussi le moins profond et se trouve dans la partie la plus au sud du bassin des Grands Lacs, ce qui fait des eaux du lac Érié les plus chaudes et les plus productives sur le plan biologique de tous les Grands Lacs. De plus, le stress dû à l'urbanisation, à l'industrialisation et à l'agriculture auquel le lac Érié est exposé est le plus élevé. En effet, il est le plus peuplé des Grands Lacs, desservant une population de plus de 11 millions de personnes. Le lac Érié : 1) reçoit les charges de phosphore les plus élevées de tous les Grands Lacs; 2) reçoit une plus grande quantité d'effluents d'usines de traitement des eaux usées que tous les autres Grands Lacs; 3) a une charge sédimentaire plus importante en raison de la nature de la géologie sous-jacente et de l'utilisation des terres.

1.2 Les trois bassins du lac Érié

L'eau traverse le lac Érié assez rapidement. Le lac Érié a en effet le temps de résidence le plus court des Grands Lacs : en moyenne, l'eau est remplacée dans le lac Érié tous les 2,7 ans (à titre de comparaison, le remplacement de l'eau dans le lac Ontario prend 6 ans, et 173 ans dans le lac Supérieur). La majeure partie de l'eau pénètre par le bassin ouest du lac, où elle s'écoule rapidement (en quelques jours) vers le bassin central. De là, l'eau traverse le bassin est avant de se déverser dans le lac Ontario.

Pendant ce parcours, les éléments nutritifs et les algues interagissent de façon unique dans chacun des trois bassins du lac Érié. Le bassin ouest reçoit environ 61 % de l'apport annuel total de phosphore du lac, tandis que le bassin central et le bassin est en reçoivent 27 % et 12 % respectivement. Les différences entre les types et les densités

d'algues présentes dans chaque bassin du lac sont attribuables aux différences de profondeur, de température de l'eau et de substrat ainsi qu'à l'influence locale des affluents.

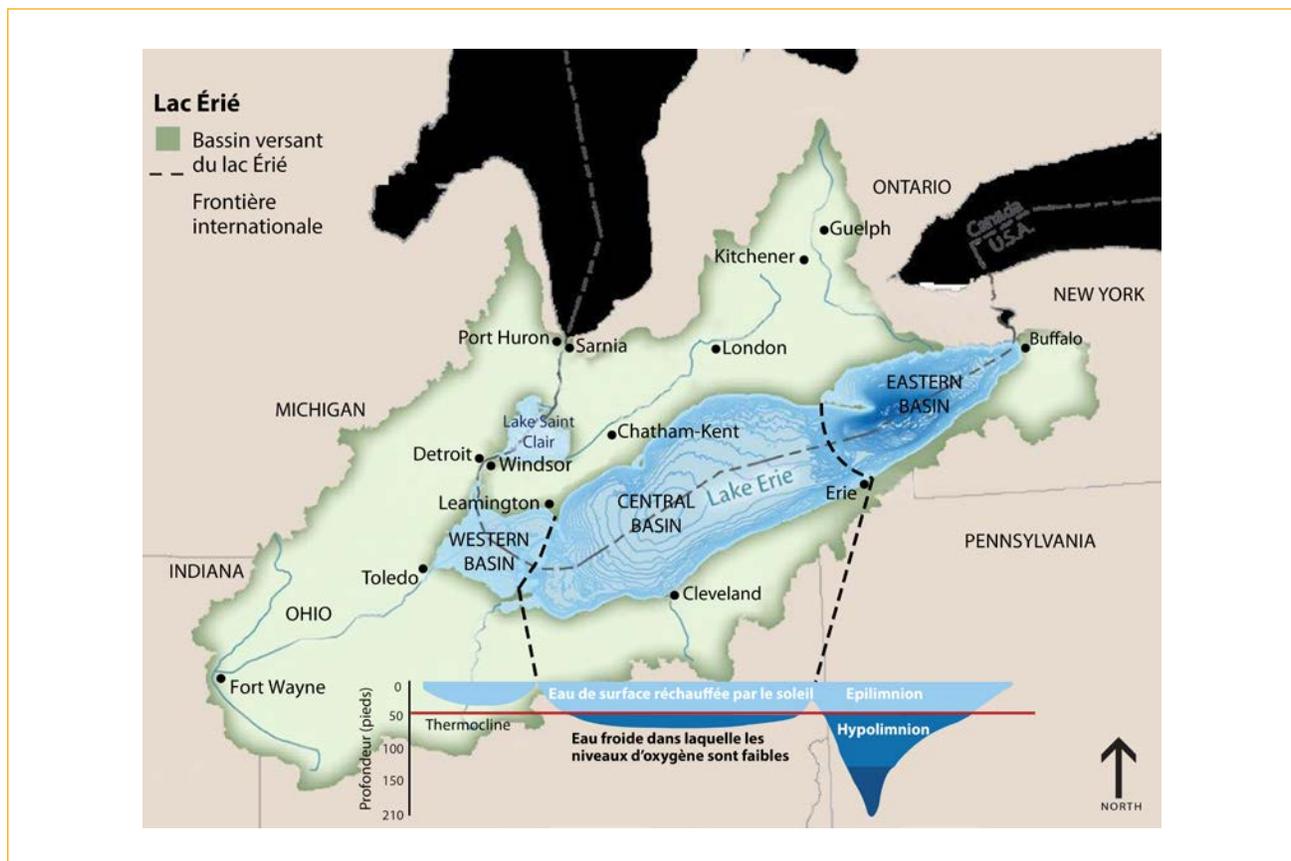
Le **bassin ouest** a une faible profondeur, de 7,4 mètres (24 pieds) en moyenne et de 19 mètres (62 pieds) au maximum. Cette zone tiède reçoit la plus grande partie de l'apport total de phosphore du lac en raison de la taille des rivières Détroit et Maumee. Par conséquent, elle connaît régulièrement des phénomènes de prolifération d'algues et surtout d'algues bleues-vertes (cyanobactéries) *Microcystis aeruginosa*, qui souillent les rivages au printemps et en été. Cette espèce peut former des proliférations contenant des toxines (p. ex. des microcystines) dangereuses pour les humains et la faune.

Le **bassin central** est plus profond, soit en moyenne de 18,3 mètres (60 pieds) et au maximum de 25 mètres (82 pieds) de profondeur. De plus, les proliférations d'algues provenant du bassin occidental se déplacent souvent vers le bassin central. Des efflorescences se forment également à l'embouchure de la rivière Sandusky, qui représente la troisième charge apportée dans le lac par des affluents. L'excès de phosphore contribue également aux conditions hypoxiques (faible teneur en oxygène) de la couche inférieure froide du lac (l'hypolimnion) lorsque les algues meurent et se décomposent. Cette décomposition absorbe le reste de l'oxygène pendant l'été, n'en laissant que peu ou pas du tout pour la communauté aquatique, qui suffoque ou quitte les lieux, créant la « zone morte » du lac Érié.

Le bassin est est le plus profond des trois bassins, avec une profondeur moyenne de 24 mètres (80 pieds) et maximale de 64 mètres (210 pieds). Bien que les concentrations de phosphore dans le bassin soient généralement beaucoup plus faibles que dans les bassins ouest et central, elles sont suffisantes pour favoriser la croissance excessive de *Cladophora*. La *Cladophora* est une algue verte filamenteuse qui pousse sur des substrats durs dans l'ensemble des Grands Lacs. Bien que non

toxique, la *Cladophora* représente une nuisance susceptible de menacer la santé humaine. En plus de boucher les prises d'eau et de détériorer l'habitat du poisson, les tapis nauséabonds de *Cladophora* en décomposition sur les plages favorisent la croissance des bactéries et constituent un facteur de fermeture des plages. La présence de *Cladophora*, estime-t-on, crée un climat propice au développement du botulisme, responsable de la mort d'oiseaux et de poissons.

FIGURE 2 : Bassin versant et bathymétrie du lac Érié



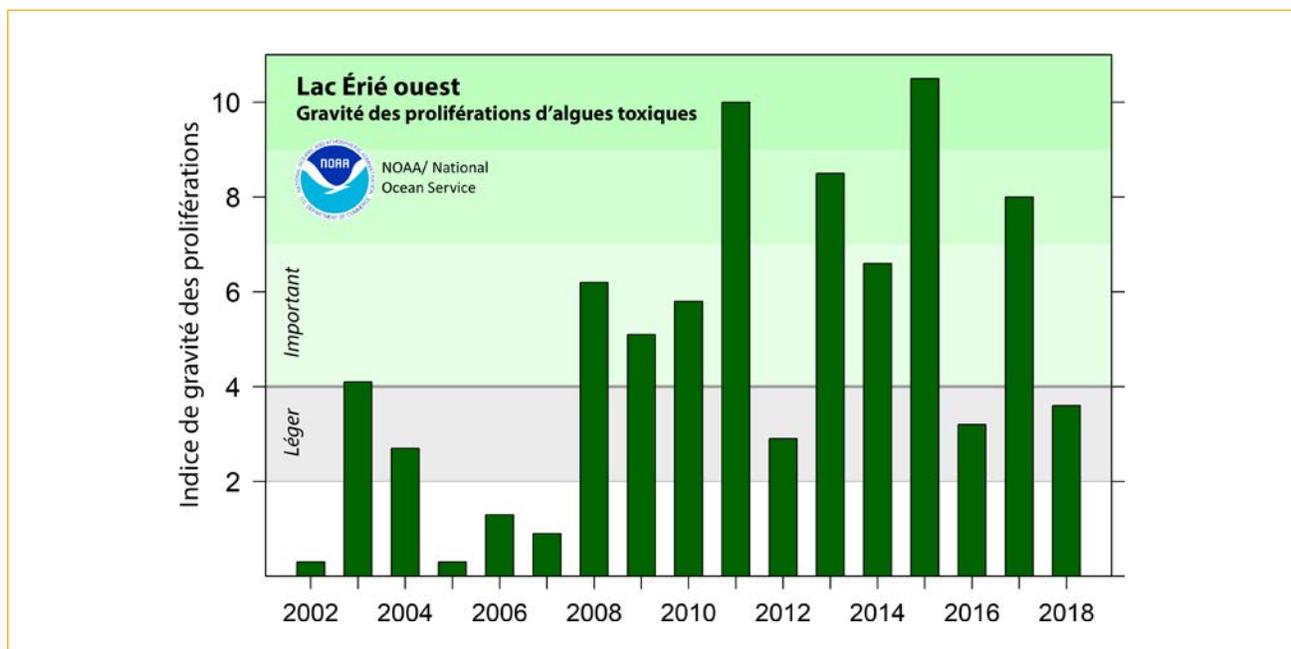
Source : Environnement et Changement climatique Canada, 2015.

1.3 Détérioration des conditions

Le lac Érié a connu une augmentation des efflorescences algales nuisibles et toxiques au cours de la dernière décennie, avec des proliférations record en 2011 et 2015. Elles menacent la qualité de l'eau potable, augmentent les coûts liés aux besoins de traitement, et conduisent parfois à la fermeture d'usines de traitement. Elles obstruent les systèmes de prise d'eau, nuisent à la pêche commerciale et récréative et à d'autres loisirs et appauvrissent les populations et l'habitat de poissons et d'autres espèces sauvages.

En 2011, les concentrations dans les eaux libres du bassin ouest du lac Érié d'une toxine cyanobactérienne, la microcystine, étaient 50 fois plus élevées que la limite fixée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour le contact cutané sans danger, et 1 200 fois plus élevées que la limite pour la salubrité de l'eau potable. En août 2014, la présence de toxines d'origine algale a contraint à la fermeture de l'usine de traitement de l'eau potable de Toledo, en Ohio. En outre, les utilisateurs de sources d'eau privées de l'île Pelée, en Ontario, ont reçu un avis leur déconseillant de se baigner dans le lac Érié ou d'en boire l'eau. Cette situation a touché plus de 500 000 personnes.

FIGURE 3 : Variation temporelle de l'indice de gravité des proliférations



Source : administration océanique et atmosphérique nationale des États-Unis, 2018

Parmi les autres signes d'enrichissement en éléments nutritifs (eutrophisation) dans le lac, mentionnons la prolifération d'algues nuisibles dans les zones littorales et l'appauvrissement en oxygène des eaux du fond (causé par la mort et la décomposition des algues). Une partie de l'hypoxie observée dans le bassin central est un phénomène naturel. Cependant, depuis le début des années 2000, la zone hypoxique (faible en oxygène) dans le bassin central du lac Érié a augmenté pour atteindre 4 500 km² environ, en moyenne, le plus grand événement hypoxique s'étant produit en 2012, avec une superficie de 8 800 km². L'hypoxie peut agir sur la croissance et la survie des espèces de poissons. En 2012, les conditions hypoxiques ont causé la mort de dizaines de milliers de poissons sur un tronçon de 40 km du littoral entre Eriean et Port Stanley, en Ontario. De plus, à partir du début des années 2000, les tapis de *Cladophora* dans le bassin est du lac Érié ont entraîné l'encrassement des plages, des odeurs indésirables dues à la décomposition de *Cladophora*, l'obstruction de prises d'eau industrielles et la dégradation de l'habitat du poisson.

En bref, le lac réagit aux concentrations élevées d'éléments nutritifs de trois façons négatives, qui semblent toutes s'intensifier. Il faut remédier à trois principaux problèmes liés aux éléments nutritifs :

- 1) la fréquence et l'étendue croissantes des proliférations d'algues nuisibles et des toxines connexes;
- 2) la diminution de la disponibilité de l'oxygène dans les eaux hypolimniques du bassin central;
- 3) la croissance excessive d'algues nuisibles, comme *Cladophora*, au fond du lac.

La résurgence des proliférations d'algues toxiques et nuisibles dans le lac Érié résulte d'interactions complexes entre plusieurs facteurs et non d'un facteur en particulier.

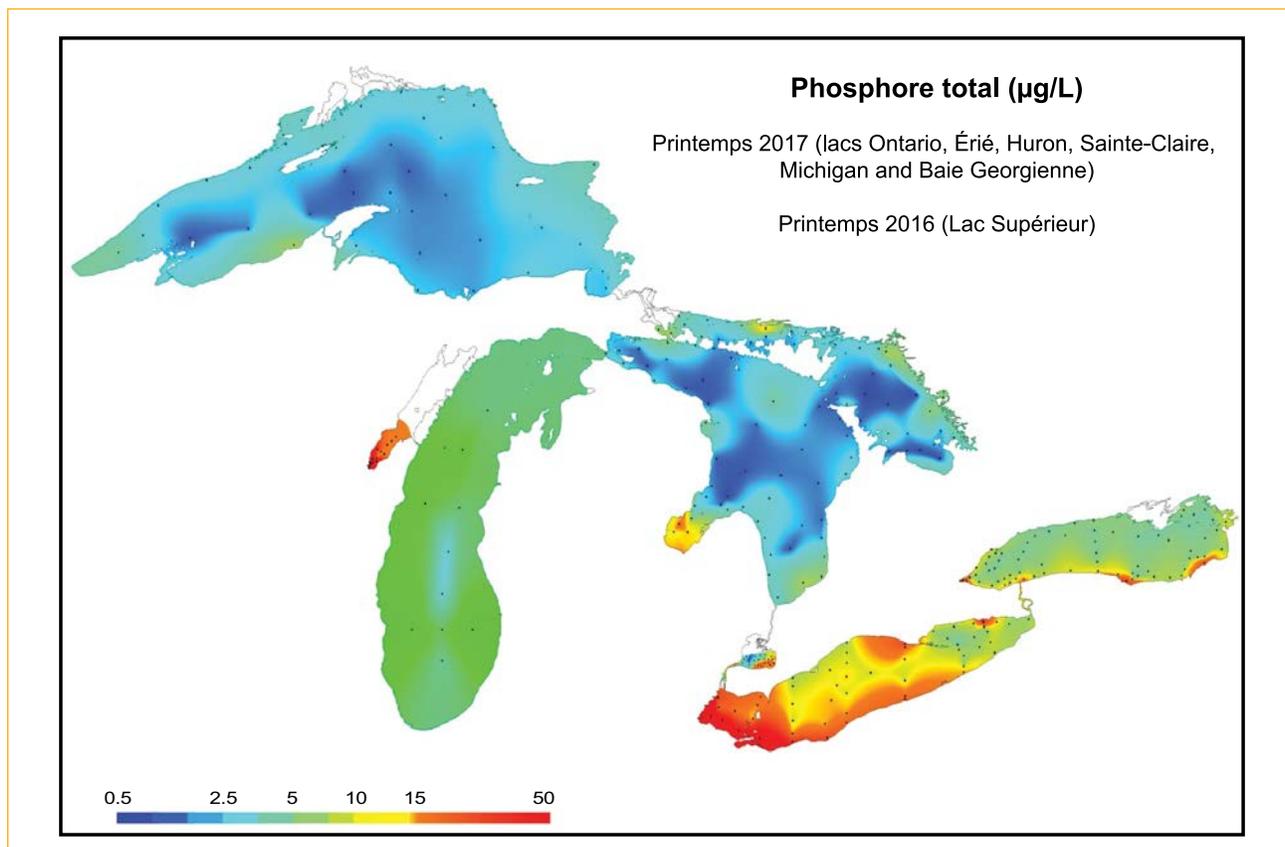
Les données recueillies par Environnement et Changement climatique Canada et l'Environmental Protection Agency (Agence de protection de l'environnement) des États-Unis montrent que, bien que les concentrations de phosphore dans le lac puissent être très variables, les concentrations dans les bassins ouest et central dépassent constamment les niveaux caractérisant un écosystème sain. De plus, le cycle des éléments nutritifs du lac a été modifié par la propagation de moules zébrées et quagga envahissantes, établies dans le lac depuis les années 1990. Les moules envahissantes retiennent et recyclent les éléments nutritifs dans les zones littorales par la filtration des particules de la colonne d'eau et l'excrétion de phosphore à très forte biodisponibilité qui s'ensuit. Cette modification des flux d'éléments nutritifs entraîne une plus grande prolifération d'algues nuisibles, comme la *Cladophora*, dans les régions littorales, près des lieux d'interaction entre les êtres humains et le lac. D'autres changements participent à la résurgence des algues, comme la perte de milieux humides et de végétation riveraine qui piégeaient auparavant les éléments nutritifs, ainsi que le rejet par les sols de phosphore résiduel (hérité) dans les sédiments. Les changements climatiques ont également une incidence sur les concentrations d'éléments nutritifs. Par exemple, l'augmentation des températures ces dernières années allonge la saison de croissance des algues, et des précipitations plus fréquentes et très intenses au printemps produisent des éléments nutritifs qui favorisent des conditions extrêmement propices à l'intensification et à la prolongation des efflorescences algales estivales. Si l'on ajoute à ces facteurs l'intensification de l'utilisation des terres et les changements dans la gestion des terres, comme l'augmentation de l'épandage d'engrais en automne ou l'augmentation du ruissellement urbain en raison de surfaces plus dures, les conditions expliquent l'augmentation de la quantité de phosphore introduite dans le lac Érié par le ruissellement des terres et des sources ponctuelles.

1.4 Le phosphore, un élément nutritif limitatif

Le phosphore est un élément naturel et actif sur le plan biologique que l'on trouve dans tout tissu biologique. Il s'agit d'un élément nutritif essentiel à la vie végétale et animale, et c'est pourquoi le phosphore est important pour le maintien d'un écosystème lacustre sain.

Le phosphore total représente à la fois le phosphore dissous et le phosphore particulaire. Dans sa forme particulaire, le phosphore est fixé aux particules de sol et facilement transporté par l'eau et l'érosion éolienne, mais il est beaucoup moins biodisponible et moins accessible pour les végétaux et les algues. La forme dissoute (le « phosphore réactif soluble ») est très biodisponible et les végétaux l'absorbent rapidement. Les concentrations élevées de phosphore réactif dissous dans l'eau favorisent la prolifération rapide des algues.

FIGURE 4: Concentrations de phosphore total dans les Grands Lacs, mesurées par des relevés printaniers en 2016 et 2017



Source : Environnement et Changement climatique Canada et Environmental Protection Agency des États-Unis, 2019.

Le phosphore, élément nutritif limitant la croissance algale dans le lac Érié, est au centre des efforts binationaux de gestion des éléments nutritifs dans le cadre de l'AQEGL. Bien que de nombreux autres éléments nutritifs soient présents dans l'eau, comme l'azote, la silice, le carbone et même des métaux-traces, ces éléments nutritifs ne sont considérés que comme des éléments limitatifs secondaires ou saisonniers. Par conséquent, les mesures visant à limiter l'apport de phosphore provenant des bassins versants environnants constituent actuellement la principale stratégie pour traiter les problèmes associés à la prolifération d'algues. Toutefois, de plus en plus de données probantes laissent penser que, pour lutter contre les efflorescences algales nuisibles, il faudrait viser à la fois l'azote et le phosphore dans le cadre d'une stratégie plus exhaustive de gestion des éléments nutritifs. Bien que la stratégie actuelle soit axée sur la réduction du phosphore, les effets de l'azote et d'autres éléments nutritifs continuent d'être étudiés et surveillés afin que les décisions et les mesures de gestion puissent être adaptées, au besoin.

Le phosphore qui pénètre dans le lac Érié provient de sources ponctuelles, comme des effluents traités provenant d'installations municipales de traitement des eaux usées, et de sources diffuses comme le ruissellement provenant de paysages urbains et agricoles. Ces sources contiennent un mélange de phosphore réactif soluble et de particules de phosphore, le pourcentage de chaque fraction dépendant de l'activité et de l'emplacement géographique en cause.

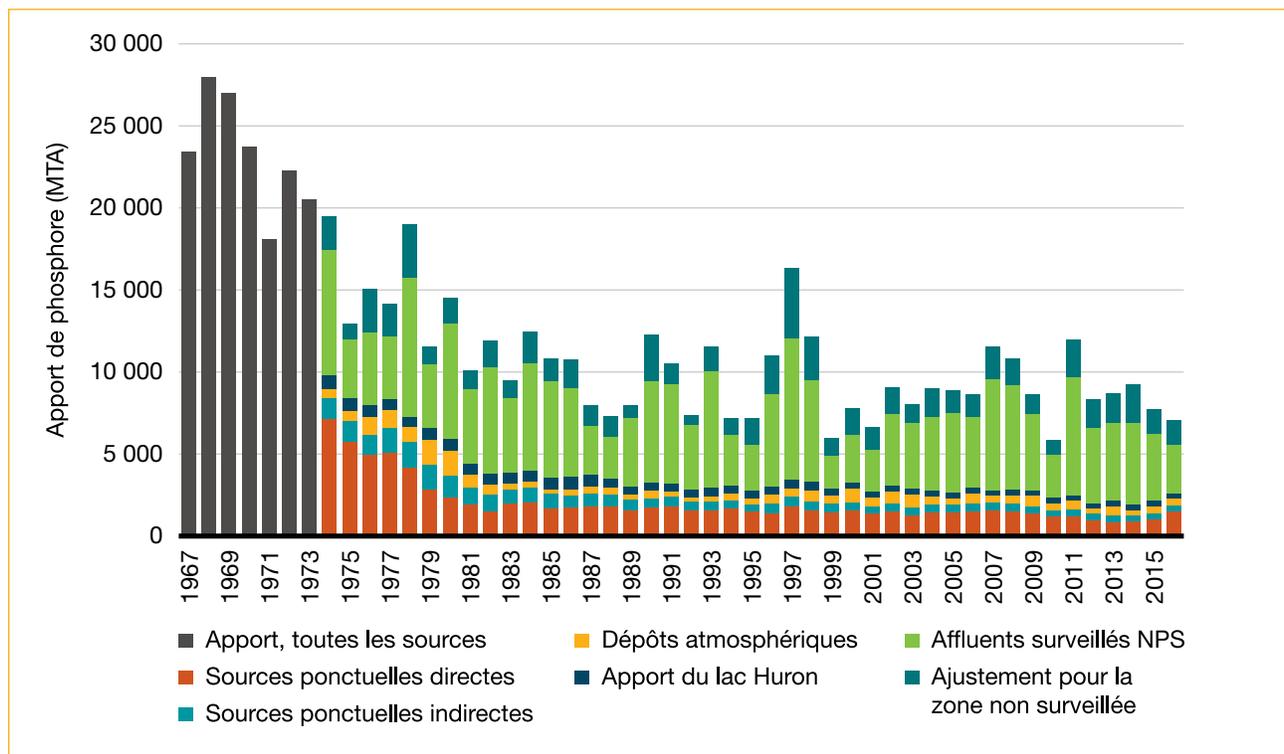
Le phosphore suit un cycle naturel dans l'air, l'eau et le sol, et peut changer de forme à maintes reprises avant de parvenir au lac Érié et même par la suite. Il est stocké dans les tissus biologiques, des particules minérales contenues dans le sol et des sédiments dans le fond des lacs et des cours d'eau, des plaines d'inondation et des réseaux urbains de distribution d'eau, ainsi que dans les champs agricoles, d'où il est rejeté. Ces sources « anciennes » de phosphore peuvent être mobilisées

de nouveau et s'ajouter aux apports, même si les pratiques en vigueur visent à réduire le phosphore. Les mesures de réduction du phosphore aideront avec le temps à réduire les concentrations de phosphore historique disponibles pour l'écosystème du lac Érié.

Des sources de phosphore (comme les eaux usées humaines, le fumier animal et les engrais) atteignent de très fortes teneurs en phosphore réactif soluble et sont donc très biodisponibles. Les mesures de contrôle de ces sources comprennent le confinement (p. ex., stockage de fumier) et, souvent, un traitement spécialisé (p. ex., usines de traitement des eaux usées). Le contrôle efficace de ces sources diffuses peut être plus complexe et oblige à accorder une attention particulière aux mesures de prévention (p. ex., choix approprié de la source, du moment, de la localisation de l'épandage, et du taux d'application du fumier et de l'engrais) sans oublier qu'il faut tenir compte de facteurs hydrologiques du paysage.

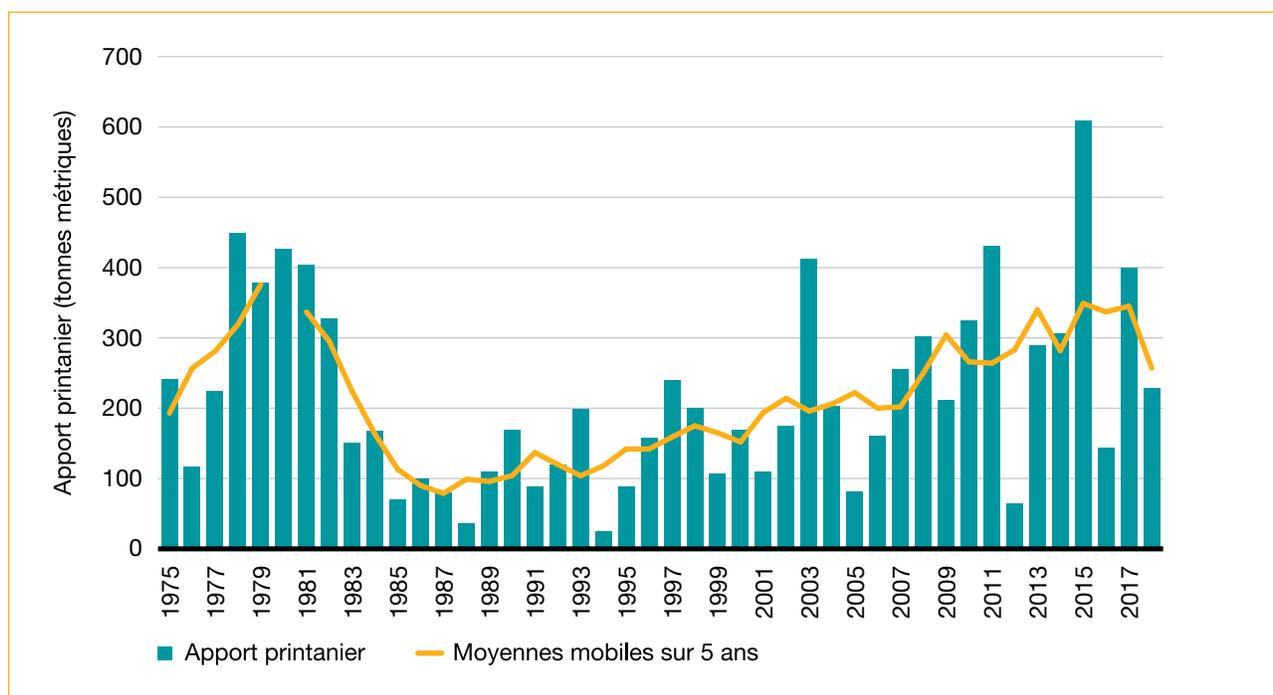
De manière générale, il ressort de la surveillance que, malgré des variations d'apports importantes d'une année à l'autre, la quantité moyenne totale annuelle de phosphore pénétrant dans le lac a été relativement stable au cours des 15 dernières années. Il semblerait toutefois que le lac Érié ait enregistré une augmentation importante de la proportion de l'apport de phosphore sous forme dissoute, par opposition à la forme particulaire. Le moment où le phosphore est introduit dans le lac est également crucial. Il a été démontré que le ruissellement de sources diffuses de la rivière Maumee au printemps (de mars à juin) est le meilleur prédicteur de la prolifération de cyanobactéries chaque année. C'est pourquoi il est nécessaire de réduire les concentrations de phosphore total et de phosphore réactif soluble, surtout dans des conditions de débit élevé, pour lutter contre les problèmes liés aux éléments nutritifs dans le lac Érié.

FIGURE 5 : Apports annuels de phosphore total dans le lac Érié en provenance du Canada et des États-Unis



Source : Maccoux et coll., 2016.

FIGURE 6 : Apport annuel de phosphore réactif soluble au printemps et moyennes mobiles quinquennales pour la rivière Maumee



Source : Laura Johnson, Université de Heidelberg, 2018.

2

Mise à jour des cibles binationales relatives au phosphore, 2016

Pour lutter contre la menace croissante de la prolifération d'algues toxiques et nuisibles et l'expansion de zones à faible teneur en oxygène (conditions hypoxiques) dans le lac Érié, les États-Unis et le Canada se sont engagés, dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau des Grands Lacs de 2012, à examiner et mettre à jour les cibles binationales de réduction de la charge phosphorique pour le lac Érié d'ici février 2016.

Conformément à cet engagement, Environnement et Changement climatique Canada et l'EPA des États-Unis ont convoqué en 2013 le sous-comité de l'annexe des éléments nutritifs de l'AQEGL, composé de représentants des gouvernements fédéral, étatiques et provinciaux, d'organisations autochtones, d'administrations municipales et locales, et d'autres partenaires clés, afin d'examiner les apports visés de phosphore provisoires pour le lac Érié et de recommander des révisions à ces cibles (au besoin). À cette fin, le sous-comité a mobilisé plus de 30 experts scientifiques au sein d'un groupe de travail binational (nommé « équipe de travail sur les objectifs et les cibles »). Le rapport technique complet de l'équipe de travail peut être consulté à l'adresse suivante : <https://binational.net/wp-content/uploads/2015/06/nutrients-TT-report-fr-sm.pdf>.

Le 22 février 2016, après une solide démarche scientifique binationale et une consultation publique approfondie, les États-Unis et le Canada ont adopté de nouvelles cibles de réduction du phosphore dans

le bassin ouest et le bassin central du lac Érié. Des travaux supplémentaires en cours établiront des cibles de réduction de l'impact des algues nuisibles dans le bassin est du lac Érié, cibles qui seront revues en 2020.

2.1 Objectifs liés à l'écosystème du lac

Les algues sont une composante essentielle de l'écosystème du lac Érié. L'objectif est de définir et d'atteindre le niveau et le type appropriés de prolifération d'algues permettant de soutenir un écosystème sain et productif.

L'Accord de 2012 présente des orientations sur ce qui constitue un écosystème sain et productif sans symptômes d'eutrophisation anthropique. Il y a six objectifs liés à l'écosystème des lacs (OEL) relatifs aux éléments nutritifs :

1. la réduction au minimum de l'étendue des zones hypoxiques dans l'eau associées à un apport excessif de phosphore;
2. le maintien des niveaux de la biomasse algale en deçà du seuil de nuisance;
3. le maintien des espèces d'algues compatibles avec la conservation d'écosystèmes aquatiques sains dans les eaux littorales des Grands Lacs;

4. le maintien de la biomasse cyanobactérienne à des niveaux ne donnant pas lieu à des concentrations de toxines dangereuses pour la santé humaine ou pour la santé de l'écosystème dans l'eau des Grands Lacs;
5. le maintien de l'oligotrophie et de la biomasse relative des algues, et la préservation des espèces d'algues compatibles avec la conservation d'écosystèmes aquatiques sains dans les eaux libres du lac Supérieur, du lac Michigan, du lac Huron et du lac Ontario;
6. le maintien des conditions mésotrophes dans les eaux libres des bassins ouest et central du lac Érié, et des conditions oligotrophes dans son bassin est.

À partir des OEL, l'équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe des éléments nutritifs a déterminé des indicateurs d'eutrophisation appropriés et des références quantitatives afin de recommander les apports qu'il faut viser pour atteindre ces points de référence. Par exemple, pour atteindre l'OEL n° 1 (relatif à l'hypoxie), l'indicateur de réponse à l'eutrophisation est la *concentration d'oxygène dissous dans l'hypolimnion* du bassin central du lac Érié et le point de référence consiste à atteindre (au minimum) une concentration moyenne d'oxygène dissous de 2,0 mg/L en août et en septembre.

Des spécialistes en modélisation des États-Unis et du Canada ont appliqué neuf modèles de simulation informatique différents² pour établir une corrélation entre les changements des concentrations de

phosphore et les indicateurs d'eutrophisation. Ces modèles ont été élaborés à partir des meilleures données scientifiques disponibles concernant l'écosystème aquatique du lac Érié. En comparant et en opposant les résultats de ces modèles, les scientifiques ont pu arriver à des recommandations de cibles de réduction de la charge en phosphore qui répondraient aux objectifs liés à l'écosystème des lacs.

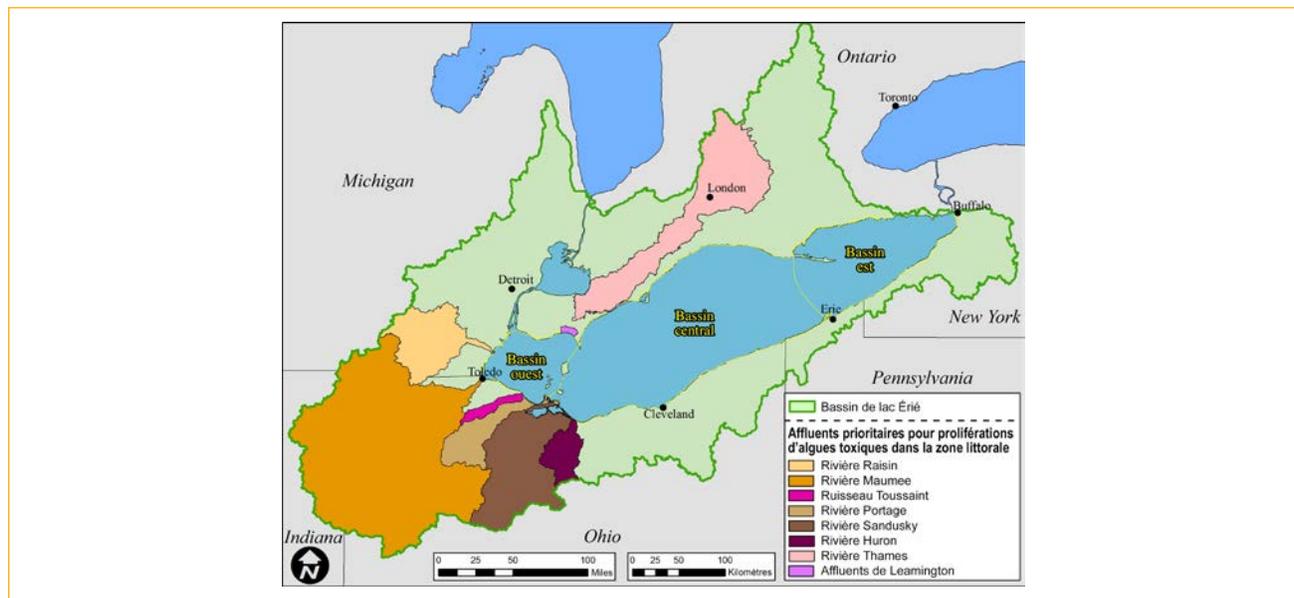
2.2 Apports en phosphore ciblés pour atteindre les OEL

À la suite de vastes consultations publiques menées en 2015, le Canada et les États-Unis ont adopté des cibles de réduction des apports en phosphore pour les bassins ouest et central du lac Érié le 22 février 2016 (voir le table 1 ci-dessous). La lutte contre la prolifération d'algues et l'encrassement des rives dans le bassin est du lac Érié demeure une priorité, mais il a été impossible d'établir une cible en 2016 en raison du manque de données scientifiques. En attendant, des études en cours sur le sujet visent à approfondir notre compréhension scientifique des facteurs qui contribuent à la croissance des *Cladophora* dans le bassin est. On réévaluera en 2020 s'il est viable d'établir, pour le bassin est, des objectifs numériques fondés sur des données scientifiques probantes.

2 Pour en savoir plus sur les travaux de modélisation, se reporter à : <https://www.epa.gov/glwqa/annex-4-final-multi-modeling-report>

TABLE 1 : Cibles binationales de réduction des apports en phosphore

OBJECTIFS LIÉS L'ÉCOSYSTÈME DU LAC	BASSIN OUEST DU LAC ÉRIÉ	BASSIN CENTRAL DU LAC ÉRIÉ
Réduction au minimum de l'étendue des zones hypoxiques dans l'eau associées à un apport excessif de phosphore, en particulier dans le bassin central du lac Érié.	Réduction de 40 % des concentrations de phosphore total par rapport aux niveaux de 2008 dans les bassins ouest et central du lac Érié pour atteindre des apports annuels de 6 000 tonnes métriques dans le bassin central. Cela revient à une réduction, par le Canada et les États-Unis respectivement, de 212 tonnes métriques et de 3 316 tonnes métriques.	
Maintien des espèces d'algues compatibles avec la conservation d'écosystèmes aquatiques sains dans les eaux littorales.	Réduction de 40 % des apports printaniers de phosphore total et de phosphore réactif soluble (de mars à juillet) provenant des bassins versants suivants où les proliférations localisées d'algues posent problème ³ : Rivière Thames – Canada Rivière Maumee – États-Unis Rivière Raisin – États-Unis Rivière Portage – États-Unis Ruisseau Toussaint – États-Unis Affluents de la rivière Leamington – Canada	Rivière Sandusky – États-Unis Rivière Huron en Ohio – États-Unis
Maintien de la biomasse cyanobactérienne à des niveaux ne donnant pas lieu à des concentrations de toxines dangereuses pour la santé humaine ou pour la santé de l'écosystème.	Une réduction de 40 % des apports printaniers de phosphore total et de phosphore réactif soluble provenant de la rivière Maumee (États-Unis). Cela équivaut à un apport printanier cible de 860 tonnes métriques de phosphore total et de 186 tonnes métriques de phosphore réactif soluble.	Sans objet

FIGURE 7 : Carte des bassins versants des affluents prioritaires du lac Érié en matière d'efflorescences algales littorales

Source : Environmental Protection Agency des É.-U., 2016.

³ Les efforts nationaux et binationaux de réduction du phosphore ne se limiteront pas à ces affluents. Il s'agit d'un sous-ensemble d'affluents prioritaires pour le contrôle des éléments nutritifs décrits à la section 3.1. D'autres affluents ou bassins versants pourront être désignés dans le plan d'action national d'une administration à titre de priorité sur le plan de la réduction du phosphore.

2.3 Répartition des objectifs de réduction des apports par pays

L'année hydrologique 2008 (du 1^{er} octobre 2007 au 30 septembre 2008) sert de référence aux fins de l'application des cibles de réduction de 40 % aux affluents et aux responsables de rejets directs dans

les bassins ouest et central. Les apports totaux de phosphore dans le bassin central étaient de 9 528 millions de tonnes en 2008⁴. Pour atteindre l'apport recommandé de 6 000 millions de tonnes dans le bassin central du lac Érié, une réduction de 3 528 millions de tonnes est nécessaire. Chaque pays a accepté de réduire ses apports de 40 % par rapport aux niveaux de 2008. En conséquence, la réduction des apports a été répartie comme suit entre les États-Unis et le Canada :

TABLE 2 : Répartition des objectifs par source

SOURCE	APPORTS TOTAUX DE PHOSPHORE EN 2008	RÉDUCTION EXIGÉE
	(phosphore total dans le bassin central en tonnes métriques par an)	(phosphore total dans le bassin central en tonnes métriques par an)
Affluents et responsables de rejets directs du Canada	533	212
Affluents et responsables de rejets directs des États-Unis	8 301	3 316
Dépôts atmosphériques	373	–
Apport du lac Huron	321	–
Total	9 528	3 528

4 Les valeurs de référence de 2008 se trouvent dans Maccoux et coll., 2016 : <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2016.08.005>.

3

Priorités binationales de mise en œuvre

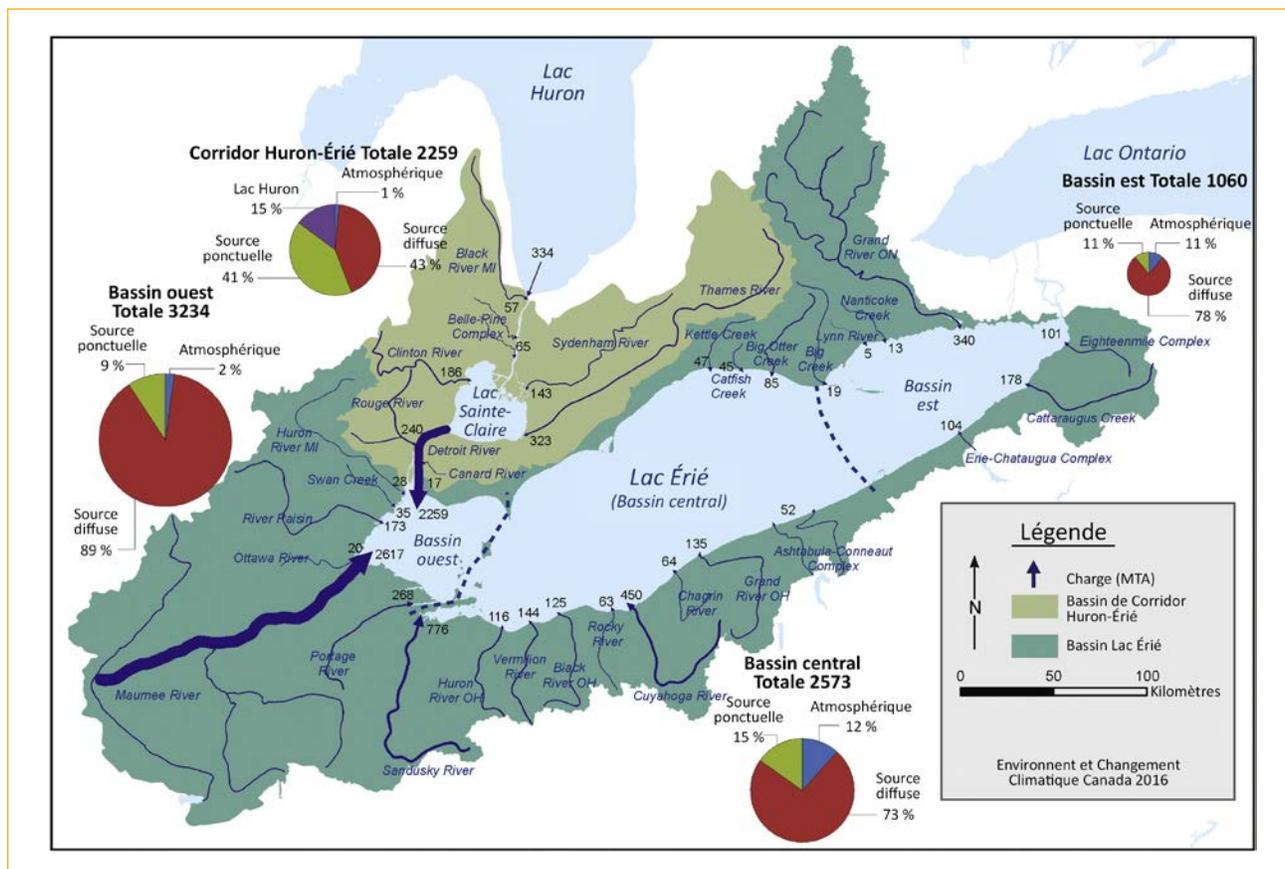
La réduction de 40 % des apports de phosphore dans les bassins ouest et central prendra du temps et nécessitera l'adoption d'une approche à barrières multiples pour prévenir, capter et traiter les eaux de ruissellement polluées. Citons l'exemple du bassin de la rivière Maumee, où les applications de plusieurs modèles de bassins versants ont montré que l'objectif de réduction de 40 % pourrait être atteint grâce à l'adoption généralisée de pratiques de conservation ciblant les zones où elles sont le plus nécessaires. Des analyses semblables effectuées au Canada corroborent la conclusion selon laquelle les cibles de réduction des apports de phosphore sont réalisables, mais qu'elles nécessiteront une mise en œuvre généralisée des mesures choisies.

On sait qu'une solution unique ne suffit pas à résoudre le problème et qu'il faut plusieurs stratégies de gestion pour contrôler le phosphore provenant de diverses sources, à différentes échelles. La réduction des pertes non ponctuelles de phosphore pendant les tempêtes de la saison sans croissance, particulièrement au printemps, est une priorité clé et sera essentielle pour la prévention des proliférations d'algues nuisibles dans le lac Érié. De plus, on sait avec certitude que l'action actuelle visant à limiter les apports excédentaires de phosphore dans le lac Érié, par des mesures comme la mise en œuvre de pratiques de gestion exemplaires sur les terres agricoles et l'optimisation du traitement des eaux usées, doit se poursuivre et être intensifiée.

3.1 Affluents prioritaires aux fins de contrôle des éléments nutritifs

Les apports totaux de phosphore dans le lac proviennent en grande partie d'un petit nombre d'affluents importants, soit de la rivière Détroit – qui comprend les apports en amont des affluents du lac Huron – la rivière Sainte-Claire et la rivière Thames au Canada ainsi que des rivières Maumee et Sandusky aux États-Unis et de la rivière Grand en Ontario. L'apport de chaque rivière varie d'une année à l'autre selon les rejets annuels, qui varient fortement en fonction de l'intensité, de la quantité et de la date des précipitations.

Le Canada et les États-Unis ont désigné 14 affluents prioritaires dans le bassin du lac Érié : la rivière Détroit, la rivière Thames, les affluents de la rivière Leamington, la rivière Raisin, la rivière Maumee, le ruisseau Toussaint, la rivière Portage, la rivière Sandusky, la rivière Huron (Ohio), la rivière Vermillion, la rivière Cuyahoga, la rivière Grand (Ohio), le ruisseau Cattaraugus et la rivière Grand (Ontario). Ces affluents seraient plus que tous les autres à l'origine de facteurs de l'eutrophisation observée dans les trois bassins du lac.

FIGURE 8 : Apports annuels totaux moyens de phosphore 2003-2013

Source : Maccoux et coll., 2016.

Comme l'indique la figure 9 ci-dessous, certains affluents participent à la fois à la croissance des cyanobactéries et à l'hypoxie saisonnière. C'est pourquoi des réductions annuelles du PT, du PT printanier et du PRS sont nécessaires. En revanche, les apports de la rivière Détroit étant un facteur d'hypoxie dans le bassin central, mais ne favorisant pas la croissance des cyanobactéries du bassin ouest, seules des réductions de la charge annuelle

totale de PT sont requises. Deux affluents du bassin est – la rivière Grand en Ontario et le ruisseau Cattaraugus dans l'État de New York – feront l'objet d'une étude plus approfondie visant à déterminer leur éventuelle contribution à la croissance des algues nuisibles *Cladophora*. Les objectifs de réduction du phosphore n'ont pas encore été déterminés pour ces affluents.

FIGURE 9 : Affluents prioritaires du lac Érié aux fins de contrôle des éléments nutritifs

AFFLUENT	INDICATEUR D'EUTROPHISATION			<i>Cladophora</i> du bassin est : *données scientifiques actuellement insuffisantes pour établir des cibles de réduction de phosphore
	Cyanobactéries : 40 % Réduction du P printanier		Hypoxie du bassin central : Réduction annuelle de 40 % du P	
	Eaux libres du bassin ouest	Littoral		
Rivière Détroit			X	
Rivière Thames		X	X	
Affluents de la rivière Leamington		X	X	
Rivière Raisin		X	X	
Rivière Maumee	X	X	X	
Rivière Portage		X	X	
Ruisseau Toussaint		X		
Rivière Sandusky		X	X	
Rivière Huron (Ohio)		X	X	
Rivière Vermillion			X	
Rivière Cuyahoga			X	
Rivière Grand (Ohio)			X	
<i>Rivière Grand (Ontario)*</i>				X
<i>Ruisseau Cattaragus*</i>				X

* Bien que les cibles pour *Cladophora* du bassin est n'aient pas encore été établies, la rivière Grand (Ontario) et le ruisseau Cattaragus ont été identifiés comme des bassins versants prioritaires.

3.2 Stratégies binationales à l'appui des mesures nationales

En 2018, les États-Unis et le Canada ont publié des plans d'action nationaux (PAN) énonçant les stratégies et les mesures qu'il faut prendre pour atteindre les nouvelles cibles de réduction des apports de phosphore. Les PAN sont consultables à l'adresse : <https://binational.net/fr/2018/03/07/daplanphosredinlakeerie/>. Les plans décrivent les mesures précises que chaque administration et ses partenaires mettront en œuvre pour atteindre les cibles binationales de réduction de la quantité de phosphore dans le lac Érié et ainsi freiner la croissance excessive des algues menaçant l'écosystème et la santé humaine.

Le Canada et les États-Unis collaborent avec la province de l'Ontario et les États du lac Érié, les tribus, les Premières Nations et d'autres intervenants à l'application des plans d'action nationaux. Ces plans détermineront les mesures qu'il faudra prendre pour atteindre les cibles convenues de réduction des apports de phosphore.

- Canada-Ontario : https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/nouvelles/2018/02/les_gouvernements_ducanadaetdelontariopublientleplandactionvisant.html
- États-Unis : <https://www.epa.gov/glwqa/us-action-plan-lake-erie>
- Ohio : <http://lakeerie.ohio.gov/LakeEriePlanning/OhioDomesticActionPlan2018.aspx>
- Michigan : <http://www.michigan.gov/deqgreatlakes>
- Indiana : <http://www.in.gov/isda/3432.htm>

- Pennsylvanie : <http://www.dep.pa.gov/Business/Water/Compacts%20and%20Commissions/Great%20Lakes%20Program/Pages/default.aspx>

Aucune cible de réduction des éléments nutritifs n'a encore été définie pour le bassin est du lac Érié. Toutefois, l'État de New York participe au Plan d'action national des États-Unis et s'est engagé à élaborer un plan pour le bassin versant du lac Érié et un programme de surveillance des affluents qui appuie les buts généraux du PAN, ainsi que les évaluations des charges en éléments nutritifs dans l'ensemble du lac et les efforts de modélisation déployés en vertu de l'annexe des éléments nutritifs de l'AQEGL. Le Plan d'action Canada-Ontario pour le lac Érié contient des engagements concernant le bassin est du lac Érié, notamment des mesures précises pour la rivière Grand.

Chaque plan d'action national est unique et les catégories de mesures décrites ci-après sont une synthèse des éléments qui figurent dans les plans d'action nationaux susmentionnés. Les lecteurs sont invités à lire les plans pour obtenir des précisions sur les stratégies et les mesures mises en œuvre par chaque administration. Toutes les mesures ne représentent pas une priorité dans toutes les administrations.

Stratégie n° 1 : Réduction des apports de phosphore provenant de sources agricoles

Dans les bassins versants à forte vocation agricole comme les bassins des rivières Maumee et Thames, il est certain que l'adoption de meilleures pratiques de gestion agricole doit être rigoureuse et généralisée. Il faut de nouvelles méthodes pour accroître et cibler l'adoption de programmes de conservation et d'intendance qui permettront de maximiser les résultats. Toutes les administrations cherchent des moyens d'améliorer l'efficacité de ces programmes et d'augmenter considérablement les taux d'adoption actuels.

Une partie importante des quantités de phosphore favorisant les proliférations d'algues nuisibles et toxiques ainsi que l'hypoxie dans le lac Érié proviennent des pertes d'engrais commerciaux et organiques épandus sur les terres agricoles, qui sont transportées par l'écoulement de surface et souterrain. De plus, l'utilisation passée d'engrais a entraîné l'accumulation de phosphore dans les sols de certaines régions. Les principales sources et voies d'exposition (surface ou drainage par tuyaux enterrés) varient dans la région, en fonction de la gestion des terres, du type de sol et d'autres facteurs.

Le programme de certification de gestion rationnelle des éléments nutritifs, *4R Nutrient Stewardship Certification*, encourage les détaillants agricoles, les fournisseurs de services et d'autres professionnels certifiés à mettre en œuvre des pratiques exemplaires éprouvées sur le principe des 4R (Right Source of Nutrients at the Right Rate and Right Time in the Right Place), qui font référence à l'utilisation de la bonne source d'éléments nutritifs au bon taux, au bon moment au bon endroit.

Voici les principales mesures de la stratégie :

- Continuer d'inciter les agriculteurs à adopter des pratiques exemplaires de gestion de leur exploitation agricole, en mettant l'accent sur une « approche systémique » (combinaisons de pratiques de gestion) afin de remédier de façon exhaustive aux sources de préoccupation de l'ensemble de leur exploitation.
- Adopter la certification de gestion rationnelle des éléments nutritifs selon les 4R (*4R Nutrient Stewardship Certification*) ou des programmes semblables.
- Éviter d'appliquer des éléments nutritifs sur les sols gelés ou enneigés.
- Mettre en œuvre et appliquer les exigences relatives à l'épandage d'engrais et de fumier le cas échéant.
- Prévenir le ruissellement agricole en améliorant la santé des sols et en gérant les réseaux d'évacuation et de drainage de façon à retenir ou à retarder l'écoulement des eaux de ruissellement par des zones tampons saturées, des milieux humides artificiels ou d'autres techniques de gestion des eaux de drainage.
- Réduire l'incidence des rejets de serres sur le lac Érié.

Stratégie n° 2 : Réduction des charges de phosphore provenant de sources municipales

Les villes et les villages contribuent au phosphore provenant des rejets des usines de traitement des eaux usées et du ruissellement des eaux pluviales. Au cours des 40 dernières années, des efforts importants ont été déployés pour réduire les charges de phosphore provenant des installations de traitement des eaux usées, mais des réductions supplémentaires des charges de cette source sont nécessaires.

La plupart des installations de traitement des eaux usées du bassin sont actuellement autorisées à rejeter 1,0 mg/L de phosphore total. Cependant, bon nombre d'entre elles rejettent en fait du phosphore à des taux plus faibles et d'autres offrent la possibilité de réduire davantage les rejets, même en l'absence d'investissements importants dans de nouvelles technologies ou infrastructures de traitement. Il faudra également prendre des mesures pour caractériser et réduire les charges de phosphore provenant d'autres sources municipales.

Voici les principales initiatives correspondant à cette stratégie :

- Optimiser les infrastructures des eaux usées.
- Encourager les investissements dans l'infrastructure verte et l'aménagement à faible incidence.
- Déceler et corriger les systèmes de traitement des eaux usées domestiques défaillants.
- Envisager l'échange de crédits de qualité de l'eau en tant qu'outil potentiel de gestion du phosphore.

L'Ontario, l'Ohio, l'Indiana et le Michigan ont stratégiquement réduit les rejets de leurs installations de traitement des eaux usées responsables des charges les plus élevées en utilisant diverses méthodes décrites dans leurs PAN. Dans le sud-est du Michigan, la Great Lakes Water Authority, en grande partie grâce à des méthodes d'optimisation, a réduit les charges de phosphore de la rivière Détroit d'environ 400 tonnes par année par rapport au niveau de référence de 2008. D'ici 2020, l'Ontario prévoit établir une limite légale pour les rejets d'effluents (parmi les autorisations environnementales) de 0,5 mg par litre de phosphore total pour toutes les usines de traitement des eaux usées du bassin du lac Érié, soit plus de 1 million de gallons par jour (3,78 millions de litres par jour).

Stratégie n° 3 : Soutien des efforts de restauration et de planification relatives aux bassins hydrographiques

La mise en œuvre de mesures visant à réduire la charge de phosphore dans le lac se fait à plusieurs échelles. La planification relative aux bassins hydrographiques locaux est la pierre angulaire de ces efforts et a des effets cumulatifs sur le lac. Des plans de gestion de bassin hydrographique sont en cours d'élaboration afin de protéger et de restaurer les ressources en eau du bassin hydrographique, y compris la mise en œuvre de mesures qui réduiront les charges d'éléments nutritifs dans le lac. Les administrations cherchent des occasions d'améliorer ou de peaufiner des plans pour les bassins hydrographiques locaux afin d'atteindre les objectifs de réduction du phosphore pour le lac. Les gestionnaires des bassins hydrographiques sont à la recherche de façons de tirer parti du financement, d'utiliser des sources de financement non conventionnelles et d'envisager des approches novatrices pour réduire au maximum le phosphore.

En utilisant des plans des bassins hydrographiques locaux (le cas échéant) comme point de départ, les efforts de mise en œuvre sont classés par priorité en fonction des sources importantes et des zones présentant un risque élevé de perte de phosphore. La mise en œuvre et la surveillance sont coordonnées dans le cadre de ces secteurs prioritaires pour que les améliorations de la qualité de l'eau puissent être démontrées.

Voici les principales initiatives correspondant à cette stratégie :

- Élaborer ou peaufiner des plans pour les bassins hydrographiques locaux afin d'atteindre les objectifs de réduction du phosphore pour le lac.
- Cibler les efforts de restauration des bassins hydrographiques dans les zones les plus exposées aux pertes de phosphore, y compris la réduction du phosphore résiduel lié aux sols et aux sédiments.
- Restaurer l'hydrologie naturelle et les zones tampons écologiques pour intercepter le ruissellement des éléments nutritifs.

Stratégie n° 4 : Coordination de la science, de la recherche et de la surveillance

Il est important que les scientifiques de tout le bassin collaborent pour évaluer les conditions, cerner les lacunes scientifiques et déterminer les recherches nécessaires pour combler ces lacunes. L'une des principales priorités binationales consiste à effectuer les recherches, la surveillance et la modélisation nécessaires pour évaluer l'efficacité des mesures de réduction du phosphore visant à améliorer les conditions des algues et de l'hypoxie dans le lac Érié, et pour suivre les progrès vers l'atteinte des cibles de réduction du phosphore et des objectifs liés à l'écosystème du lac Érié. De plus, la recherche et la surveillance des algues benthiques nuisibles (*Cladophora*) doivent être coordonnées afin d'appuyer l'élaboration de cibles de réduction du phosphore dans l'est du lac Érié.

Voici les principales initiatives correspondant à cette stratégie :

- Améliorer la surveillance des algues et des conditions hypoxiques dans le lac et mener des recherches sur les facteurs qui contribuent à ces conditions.
- Améliorer la surveillance des charges de phosphore dans les affluents et les bassins hydrographiques.
- Investir dans des initiatives de recherche et de démonstration afin d'améliorer les connaissances et la compréhension de l'efficacité des pratiques bénéfiques ou exemplaires, en particulier les pratiques exemplaires pour contrôler le phosphore réactif soluble.
- Mener des recherches sur les facteurs de toxicité des proliférations d'algues nuisibles, y compris le rôle de l'azote.
- Utiliser des modèles écosystémiques pour améliorer notre capacité de prédire les conditions futures de l'écosystème.

Stratégie n° 5 : Amélioration de la communication et de la diffusion

La mise en œuvre réussie des plans d'action nationaux exige un soutien, une coordination et une collaboration élargis entre les organismes, le milieu universitaire, le gouvernement local, les collectivités autochtones, l'industrie privée et les citoyens. Tous les groupes sources et sectoriels ont un rôle à jouer pour contribuer à notre succès.

Voici les principales initiatives correspondant à cette stratégie :

- Mobiliser les intervenants aux échelles locales et régionales afin d'augmenter la compréhension des problèmes liés aux conditions de la qualité de l'eau et à la gestion, de la santé des eaux littorales et des plages ainsi que des meilleures pratiques et politiques de gestion.

4

Suivi et communication des progrès vers les cibles

Les États-Unis et le Canada travaillent ensemble à l'élaboration d'un cadre de gestion adaptative pour suivre les progrès réalisés vers l'atteinte des cibles et des objectifs liés à l'écosystème des lacs.

4.1 Gestion adaptative

La gestion continue des charges de phosphore dans le lac Érié et les mesures nécessaires pour les contrôler exigent un solide programme scientifique. Dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (AQEGL), les États-Unis et le Canada (en collaboration avec d'autres pays) se sont engagés à entreprendre les recherches, la surveillance et la modélisation nécessaires pour établir et présenter des rapports et évaluer les cibles de réduction de la charge de phosphore et les limites de charges (réparties par pays) pour la gestion du phosphore et d'autres éléments nutritifs, et pour améliorer la compréhension des enjeux pertinents associés aux éléments nutritifs et à la prolifération excessive d'algues dans le lac.

Le Canada et les États-Unis se sont engagés à élaborer et à mettre en œuvre une approche binationale de gestion adaptative qui permettra de déterminer les données scientifiques nécessaires pour effectuer le suivi des progrès en vue d'atteindre les cibles de réduction du phosphore, réduire les proliférations d'algues nuisibles et nocives, et réduire l'étendue de l'hypoxie dans

le lac Érié. Nous en mesurerons et évaluerons systématiquement et régulièrement les progrès. Des recommandations visant à adapter les stratégies ou les cibles de gestion du phosphore seront élaborées au besoin. Dans le cadre de ce processus, les nouveaux enjeux et facteurs de stress seront évalués afin de s'assurer que les cibles et les mesures de gestion sont pertinentes et efficaces pour réduire les problèmes d'eutrophisation dans le lac Érié.

Le suivi et la production de rapports sur les charges saisonnières et annuelles de phosphore sont essentiels pour évaluer les progrès. Les premiers efforts ont porté sur deux priorités immédiates :

1. élaborer une stratégie et un réseau de surveillance coordonnés pour recueillir des données compatibles sur les affluents afin d'évaluer les progrès réalisés vers l'atteinte des cibles de phosphore;
2. mettre au point un système permettant de suivre et de signaler les charges de façon régulière et fiable.

Chaque administration s'est engagée à élaborer des ensembles de mesures de rendement pour effectuer le suivi des progrès réalisés dans la mise en œuvre de ses plans d'action nationaux. Dans le cadre du processus de gestion adaptative, ces mesures seront examinées régulièrement. De plus, chaque plan d'action national sera révisé au besoin (au moins tous les cinq ans à compter de 2023).

4.2 Rapports

Le Canada et les États-Unis s'engagent à rendre compte des progrès réalisés tous les trois ans dans le Rapport d'étape des Parties. Chaque rapport contiendra une évaluation des objectifs liés à l'écosystème des lacs, des progrès réalisés dans la mise en œuvre des plans d'action nationaux et de l'atteinte des cibles de charges de phosphore et des limites de charges par pays. De plus, le Sous-comité de l'annexe sur les éléments nutritifs de l'AQEGL rendra compte des progrès réalisés au moyen de webinaires binationaux et des rapports

liés au Plan d'action et d'aménagement panlacustre du lac Érié. En outre, les administrations individuelles peuvent rendre compte de leurs progrès vers l'atteinte des cibles par divers moyens, comme des mises à jour sur les sites d'agence, et le programme pilote ErieStat (www.eriestat.org). Le tableau ci-dessous présente un résumé des rapports publics qui contiennent de l'information sur les proliférations d'algues, l'hypoxie et les charges de phosphore. Pour obtenir les plus récents renseignements, visitez <https://binational.net/fr/>.

TABLE 3 : Éléments nutritifs du lac Érié — Résumé des rapports publics

Annuel ou saisonnier	Rapport annuel au titre du Plan d'action et d'aménagement panlacustre du lac Érié
	Réunions semestrielles du Comité exécutif des Grands Lacs
	Webinaire annuel sur l'annexe sur les éléments nutritifs
	ErieStat
	Fiches d'information et autres rapports propres à un bassin hydrographique ou à une administration
	Prévision des proliférations d'algues nuisibles de la NOAA américaine
Tous les 3 ans	Forum public sur les Grands Lacs
	Rapport d'étape des Parties
	Rapport sur l'état des Grands Lacs 2016
Tous les 5 ans	Plans d'action nationaux
	Stratégie binationale Canada–États-Unis sur les éléments nutritifs
	Plan d'action et d'aménagement panlacustre du lac Érié

4.3 Résultats attendus

En résumé, l'atteinte des cibles permettrait d'obtenir les résultats suivants pour le lac Érié :

- **Réduction de 40 % des charges printanières (phosphore total et phosphore réactif dissous) de la rivière Maumee** – Cette cible permettrait de réduire considérablement le risque de prolifération d'algues nuisibles dans le bassin ouest en limitant la biomasse de cyanobactéries à des niveaux « légers » (par exemple, semblables aux niveaux observés en 2012), la plupart des années. Des proliférations peuvent encore se produire, mais leur étendue spatiale et la densité de leur biomasse seront considérablement réduites. Des proliférations importantes peuvent encore se produire à l'occasion pendant les années extrêmement humides.
- **Réduction de 40 % des charges printanières de phosphore pour les affluents prioritaires littoraux** – Cette cible permettrait de limiter la croissance des cyanobactéries dans les zones littorales (voir la carte et la liste).
- **Réduction de la charge annuelle totale de phosphore (phosphore total) dans le bassin central à 6 000 tonnes métriques** – Cette cible permettrait de porter la concentration moyenne d'oxygène dissous hypolimnique à 2,0 mg/L ou plus en été. Cette concentration constitue le seuil de déclenchement de l'hypoxie et devrait produire des améliorations de l'habitat benthique du bassin central en réduisant la libération de phosphore séquestré provenant des sédiments du fond anoxique.

En outre, les réductions nécessaires pour contrer les proliférations d'algues nuisibles et l'hypoxie dans les bassins ouest et central devraient réduire les concentrations de phosphore dans les lacs ouverts dans le bassin est, ce qui aidera à régler les problèmes de *Cladophora* à cet endroit.

Il est difficile de prédire quand les résultats attendus dans le lac seront atteints. Le court délai de séjour (2,7 ans) et le fait que les proliférations d'algues dans le lac Érié se sont dissipées en réponse aux réductions de phosphore dans les années 1980 indiquent que le lac devrait réagir rapidement aux mesures de réduction de phosphore, une fois celles-ci mises en œuvre. Les conditions de sécheresse de 2012, qui étaient associées à une faible prolifération, ont fourni une « expérience naturelle », qui a montré que le lac pouvait réagir très rapidement à la réduction des charges de phosphore des affluents. Toutefois, compte tenu de l'ampleur du problème et des défis inhérents à la lutte contre le ruissellement de source diffuse et à la prise en compte des répercussions des changements climatiques, des moules dreissenidées envahissantes et du phosphore résiduel lié aux sédiments, il y aura probablement une longue période avant que les avantages de nos efforts de mise en œuvre soient mesurables à l'échelle régionale.

4.4 Conclusion

Des mesures importantes sont nécessaires pour réduire les charges d'éléments nutritifs provenant des zones agricoles, urbaines, suburbaines et rurales non agricoles du bassin hydrographique du lac Érié. Tous les partenaires doivent travailler ensemble pour trouver des solutions à long terme à la lutte contre le phosphore qui soient efficaces et rentables. Les partenariats avec les secteurs agricole et municipal, les organisations des bassins hydrographiques et non gouvernementales, les collectivités autochtones et le grand public sont essentiels à l'atteinte des objectifs de la Stratégie. Les gouvernements ne peuvent pas y parvenir seuls — aborder la question sous ses multiples formes nécessitera une action soutenue de la part de nombreux partenaires des deux côtés de la frontière.

Glossaire

Anoxie	Zone sans oxygène complet.
Biodisponible	Facilement assimilé par des végétaux et des algues et utilisé pour la croissance.
Biomasse	Masse totale d'organismes dans une zone ou un volume donné.
Charge ou apport	Masse totale d'une substance déversée dans un plan d'eau au fil du temps, exprimée en unités de masse par unité de temps, par exemple, en tonnes par année. La charge est le produit de la concentration (masse par unité de volume) et du débit (volume d'eau par unité de temps).
<i>Cladophora</i>	Espèce d'algue fixe qui peut former des tapis denses dans les eaux stagnantes, bouchant des tuyaux d'adduction et salissant les rivages et l'équipement récréatif et de pêche. <i>Cladophora</i> est la principale cause de proliférations d'algues nuisibles dans le bassin oriental du lac Érié.
Concentration	Masse d'une substance présente dans un volume d'eau donné exprimée en unités comme des milligrammes par litre.
Corridor Huron-Érié	Écoulement du lac Huron qui passe par la rivière Sainte-Claire, le lac Sainte-Claire et la rivière Détroit. L'eau du corridor Huron-Érié s'écoule dans le bassin Ouest du lac Érié.
Cyanobactéries	Également appelées algues bleues; un type de bactérie qui transforme la matière organique par photosynthèse et qui peut donc être influencée par des concentrations excessives de phosphore; <i>Microcystis</i> en est un exemple. Les cyanobactéries peuvent produire des substances toxiques appelées cyanotoxines, qui peuvent nuire aux humains et à d'autres organismes.
Cyanotoxines	Composés biologiques toxiques produits par des cyanobactéries, comme <i>Microcystis</i> , qui produit la toxine microcystine. Les cyanotoxines peuvent avoir des conséquences graves pour la santé humaine si elles sont ingérées ou absorbées par exposition cutanée et peuvent également être toxiques pour d'autres organismes.
Cycle des éléments nutritifs	Mouvement naturel et transformation des éléments nutritifs comme le phosphore dans l'air, l'eau et le sol, et sous diverses formes chimiques.
Eaux pluviales	Eaux qui se déversent pendant des précipitations et au moment de la fonte de la neige et de la glace. Les eaux pluviales peuvent pénétrer dans le sol, rester en surface et s'évaporer, ou s'écouler et se déverser dans les cours d'eau, les rivières et d'autres plans d'eau à proximité.
Effluent	Rejet depuis des usines de traitement des eaux usées municipales ou industrielles après traitement.
Epilimnion	Couche d'eau supérieure, riche en oxygène dans un lac stratifié; voir stratification.

Eutrophisation	Enrichissement excessif en éléments nutritifs qui provoque des proliférations d'algues nuisibles et nocives qui peuvent, à leur tour, être la cause de faibles niveaux d'oxygène dissous et de mortalités massives connexes du poisson.
Gestion adaptative	Processus itératif permettant l'adaptation des objectifs, des approches et des politiques de gestion au fil du temps aux fins d'une amélioration continue fondée sur la surveillance, les mesures du rendement et les sciences et l'information en évolution.
Hypolimnion	Couche d'eau de fond dans un lac stratifié. En été, l'hypolimnion est plus froid que les eaux superficielles. En hiver, les eaux superficielles sont gelées ou près de geler, alors que l'hypolimnion est un peu plus chaud, typiquement quelques degrés au-dessus du point de congélation. L'hypolimnion peut être le siège de faibles niveaux d'oxygène dissous dans certaines conditions; voir stratification.
Hypoxie	Zone dans laquelle les niveaux d'oxygène sont faibles. L'hypoxie à la fin de l'été, soit la réduction de l'oxygène à moins de deux parties par million, se produit naturellement dans le bassin central du lac Érié en raison de la stratification des couches en fonction de la température, les couches chaudes occupant la partie supérieure.
Infrastructure verte	Éléments naturels ou artificiels qui favorisent les fonctions et processus écologiques et hydrologiques, y compris les éléments et systèmes du patrimoine naturel, les parcs, les systèmes de gestion des eaux pluviales, les arbres de rue, les forêts urbaines, les canaux naturels, les terres humides artificielles, rigoles de drainage biologique, les surfaces perméables et les toits verts.
Mésotrophe	Plan d'eau présentant un niveau modéré de productivité biologique et des concentrations modérées de phosphore et/ou d'autres éléments nutritifs.
Microcystine	Toxine produite par les cyanobactéries.
<i>Microcystis</i>	Genre de cyanobactérie connue comme produisant la toxine microcystine.
Milieux humides	Terres recouvertes d'eau peu profonde en saison ou en permanence, et terres où la nappe phréatique se situe à la surface ou près de la surface du sol. Dans les deux cas, l'eau abondante entraîne la formation de sols hydriques et favorise la prédominance de plantes hygrophytes ou qui tolèrent l'eau. Il existe quatre types de milieux humides : les marécages, les marais, les tourbières hautes et les tourbières basses.
Moules dreissenidées	Terme collectif utilisé pour désigner les moules zébrées et quaggas, qui sont des espèces envahissantes non indigènes dans le bassin des Grands Lacs.
Oligotrophe	Plan d'eau dont la productivité biologique est faible et dont les niveaux de phosphore et/ou d'autres éléments nutritifs sont faibles.
Phosphore dissous	Voir phosphore réactif soluble.
Phosphore réactif soluble	Phosphore sous forme dissoute. Le terme «réactif» désigne la réaction du phosphore à la couleur durant l'analyse des concentrations de phosphore dans un laboratoire.

Phosphore total	Total combiné du phosphore dissous et particulaire dans un plan d'eau.
Plan d'action et d'aménagement panlacustre	Établi en vertu de l' <i>Accord Canada-États-Unis relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs</i> (2012), il s'agit de plans d'action binationaux propres aux lacs pour la restauration et la protection des écosystèmes des Grands Lacs.
Pratiques de gestion bénéfiques ou exemplaires	Approches éprouvées, pratiques et abordables à la conservation ou la protection du sol, de l'eau et d'autres ressources naturelles dans les zones urbaines et rurales.
Proliférations d'algues nuisibles	Proliférations d'algues, comme <i>Cladophora</i> , qui peuvent provoquer des mortalités massives de poisson (voir eutrophisation), dégrader l'habitat du poisson et de la faune, boucher les tuyaux d'adduction d'eau et salir les rivages et l'équipement de pêche, mais qui ne produisent pas de toxine.
Proliférations d'algues toxiques	Voir cyanobactéries.
Ruissellement	Le ruissellement se produit lorsqu'un trop-plein d'eaux provenant des précipitations, de la fonte de la neige et de la glace ou d'autres sources se déversent sur la surface terrestre. Le ruissellement peut être attribué à la saturation complète du sol, aux pluies qui tombent plus rapidement que le sol ne peut en absorber ou aux zones imperméables qui déversent l'eau dans le sol des environs qui ne peut pas l'absorber en totalité. Le ruissellement de surface est une composante importante du cycle de l'eau et le principal agent d'érosion du sol par l'eau.
Source diffuse	Sources de pollution nombreuses et diffuses, contrairement à la pollution ponctuelle, qui résulte d'une source unique. La pollution provenant de sources diffuses résulte généralement de l'écoulement des sols, des précipitations, des dépôts atmosphériques, du drainage, des infiltrations ou des modifications hydrologiques, où il est difficile de retracer la pollution jusqu'à une seule source.
Source ponctuelle	Sources de pollution qui pénètrent dans un plan d'eau par un tuyau ou une sortie semblable, par exemple, un tuyau d'évacuation d'une usine de traitement des eaux usées municipale ou industrielle. Les sources ponctuelles ont habituellement fait l'objet d'un certain niveau de traitement avant leur rejet; font exception la plupart des débordements d'égout unitaire.
Zone riveraine	Superficie des terres adjacentes aux affluents et au lac où la végétation peut subir l'influence des inondations ou de l'élévation des nappes phréatiques. Une zone riveraine saine fournit un habitat à une variété d'espèces aquatiques et terrestres. Sa structure végétative complexe protège contre l'érosion et peut contrôler le ruissellement des sédiments, du phosphore et d'autres polluants, atténuant ainsi les incidences sur la qualité de l'eau.

