An aerial photograph of a large, forested island in the middle of a lake. The water is a deep green color, and the island is covered in dense, dark green trees. The sky is a clear, light blue. The entire image is framed by a white border.

Cadre binational de gestion adaptative des éléments nutritifs présents dans le lac Érié

2023

Rédigé pour :
le Sous-comité de l'annexe 4

Rédigé par :
l'équipe de travail sur la gestion adaptative

Avec le soutien de la General Dynamics Information Technology et de LimnoTech

Citation suggérée: L'annexe 4 l'équipe de travail sur la gestion adaptative. 2023. *Cadre binational de gestion adaptative des éléments nutritifs présents dans le lac Érié*. Disponible à binational.net.

Crédit Photo :

Aerial Associates Photography, Inc. par Zachary Haslick, 2017

Résumé

Le lac Érié subit les effets délétères des efflorescences d'algues nuisibles (EAN), de l'hypoxie (zones pauvres en oxygène) et de la prolifération excessive des macroalgues nuisibles (*Cladophora*). La principale cause de ces effets est l'apport excessif de phosphore, provenant principalement de sources diffuses. Les gestionnaires des ressources naturelles, les organismes environnementaux et des chercheurs s'efforcent de comprendre ces phénomènes complexes et de mettre en œuvre des mesures de gestion efficaces pour améliorer l'écosystème du lac Érié. Même si la modernisation des usines de traitement des eaux usées ou la modification de leurs activités au fil des ans ont permis de réduire considérablement la quantité de phosphore provenant de sources ponctuelles, la réduction des charges en phosphore total (PT) et de phosphore réactif dissous (PRD) provenant des eaux de ruissellement des terres agricoles et d'autres sources diffuses est plus complexe et constitue donc l'objectif des mesures de gestion actuelles et futures.

En vertu de l'annexe 4 (Éléments nutritifs) de l'*Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs* (AQEGL) de 2012, le Canada et les États-Unis (les Parties) ont adopté des cibles de réduction du phosphore en 2016. Les objectifs sont de réduire les apports de phosphore dans les bassins ouest et central du lac Érié de 40 % par rapport aux concentrations de référence de 2008, afin de contribuer à l'atteinte des objectifs liés à l'écosystème lacustre (OEL) de l'annexe 4 de l'AQEGL concernant les EAN, les zones hypoxiques et les algues nuisibles.

Les Parties reconnaissent que des mises à jour des stratégies et mesures de réduction des éléments nutritifs ou des modifications à ces stratégies et mesures peuvent être justifiées par l'acquisition de nouvelles données scientifiques et connaissances. Les Parties ont convenu d'utiliser une approche de gestion adaptative (GA) pour comprendre les résultats des mesures prises et éclairer les futures mesures nécessaires pour atteindre l'objectif de réduction de 40 % du phosphore. Dans l'approche de GA, nous savons que la gestion des systèmes sociaux et environnementaux complexes comporte des incertitudes et nous cherchons à réduire ces incertitudes au fil du temps en vérifiant les hypothèses et en apprenant par une approche collaborative.

De nombreux éléments constitutifs d'une approche binationale de GA des éléments nutritifs présents dans le lac Érié sont actuellement en place. Les activités de surveillance du lac, de modélisation et de recherche déjà en place permettent de mieux comprendre et de mieux prévoir la façon dont l'écosystème du lac réagira à la réduction des éléments nutritifs. Le cadre binational de gestion adaptative (CGA) des éléments nutritifs présents dans le lac Érié s'appuie sur ces efforts tout en visant à réduire systématiquement les incertitudes, à améliorer les renseignements mis à la disposition des décideurs et à mieux orienter les mesures de gestion vers la réalisation des OEL du lac Érié.

L'atteinte des OEL du lac Érié dépend 1) des mesures de gestion permettant d'obtenir les réductions de phosphore souhaitées et 2) des réductions de phosphore permettant d'obtenir la réponse recherchée dans le lac. Le CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié est structuré de manière à surveiller ce dernier point, en se concentrant sur la manière dont l'écosystème répond aux variations des charges en éléments nutritifs. L'objectif du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié est de fournir une feuille de route permettant d'évaluer trois sujets clés : 1) les EAN, 2) l'hypoxie et

3) les *Cladophora*, et si des progrès ont été réalisés pour atteindre les OEL relatifs à chacun de ces enjeux.

Les plans d'action nationaux (PAN) de chaque pays sont également ancrés dans la gestion adaptative. Les gestionnaires de la qualité de l'eau sont chargés d'évaluer les progrès réalisés par les mesures appliquées sur le terrain à l'égard des cibles de réduction du phosphore et d'adapter les mesures de gestion si nécessaire. La communication entre les processus de GA binationaux et nationaux est essentielle pour comprendre comment les mesures sur le terrain touchent les charges en phosphore et la réponse du lac qui en découle.

Comme il faudra peut-être attendre plusieurs années avant de voir des résultats mesurables dans le lac, le CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié vise à soutenir les évaluations continues à long terme des progrès réalisés. Le fait de mieux comprendre les relations entre la diminution des éléments nutritifs et la réponse de l'écosystème aidera les Parties à prendre des décisions progressivement mieux éclairées et plus efficaces en matière de gestion des éléments nutritifs.

Le Sous-comité de l'annexe 4 a créé une équipe de travail sur la GA chargée de fournir des orientations coordonnées sur l'approche de GA et sa mise en œuvre afin de suivre les résultats des mesures de gestion et les progrès réalisés à l'égard des OEL pour le lac Érié. L'équipe de travail sur la GA est responsable de la mise en œuvre du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié. Elle fera appel à cinq groupes de travail techniques et communiquera ses conclusions. Il s'agit notamment de trois groupes de travail axés sur des enjeux sur les EAN, l'hypoxie et les *Cladophora*, d'un groupe de travail sur les données et la modélisation et d'un groupe de travail sur les charges.

Des évaluations dans le cadre du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié auront lieu tous les cinq ans pour examiner les progrès réalisés en vue d'atteindre les OEL (p. ex., sur la base de l'analyse des données et de la modélisation de scénarios). Chaque évaluation binationale quinquennale sera prévue pour l'année précédant le cycle de renouvellement quinquennal des PAN, de sorte que les administrations puissent tenir compte des conclusions de l'évaluation lorsqu'elles mettent à jour leurs stratégies de gestion. Les conclusions et les recommandations de l'évaluation serviront également à définir les priorités binationales scientifiques et opérationnelles triennales, le Plan d'action et d'aménagement panlacustre (PAAP) du lac Érié et les priorités quinquennales de l'Initiative des sciences coopératives et de surveillance.

Table des matières

Résumé	iii
Acronymes et abréviations	vii
1 PRÉFACE	1
1.1 Contexte.....	1
1.2 Gestion adaptative.....	2
1.3 Objectif et public cible	3
1.4 Portée géographique	3
2 Introduction	4
2.1 Enjeux liés à l'eutrophisation du lac Érié	4
2.1.1 Efflorescence d'algues nuisibles.....	4
2.1.2 Hypoxie.....	5
2.1.3 Algues nuisibles	6
2.2 Gestion des éléments nutritifs présents dans le lac Érié	6
2.2.1 Objectifs liés à l'écosystème lacustre et indicateurs de réponse à l'eutrophisation.....	6
2.2.2 Cibles de la réduction des charges en phosphore	8
2.2.3 Stratégie binationale de réduction du phosphore.....	9
2.2.4 Plans d'action nationaux.....	9
3 Cadre binational de gestion adaptative des éléments nutritifs présents dans le lac Érié.....	10
3.1 Aperçu	10
3.1.1 Portée par rapport aux mesures nationales	10
3.1.2 Éléments du cadre.....	13
3.2 Éléments techniques.....	13
3.2.1 Surveillance du lac et des affluents.....	14
3.2.2 Gestion des données et accès	14
3.2.3 Analyse et synthèse des données	15
3.2.4 Modélisation du lac.....	15
3.2.5 Aide à la décision.....	15
3.3 Éléments de processus.....	15
3.3.1 Groupes de travail techniques	16
3.3.2 Synthèse des activités de recherche	17
3.3.3 Évaluation binationale de la GA	17

3.3.4	Coordination et communication	17
4	Mise en œuvre	18
4.1	Cadre organisationnel	18
4.1.1	Rôles et responsabilités	18
4.1.2	Plans de travail et rapports d'étape	21
4.1.3	Exigences en matière de ressources	21
4.2	Échéancier et intégration	21
	Bibliographie	23
5	Annexe	25

Liste des figures

Figure 1.	Étapes du cycle de GA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié.....	2
Figure 2.	Portée géographique du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié. La zone d'étude illustre le bassin versant, le lieu et la bathymétrie de chaque bassin du lac Érié ainsi que du lac Sainte-Claire (Source : Environnement et Changement climatique Canada).....	4
Figure 3.	Processus de gestion adaptative binationaux et nationaux dans le cycle binational de gestion adaptative.....	12
Figure 4.	Schéma des éléments techniques (rangée supérieure) du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié.....	14
Figure 5.	<i>Schéma de la mise en œuvre du Cadre binational de gestion adaptative des éléments nutritifs présents dans le lac Érié, y compris les principaux rôles et responsabilités, ainsi que les produits et les résultats.</i>	20
Figure 6.	Échéancier intégré montrant les relations entre les activités d'évaluation binationales axées sur la GA du lac Érié, les révisions et mises à jour des PAN, les priorités scientifiques binationales et le PAAP du lac Érié.....	22

Liste des tableaux

Tableau 1.	Résumé des indicateurs de réponse à l'eutrophisation recommandés pour le lac Érié (Source : Équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2015).....	7
Tableau 2.	Cibles binationales de réduction des charges en phosphore dans le lac Érié (Source : Binational.net, 2016; Équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2015; Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2016; et Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2019).	8
Tableau 3.	Distinction entre les objectifs des processus de gestion adaptative nationaux et binationaux.	11
Tableau 4.	Éléments techniques du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié et leur objectif.	13
Tableau 5.	Éléments de processus du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié et leurs objectifs.....	16

Tableau 6. Résumé des activités et des échéanciers du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié.	21
Tableau 7. Stratégies de réduction des charges en phosphore et mesures connexes comprises dans les PAN (source : Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2019).	25

Acronymes et abréviations

Annexe 4	Annexe sur les éléments nutritifs de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs de 2012
AQEGL	Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs
CGA	Cadre de gestion adaptative
CGL	Commission des Grands Lacs
CMPD	Concentration moyenne pondérée en fonction du débit
EAN	Efflorescence d'algues nuisibles
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
GA	Gestion adaptative
IRE	Indicateur de réponse à l'eutrophisation
OEL	Objectif lié à l'écosystème lacustre
ONG	Organisme non gouvernemental
P	Phosphore
PAN	Plan d'action national
PEG	Pratiques exemplaires de gestion
PRD	Phosphore réactif dissous (également appelé phosphore réactif soluble, PRS)
PT	Phosphore total
USACE	United States Army Corps of Engineers
USEPA	United States Environmental Protection Agency

1 PRÉFACE

1.1 Contexte

L'enrichissement excessif en éléments nutritifs, qui entraîne une prolifération excessive des algues (eutrophisation) dans les lacs Érié et Sainte-Claire, constitue une menace importante pour l'écosystème et la santé humaine. Les efflorescences d'algues nuisibles (EAN) dans les zones littorales ont considérablement augmenté depuis la fin des années 1990. Ce qu'on comprend actuellement du système, c'est que les algues nuisibles prolifèrent principalement en raison des concentrations élevées de phosphore total (PT) et de phosphore réactif dissous (PRD) provenant des principaux affluents. D'autres incidences sur l'écosystème découlant des éléments nutritifs en excès comprennent la raréfaction de l'oxygène (hypoxie) qui réduit l'habitat disponible des poissons et des macroinvertébrés dans le bassin central du lac, et la prolifération excessive de macroalgues nuisibles (*Cladophora*) qui souillent les plages et obstruent les prises d'eau, principalement dans le bassin est. Bien qu'il soit plus difficile d'établir un lien entre les macroalgues nuisibles et des concentrations précises d'éléments nutritifs, la disponibilité excessive d'éléments nutritifs est associée à la prolifération des algues. Une combinaison de facteurs complexes, dont l'intensification urbaine et agricole, les changements climatiques, la perte de milieux humides, les espèces envahissantes et la remise en suspension du phosphore à partir des sédiments du fond du lac pourraient intensifier l'eutrophisation. La hausse des températures allonge les saisons de prolifération des algues et crée des conditions plus propices à la prolifération, et l'augmentation des précipitations printanières apporte des charges élevées en éléments nutritifs au début de ces saisons.

En vertu de l'annexe 4 (Éléments nutritifs) de l'*Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs* (AQEGL) de 2012, le Canada et les États-Unis se sont engagés à remédier aux effets négatifs de l'eutrophisation du lac Érié en établissant des objectifs liés à l'écosystème lacustre (OEL), des objectifs de réduction des charges en phosphore et des allocations par pays, ainsi que des stratégies de réduction du phosphore et des PAN. L'AQEGL décrit six [OEL](#) liés aux éléments nutritifs. Afin d'atteindre ces objectifs, le Canada et les États-Unis ont fixé des objectifs binationaux de réduction du phosphore pour le lac Érié et élaboré une [Stratégie binationale de réduction du phosphore](#). Les deux pays, les États membres et la province de l'Ontario ont élaboré des [plans d'action nationaux](#) qui décrivent les mesures à prendre pour atteindre les objectifs de réduction des charges en phosphore dans leurs administrations respectives.

En 2015, l'équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 a utilisé une approche de modélisation d'ensemble pour recommander des objectifs révisés de réduction du phosphore dans le lac Érié. Compte tenu des incertitudes inhérentes, l'équipe de travail a vivement recommandé l'adoption d'un processus de gestion adaptative (GA) soigneusement conçu pour suivre la réponse du système, évaluer l'efficacité des efforts de gestion et mettre à jour les recommandations en matière de gestion à mesure que nous en apprenons davantage sur les processus qui sous-tendent la réponse du système. Le Sous-comité de l'annexe 4 de l'équipe de travail sur les objectifs et les cibles est devenu l'équipe de travail sur la GA en 2018 afin de superviser l'élaboration et la mise en œuvre d'un cadre binational officiel de gestion adaptative (CGA) des éléments nutritifs présents dans le lac Érié.

Dans le cadre de l'AQEGL, le Canada et les États-Unis se sont engagés à adopter une approche scientifique pour s'attaquer aux OEL liés aux éléments nutritifs dans le lac Érié et à utiliser la GA comme cadre pour atteindre ces objectifs. Ce CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié a été élaboré par le Sous-comité de l'annexe 4 de l'équipe de travail sur la GA de l'AQEGL afin de fournir des orientations coordonnées sur l'approche de GA et sa mise en œuvre dans le but de suivre les progrès réalisés en vue d'atteindre les OEL du lac Érié.

1.2 Gestion adaptative

La GA est un cadre de gestion fondé sur l'apprentissage qui reconnaît les incertitudes inhérentes à la gestion de systèmes sociaux et environnementaux complexes et cherche à réduire ces incertitudes au fil du temps au moyen de vérifications d'hypothèses actives et d'un apprentissage collaboratif. La GA reconnaît et tient compte des incertitudes et de la complexité dans les mesures de gestion. Elle encourage les décideurs à prendre en compte un éventail de résultats futurs et à concevoir des stratégies de gestion qui peuvent être modifiées avec le temps dans le cadre d'un processus itératif et collaboratif (Hasselman, 2017; Scarlett, 2013; USEPA, 2010; Williams et coll., 2009).

La GA active comprend la formulation d'hypothèses, la modélisation, la surveillance et la recherche dans le but de réduire l'incertitude et d'accroître la confiance dans la capacité à prévoir les résultats des décisions et des mesures de gestion (Hasselman, 2017; Williams et coll., 2009). Elle prévoit également des processus explicites visant à encourager la collaboration active et la prise en compte de plusieurs points de vue bien éclairés d'intervenants dans l'encadrement, l'évaluation et l'adaptation des décisions et des mesures de gestion (Hasselman, 2017; Scarlett, 2013; Williams et coll., 2009). La GA a été utilisée dans d'autres grands écosystèmes pour soutenir les mesures de gestion, notamment dans la baie Chesapeake, le delta des rivières Sacramento et San Joaquin et les Everglades (Chesapeake Bay Program, 2021; Delta Stewardship Council, 2021; USACE, 2021).

Le cycle de la GA peut être défini de différentes manières pour aborder des contextes différents. Aux fins du présent CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié, le cycle de la GA est défini par les étapes suivantes (figure 1).

1. **Fixer des objectifs** : Définir le problème et déterminer des objectifs en matière de résultats écosystémiques qui tiennent compte des valeurs sociétales plus larges (c.-à-d., les OEL, les indicateurs de réponse à l'eutrophisation [IRE], les cibles de réduction du phosphore).
2. **Planifier** : Élaborer des plans de surveillance et d'autres processus intentionnels qui favorisent la GA (p. ex., la modélisation, la synthèse de la recherche, la formulation d'hypothèses, la hiérarchisation des incertitudes, la mobilisation des intervenants et la communication).
3. **Mettre en œuvre** : Mettre en œuvre les activités et processus de GA déterminés à l'étape 2.

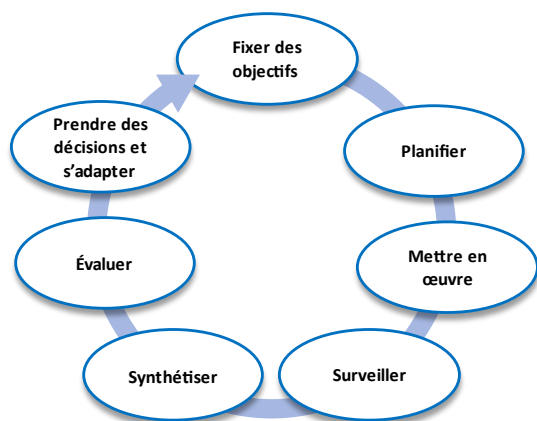


Figure 1. Étapes du cycle de GA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié

4. **Surveiller** : Surveiller les progrès de la mise en œuvre de la GA et recueillir des données pour évaluer les conditions environnementales et les réponses écosystémiques, aider à isoler les effets des mesures de gestion de la variabilité naturelle du système et mieux comprendre les comportements sociaux et les processus naturels pertinents.
5. **Synthétiser** : Synthétiser les données de surveillance et les comparer aux résultats prévus ou modélisés, examiner les modèles conceptuels et les nouvelles activités de recherche afin d'évaluer les sources potentielles de divergence entre les résultats prévus et observés, et affiner les principales incertitudes.
6. **Évaluer** : Réunir les décideurs, les scientifiques et les intervenants pour examiner les données de surveillance et les progrès réalisés à l'égard des objectifs écosystémiques, peaufiner les synthèses (données, modélisation et recherche) et formuler et communiquer des recommandations concernant la modification des priorités de recherche, le peaufinement des modèles et des hypothèses, l'adaptation aux programmes de surveillance et la révision des objectifs écosystémiques.
7. **Prendre des décisions et s'adapter** : Examiner les recommandations et prendre des décisions concernant l'adaptation des plans d'action et des objectifs afin de mieux comprendre et d'atteindre plus efficacement l'état souhaité des écosystèmes.

La participation active des décideurs, des scientifiques et des autres intervenants, ainsi que la communication des mesures et des progrès réalisés à l'égard des objectifs écosystémiques sont prévues tout au long du cycle de GA.

1.3 Objectif et public cible

L'objectif du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié est de fournir une feuille de route de l'approche de GA et de sa mise en œuvre pour évaluer les enjeux liés aux EAN, à l'hypoxie et à *Cladophora* dans le lac Érié, et de déterminer si des progrès ont été réalisés pour atteindre les OEL associés. Cela comprend la manière dont l'équipe de travail sur la GA coordonnera les activités correspondantes de modélisation, de recherche et de surveillance nécessaires pour entreprendre l'évaluation. Le public cible du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié est le Sous-comité de l'annexe 4, l'équipe de travail sur la GA et les groupes de travail de soutien, ainsi que les organismes nationaux responsables de la mise en œuvre des stratégies de réduction des éléments nutritifs et des PAN.

1.4 Portée géographique

L'approche de GA est axée sur la réponse dans le lac à l'égard des trois enjeux clés (EAN, hypoxie et *Cladophora*), là où ils se produisent dans chacun des trois bassins du lac Érié (ouest, central et est) et le lac Sainte-Claire, et prend en compte les apports d'éléments nutritifs provenant des principaux affluents et du corridor Huron-Érié (figure 2).

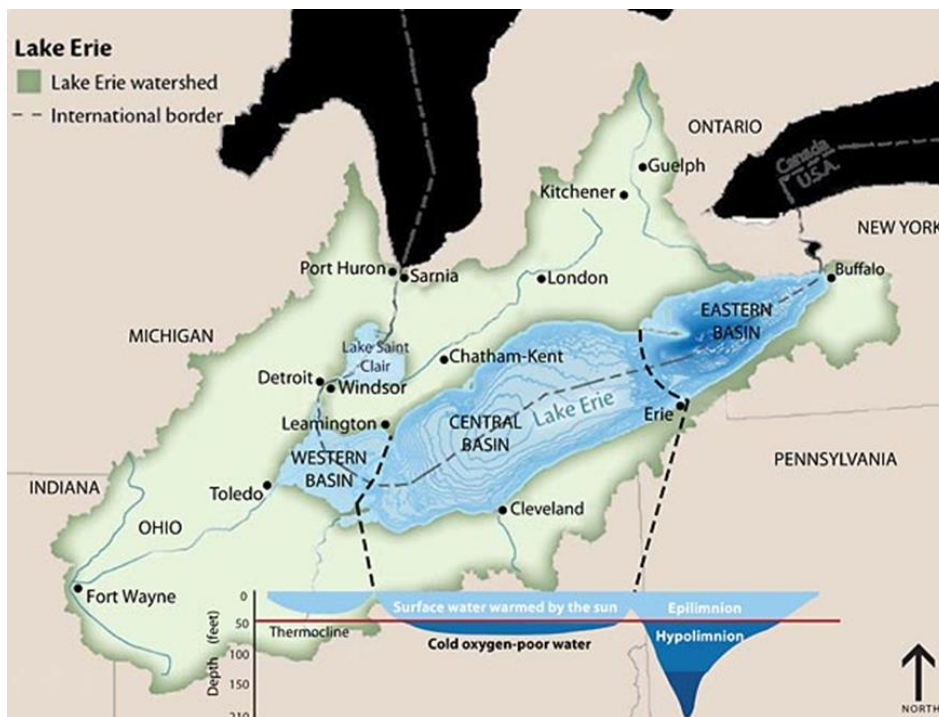


Figure 2. Portée géographique du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié. La zone d'étude illustre le bassin versant, le lieu et la bathymétrie de chaque bassin du lac Érié ainsi que du lac Sainte-Claire (Source : Environnement et Changement climatique Canada).

2 Introduction

Cette section passe en revue les enjeux d'eutrophisation du lac Érié et les activités menées à ce jour pour y remédier, notamment l'élaboration des OEL et la mise en œuvre de mesures binationales et nationales de gestion des éléments nutritifs.

2.1 Enjeux liés à l'eutrophisation du lac Érié

La combinaison de caractéristiques physiques (faible profondeur et chaleur) et de l'utilisation des terres avoisinantes (zones urbaines et agricoles) fait du lac Érié le plus sensible des Grands Lacs à l'eutrophisation. Même si les algues sont un élément essentiel à l'écosystème du lac Érié, l'excès de charges en phosphore qui a entraîné l'eutrophisation du lac Érié fait peser d'importantes menaces sur l'environnement. Ces menaces comprennent les efflorescences nocives de cyanobactéries productrices de toxines (algues bleu-vert), l'hypoxie causée par la décomposition des algues mortes dans les eaux de fond et la prolifération excessive d'algues nuisibles (*Cladophora*). La présente section donne un aperçu général de l'état actuel des connaissances sur ces phénomènes environnementaux.

2.1.1 Efflorescence d'algues nuisibles

Des efflorescences d'algues nuisibles (EAN) dans les lacs Érié et Sainte-Claire se forment régulièrement. Elles sont surtout composées de cyanobactéries (algues bleu-vert), un type de bactérie qui peut produire des efflorescences contenant des toxines (p. ex., la microcystine) pouvant être nocives pour les

humains et la faune. Les EAN dans les lacs Érié et Sainte-Claire ont augmenté considérablement depuis la fin des années 1990, principalement en raison des concentrations élevées de phosphore total (PT) et de phosphore réactif dissous (PRD) apportés par les principaux affluents, ainsi que des changements climatiques, des espèces envahissantes et d'autres facteurs. Les EAN graves qui se forment entre la fin juillet et le début octobre constituent le principal enjeu lié à l'eutrophisation dans le bassin ouest du lac Érié. En outre, des EAN plus petites et localisées se forment dans les régions littorales du bassin ouest et du lac Sainte-Claire. Une grande partie de la charge en phosphore à l'origine de la prolifération des EAN est apportée lors de forts orages printaniers, lorsque les eaux de ruissellement riches en éléments nutritifs s'écoulent des affluents vers le lac.

On sait aujourd'hui que les EAN du bassin ouest sont principalement dues aux charges en phosphore du printemps qui proviennent de la rivière Maumee, un important affluent du lac Érié qui traverse des terres agricoles très productives. Grâce à la gestion adaptative active, des mesures de gestion visant à réduire le PT et le PRD devraient pouvoir diminuer la biomasse des EAN. En outre, la diminution de la biomasse globale des EAN devrait également réduire le risque d'apparition de toxines de EAN dans le lac, notamment au niveau des prises d'eau potable et des plages à vocation récréative.

Le recours à la télédétection, à de multiples modèles et à la surveillance quotidienne permet de prévoir et de suivre la formation et les mouvements des EAN pendant les mois d'été. Toutefois, malgré les améliorations des technologies de surveillance et les progrès de la recherche, des incertitudes subsistent quant aux causes et aux impacts des efflorescences. Par exemple, des questions demeurent quant aux variations de la toxicité des efflorescences, au rôle de l'azote dans la prolifération des algues et la production de toxines, et à l'ampleur de la réaction des algues aux variations des charges.

2.1.2 Hypoxie

L'hypoxie est une zone à faible teneur en oxygène qui se crée dans la couche inférieure froide du lac lorsque la matière organique se décompose, le plus souvent lors de conditions de stratification de l'eau. Une partie de l'hypoxie observée dans le lac Érié est un phénomène naturel. Cependant, depuis le début des années 2000, la zone hypoxique dans le bassin central du lac Érié s'est étendue pour atteindre environ 4 500 km² en moyenne, le plus grand épisode hypoxique ayant couvert 8 800 km² s'étant produit en 2012 (Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2019).

Le bassin central abrite de vastes zones d'eaux de fond hypoxiques en été et au début de l'automne. Les éléments nutritifs provenant des affluents des bassins ouest et central alimentent les efflorescences de diatomées au printemps et celles des cyanobactéries à l'été, efflorescences qui s'étendent parfois jusque dans le bassin central. Pendant l'été, lorsque le lac est stratifié, la décomposition des algues mortes consomme l'oxygène dissous dans les eaux de fond du bassin central. À leur tour, les organismes aquatiques qui y résident subissent du stress, meurent ou se déplacent ailleurs dans le lac.

Ce que nous comprenons des facteurs spatiaux et temporels de l'hypoxie est quelque peu limité. Selon les recherches menées à ce jour, la variabilité interannuelle de l'étendue des eaux hypoxiques est davantage déterminée par des facteurs physiques ne touchant la stratification que par des variations dans les charges en éléments nutritifs d'une année à l'autre (Rucinski et coll., 2016), mais la réduction des charges en éléments nutritifs dans le lac reste nécessaire pour réduire l'étendue de la zone moyenne d'hypoxie au fil du temps. Contrairement aux EAN, pour lesquelles la surveillance et le

signalement en temps réel ont été mis en œuvre à l'aide de satellites, les observations de l'hypoxie dépendent d'instruments in situ et de mesures de profilage individuelles. Les analyses exhaustives visant à cartographier l'occurrence et la durée des conditions hypoxiques à l'aide d'une combinaison d'observations à partir de navires et de données provenant de bouées et de capteurs de fond ne sont pas effectuées régulièrement.

2.1.3 Algues nuisibles

Cladophora, une macroalgue qui peut former des quantités de colonies nuisibles, est une algue verte que l'on trouve naturellement en faibles densités le long du littoral du lac Érié. La production de *Cladophora* est la plus élevée et pourrait être la plus nuisible lorsque l'eau est claire, enrichie en éléments nutritifs et qu'elle contient un substrat dur sur lequel les algues peuvent se fixer. L'excès de *Cladophora* peut obstruer les prises d'eau industrielles, souiller les plages, dégrader l'habitat des poissons, favoriser la prolifération des bactéries et créer un environnement propice au développement du botulisme. Le développement excessif d'algues nuisibles peut également contribuer à une hypoxie localisée lorsqu'elles se décomposent.

Les algues nuisibles sont principalement un enjeu dans le bassin est en raison de l'augmentation de la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau causée par l'alimentation par filtration des moules envahissantes. On suppose que la clarté de l'eau s'améliore et que l'apport d'éléments nutritifs dans le littoral du bassin est augmenté en raison du phosphore apporté à la surface par la remontée de l'eau due au vent, ce qui entraîne une prolifération excessive de *Cladophora*.

Comme pour l'hypoxie, la lutte contre les *Cladophora* dans le bassin est compliquée par des facteurs humains et naturels, tels que les sources locales et lointaines d'apport en éléments nutritifs et les vents estivaux. La prolifération et l'envasement des *Cladophora* excédentaires sont répandus dans les zones littorales du bassin est, mais l'interrelation de la charge fluviale, de l'ombrage dû à la turbidité du panache fluvial, de la remontée des éléments nutritifs et des interactions entre les macroalgues et les moules font l'objet d'activités de recherche actives (Kuczynski et coll., 2020). La surveillance in situ des *Cladophora* nécessite des outils tels que des plongeurs, des caméras sous-marines, des véhicules sous-marins autonomes, des sondes, etc. Des outils de télédétection pour cartographier les *Cladophora* sont à l'étude.

2.2 Gestion des éléments nutritifs présents dans le lac Érié

En vertu de l'annexe 4 de l'AQEGL, le Canada et les États-Unis s'attaquent à l'eutrophisation du lac Érié au moyen de mesures binationales et nationales. Ces mesures sont mises en œuvre dans le cadre de la [Stratégie binationale de réduction du phosphore](#) et de [Plans d'action nationaux](#) afin d'atteindre les objectifs binationaux de réduction du phosphore et l'état écosystémique souhaité décrit par les OEL. Le présent CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié décrit le processus qui permettra de suivre et d'évaluer les progrès réalisés à l'égard des cibles et des OEL.

2.2.1 Objectifs liés à l'écosystème lacustre et indicateurs de réponse à l'eutrophisation

Dans l'annexe 4 de l'AQEGL 2012, le Canada et les États-Unis ont adopté les OEL concernant les éléments nutritifs (*Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs*, 2012) qui suivent :

1. Réduire au minimum l'étendue des zones hypoxiques dans les eaux des Grands Lacs associées à une charge excessive en phosphore, en mettant l'accent principalement sur le lac Érié.
2. Maintenir les niveaux de la biomasse algale en dessous du seuil à partir duquel cette biomasse devient nuisible.
3. Maintenir les espèces d'algues à des titres compatibles avec des écosystèmes aquatiques sains dans les eaux littorales des Grands Lacs.
4. Maintenir la biomasse de cyanobactéries à des niveaux qui ne produisent pas des concentrations de toxines présentant une menace pour la santé humaine ou celle des écosystèmes dans les eaux des Grands Lacs.
5. Maintenir un état oligotrophe, une biomasse algale relative et des espèces d'algues compatibles avec des écosystèmes aquatiques sains dans les eaux libres des lacs Supérieur, Michigan, Huron et Ontario.
6. Maintenir des conditions mésotrophes dans les eaux libres des bassins ouest et central du lac Érié ainsi que des conditions oligotrophes dans le bassin est du lac Érié.

En 2015, l'équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 a mis au point des IRE pour évaluer les effets des réductions des charges en phosphore et suivre les progrès réalisés à l'égard des OEL. Le tableau 1 résume les IRE recommandés.

Tableau 1. Résumé des indicateurs de réponse à l'eutrophisation recommandés pour le lac Érié (Source : Équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2015).

Indicateur de réponse à l'eutrophisation	Variable	Référence quantitative
État trophique global	Concentration de PT printanière propre au bassin (µg/l).	Objectifs provisoires relatifs aux substances, définis dans l'AQEGL, pour la concentration de PT dans les eaux libres (représentée par les moyennes printanières) ¹ : <ul style="list-style-type: none"> • 10 µg/l bassin central • 10 µg/l bassin est • 15 µg/l bassin ouest
Efflorescences de cyanobactéries dans le bassin ouest	Biomasse maximale de cyanobactéries dans le bassin ouest, sur 30 jours (en tonnes métriques [TM])	Réduire les titres d'algues à des valeurs non délétères (moins de 9 600 TM), telles que celles observées en 2012, à 90 % du temps
Hypoxie dans l'hypolimnion du bassin central	Concentration moyenne d'oxygène dissous (OD) dans l'hypolimnion en août et en septembre	Maintenir des concentrations d'OD égales ou supérieures à 2 mg/l dans l'hypolimnion pendant la période d'août à septembre
<i>Cladophora</i> dans les zones littorales du bassin est ²	À déterminer	

¹ Aucun objectif révisé de concentrations de P dans les eaux libres n'a été recommandé pour l'instant.

² Le consensus scientifique n'est pas en faveur de l'élaboration d'autres objectifs en matière de charges en phosphore ou de titres de *Cladophora* pour le bassin est, à l'heure actuelle (Groupe de travail du bassin est du lac Érié, 2020).

2.2.2 Cibles de la réduction des charges en phosphore

En 2015, l'équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 de l'AQEGL a recommandé de réviser les cibles en matière de charges en phosphore dans le lac Érié à l'aide d'une série de modèles pour évaluer les relations entre les charges en phosphore et la réponse à l'eutrophisation (Équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2015). Le Canada et les États-Unis ont adopté les cibles révisées de réduction du phosphore en février 2016 (Binational.net, 2016). Le tableau 2 résume les cibles binationales de réduction des charges en phosphore et les OEL auxquels elles se rapportent (OEL 1, 3 et 4). Les OEL 2 et 6 désignent des cibles de *Cladophora*, qui n'ont pas encore été établies jusqu'ici, et comme l'OEL 5 n'est pas propre au lac Érié, il n'est donc pas pris en compte dans le cadre du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié.

Tableau 2. Cibles binationales de réduction des charges en phosphore dans le lac Érié (Source : Binational.net, 2016; Équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2015; Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2016; et Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2019).

Objectif lié à un écosystème lacustre	Cible de réduction des charges en phosphore
Réduire au minimum l'étendue des zones hypoxiques dans les eaux du bassin central du lac Érié.	Réduction de 40 % par rapport aux concentrations de 2008 du phosphore total (PT) pénétrant dans les bassins ouest et central du lac Érié, en provenance du Canada et des États-Unis, afin d'atteindre une charge annuelle de 6 000 TM dans le bassin central, ce qui équivaut à des réductions de la part du Canada et de celle des États-Unis de 212 TM et de 3 316 TM, respectivement.
Maintenir des espèces d'algues compatibles avec des écosystèmes aquatiques sains dans les eaux littorales des bassins ouest et centraux du lac Érié.	Réduction de 40 % par rapport aux valeurs de 2008 des charges printanières (mars à juillet) de PT et de PRD provenant des bassins versants suivants où les algues constituent un enjeu localisé : au Canada, la rivière Thames et les affluents de Leamington; et aux États-Unis, la rivière Maumee, la rivière Raisin, la rivière Portage, le ruisseau Toussaint, la rivière Sandusky et la rivière Huron.
Maintenir la biomasse de cyanobactéries à des niveaux qui ne produisent pas de concentrations de toxines présentant une menace pour la santé humaine ou celle des écosystèmes dans les eaux du bassin ouest du lac Érié.	Réduction de 40 % par rapport aux valeurs de 2008 des charges printanières (mars à juillet) de PT et de PRD provenant de la rivière Maumee aux États-Unis.

L'équipe de travail sur les objectifs et les cibles a conclu qu'en 2015, les connaissances scientifiques étaient insuffisantes pour quantifier la relation entre les charges en phosphore et les titres de *Cladophora* dans les régions littorales du bassin est (Équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2015). Le Sous-comité de l'annexe 4 a donc recommandé qu'un objectif soit établi pour le bassin est, une fois que des recherches supplémentaires auront été effectuées (Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2016). En 2020, l'équipe de travail sur le bassin est du lac Érié a conclu que, malgré les progrès importants réalisés au cours des dernières années dans les connaissances sur les facteurs environnementaux régissant la prolifération des algues benthiques, le consensus scientifique ne permet pas pour l'instant de fixer des objectifs supplémentaires en matière de charges en phosphore ou de titres de *Cladophora* pour le bassin est. Cette position a ensuite été appuyée par le Sous-comité de l'annexe 4 et acceptée par les Parties.

L'équipe de travail sur les objectifs et les cibles a reconnu plusieurs sources d'incertitudes inhérentes à l'approche employée pour établir les objectifs, notamment le manque de données sur les charges en phosphore biodisponible et le rôle des charges en azote, des dresseinidés et d'autres espèces envahissantes, ainsi que de l'hydrométéorologie interannuelle dans les relations entre les charges en éléments nutritifs et la réponse des écosystèmes (Équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2015).

2.2.3 Stratégie binationale de réduction du phosphore

En 2019, le Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL a publié une [Stratégie binationale de réduction du phosphore](#) décrivant le cadre de la coopération binationale au titre de l'annexe sur les éléments nutritifs de l'AQEGL à l'égard de la réalisation des cibles binationales de réduction du phosphore. La Stratégie binationale de réduction du phosphore comprend également des engagements à consulter les intervenants à l'échelle locale et régionale et décrit comment les progrès seront suivis à l'aide d'une approche de GA (Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2019).

En outre, le document décrit les priorités binationales en matière d'activités de recherche et de surveillance, notamment : le renforcement de la surveillance des algues et des conditions hypoxiques dans le lac et la réalisation d'activités de recherche sur les facteurs contribuant à ces conditions; la réalisation d'activités de recherche sur les facteurs causant la toxicité des efflorescences d'algues nuisibles, y compris le rôle de l'azote; et l'application de modèles écosystémiques pour améliorer la capacité de prévoir les conditions futures des écosystèmes (Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2019).

2.2.4 Plans d'action nationaux

En 2018, le Canada et les États-Unis ont publié des [plans d'action nationaux](#) qui décrivent des stratégies localisées pour atteindre les nouvelles cibles dans certaines administrations et certains bassins versants ([Binational.net](#), 2018). Au Canada, le gouvernement fédéral et la province de l'Ontario ont élaboré un [Plan d'action Canada-Ontario pour le lac Érié \(PALE\)](#) (ECCC et ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario, 2018). Aux États-Unis, les attributions initiales de réduction des charges en phosphore ont été établies pour quatre États : l'Indiana, le Michigan, la Pennsylvanie et l'Ohio. Le gouvernement fédéral américain et les États de l'Ohio, du Michigan, de la Pennsylvanie et de l'Indiana ont élaboré des PAN (USEPA et coll., 2018). L'État de New York participe au PAN américain et s'est engagé à dresser un plan du bassin versant du lac Érié et à mettre en œuvre un programme de surveillance et de modélisation des affluents qui tiennent compte des objectifs plus généraux du PAN (USEPA et coll., 2018). Chaque PAN est axé sur des stratégies et des mesures qui abordent les sources de phosphore et les charges en phosphore, ainsi que les contextes environnementaux et socio-économiques uniques associés au territoire de compétence, ainsi que les différents rôles des gouvernements fédéraux, provinciaux ou étatiques et administrations municipales ou locales. L'annexe (tableau 7) présente une synthèse des stratégies et des mesures comprises dans les PAN.

Les PAN permettent d'évaluer les progrès réalisés et d'adapter les mesures et les initiatives pour atteindre les cibles de réduction du phosphore. Les PAN comprennent également des stratégies visant à

améliorer la surveillance des charges en phosphore dans les affluents et les bassins versants, à investir dans la recherche afin d'accroître les connaissances et de mieux comprendre en quoi les activités de gestion du phosphore sont efficaces (p. ex., les PEG agricoles), à appliquer des modèles pour prévoir les conditions futures et à faire participer les intervenants à l'échelle locale et régionale aux mesures de réduction des charges en phosphore (Binational.net, 2018; Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2019). Les PAN sont révisés et mis à jour, le cas échéant, tous les cinq ans.

3 Cadre binational de gestion adaptative des éléments nutritifs présents dans le lac Érié

La présente section décrit comment le CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié régit les efforts binationaux visant à mesurer les progrès réalisés à l'égard des OEL et des IRE concernant les enjeux liés aux EAN, à l'hypoxie et aux *Cladophora* dans le lac Érié. Elle permet de distinguer la portée du processus de GA binational de celle des processus nationaux et présente les principaux éléments du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié et sa mise en œuvre. Le cadre décrit ici pourra être adapté au fil du temps, à mesure que l'on obtiendra davantage de données sur l'efficacité de cette approche pour orienter les efforts binationaux afin d'atteindre les OEL du lac Érié.

3.1 Aperçu

Le Canada et les États-Unis ont convenu d'utiliser une approche de GA pour la gestion des éléments nutritifs dans le lac Érié. Les Parties reconnaissent que les stratégies et mesures de réduction des éléments nutritifs peuvent devoir être modifiées au fil du temps, en fonction des nouvelles connaissances. Ces nouvelles connaissances justifient également la mise sur pied d'activités de surveillance, de modélisation et de recherche coordonnées afin d'accroître les connaissances et de soutenir la prise de décisions. De nombreux éléments constitutifs d'un processus de GA sont déjà en place. Ce cadre tient compte des éléments constitutifs actuels et constitue une structure permettant de s'assurer qu'ils sont utilisés pour servir de base à la GA.

Le CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié adopte une approche de GA et prend explicitement en compte la formulation d'hypothèses et les activités de recherche, de modélisation et de surveillance pour établir la priorité et réduire systématiquement les incertitudes, mieux éclairer les décideurs et soutenir les mesures de gestion qui sont de plus en plus efficaces. Il s'agit de trouver un équilibre entre une intervention trop rapide face à des indicateurs montrant que les réductions d'éléments nutritifs ne sont pas efficaces et une intervention trop lente lorsque les résultats de la surveillance indiquent qu'il faut adapter les mesures ou lorsqu'un consensus se dégage autour de nouvelles connaissances sur des processus importants.

3.1.1 Portée par rapport aux mesures nationales

L'effort binational de GA est distinct et complémentaire des activités de GA menées dans le cadre des PAN. L'atteinte des OEL du lac Érié s'articule autour : 1) de l'efficacité des stratégies nationales de réduction du phosphore pour atteindre les cibles de réduction du phosphore, et 2) de la réponse du lac

aux réductions ciblées du phosphore. Le premier de ces objectifs est traité dans le cadre des processus des PAN, tandis que le second fait l'objet du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié. Le tableau 3 décrit les objectifs des processus nationaux et binationaux.

Tableau 3. Distinction entre les objectifs des processus de gestion adaptative nationaux et binationaux.

Processus de GA	Question	Objectifs
Plans d'action et processus de GA nationaux	Les mesures appliquées sur le terrain permettront-elles d'atteindre les cibles de réduction du phosphore?	<ul style="list-style-type: none"> • Atteindre les cibles de réduction du phosphore en appliquant des mesures aux bassins versants. • Évaluer les stratégies et les mesures de gestion et les adapter pour atteindre les cibles de réduction du phosphore, si nécessaire. • Prendre en compte les décisions en matière d'adaptation dans les PAN révisés.
CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié	Comment le lac répond-il aux variations des charges en phosphore?	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser des activités de surveillance, de modélisation et de recherche pour suivre les variations des charges en éléments nutritifs et la réponse du lac en matière d'EAN, d'hypoxie et de <i>Cladophora</i>. • Mieux comprendre la relation entre les réductions d'éléments nutritifs et les OEL. • Prendre en compte les données provenant des processus nationaux et binationaux afin d'évaluer la réponse des écosystèmes aux charges des affluents. • Formuler au Sous-comité de l'annexe 4 des recommandations en matière d'activités de recherche, de modélisation et de surveillance fondées sur des données probantes.

Le CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié est complémentaire aux activités de GA menées au niveau national. Les deux processus suivent généralement les sept étapes du cycle de GA décrites à la section 1. Cependant, les processus nationaux et binationaux fonctionnent séparément et se situent tous à des étapes différentes du cycle. Certaines administrations nationales disposent de documents d'orientation sur la GA qui leur sont propres (p. ex., le [plan de gestion adaptative du lac Érié du Michigan](#) [en anglais seulement]; l'équipe de travail sur la GA du Canada et de l'Ontario met en œuvre la GA dans le cadre du Plan d'action pour le lac Érié). La communication entre les différents processus de GA nationaux et binationaux est essentielle pour comprendre comment les mesures sur le terrain touchent les charges en phosphore et la réponse qui en découle dans le lac. Les deux types de processus comprennent l'échange de données à certaines étapes du cycle de GA, par exemple lors des étapes de la synthèse (p. ex., données de surveillance des affluents) et de l'évaluation (p. ex., évaluation des progrès et formulation de recommandations). Les données produites par l'effort binational de GA serviront de base aux stratégies et aux mesures nationales. La figure 3 illustre la manière dont les processus de GA nationaux et binationaux suivent les étapes du cycle de GA en parallèle, ainsi que les relations entre les deux processus.

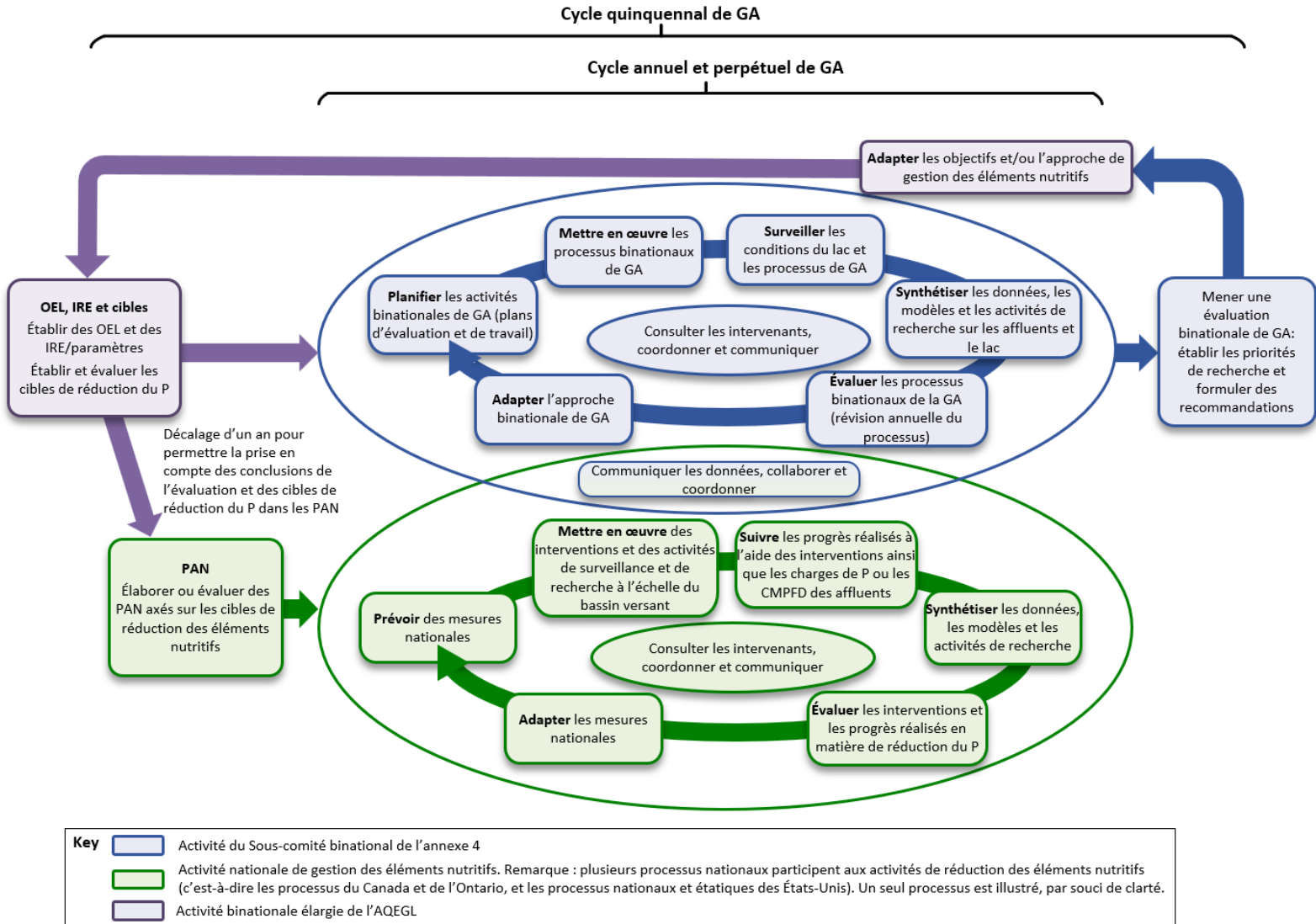


Figure 3. Processus de gestion adaptative binationaux et nationaux dans le cycle binational de gestion adaptative.

3.1.2 Éléments du cadre

Chaque étape du cycle de GA (figure 3) comprend à la fois des éléments techniques et des éléments de processus nécessaires pour faire le lien entre les données et les procédures d'évaluation afin de suivre les progrès et d'éclairer les futures mesures de gestion, les activités de surveillance, la modélisation et les priorités de recherche. Les éléments techniques comprennent les activités de surveillance et de modélisation du lac, la gestion des données et les activités de recherche connexes en vue de mieux comprendre les relations entre l'apport d'éléments nutritifs et la réponse des écosystèmes et de réduire les incertitudes. Les éléments de processus sont les moyens par lesquels les éléments techniques seront mis en œuvre, notamment la mobilisation de groupes de travail pour soutenir l'élaboration de l'évaluation binationale quinquennale de la GA.

3.2 Éléments techniques

L'effort binational de GA est axé sur l'évaluation des progrès réalisés à l'égard des OEL. Par conséquent, les éléments techniques du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié sont axés sur l'évaluation du lac en tant que tel. Les éléments techniques et leur objectif associé sont énumérés dans le tableau 4.

Tableau 4. Éléments techniques du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié et leur objectif.

Éléments techniques	Objectif
1. Surveillance des lacs	<ul style="list-style-type: none">• Surveiller la réponse des EAN, de l'hypoxie et des <i>Cladophora</i> aux variations dans les apports en éléments nutritifs.
2. Gestion des données et accès	<ul style="list-style-type: none">• Coordonner la disponibilité des données entre les organisations.
3. Analyse et synthèse des données	<ul style="list-style-type: none">• Synthétiser les données et évaluer les progrès réalisés à l'égard des OEL et suivre les variations des charges en éléments nutritifs.• Cerner les principales incertitudes et questions de recherche.
4. Modélisation opérationnelle du lac	<ul style="list-style-type: none">• Modéliser les relations entre les éléments nutritifs et la réponse et réduire les incertitudes au fil du temps.• Renforcer et affiner les capacités de prévision.
5. Aide à la décision	<ul style="list-style-type: none">• À l'aide de l'évaluation des données issues de la surveillance et de la modélisation, formuler des recommandations fondées sur des données probantes au Sous-comité de l'annexe 4 afin d'éclairer les PAN et la stratégie binationale de réduction du P.

Ces éléments techniques tiennent compte des programmes de gestion opérationnelle en vigueur, y compris des activités de modélisation, de surveillance et de recherche menées par des organismes gouvernementaux fédéraux, provinciaux et étatiques, des établissements universitaires, des ONG, des entrepreneurs et d'autres intervenants pour permettre le suivi de la réponse du lac à la variation des charges en éléments nutritifs (figure 4). La surveillance de la réponse du lac en matière d'EAN, d'hypoxie et de *Cladophora* permettra de suivre les progrès réalisés à l'égard des OEL, de fournir des données importantes afin de faciliter l'analyse des tendances écosystémiques et d'apporter des données d'entrée pour élaborer des modèles et les valider. L'évaluation des données de surveillance et des résultats de modélisations sera essentielle pour recommander des activités de recherche, de

modélisation et de surveillance au Sous-comité de l'annexe 4 afin d'éclairer la prise de décisions fondée sur des données probantes.

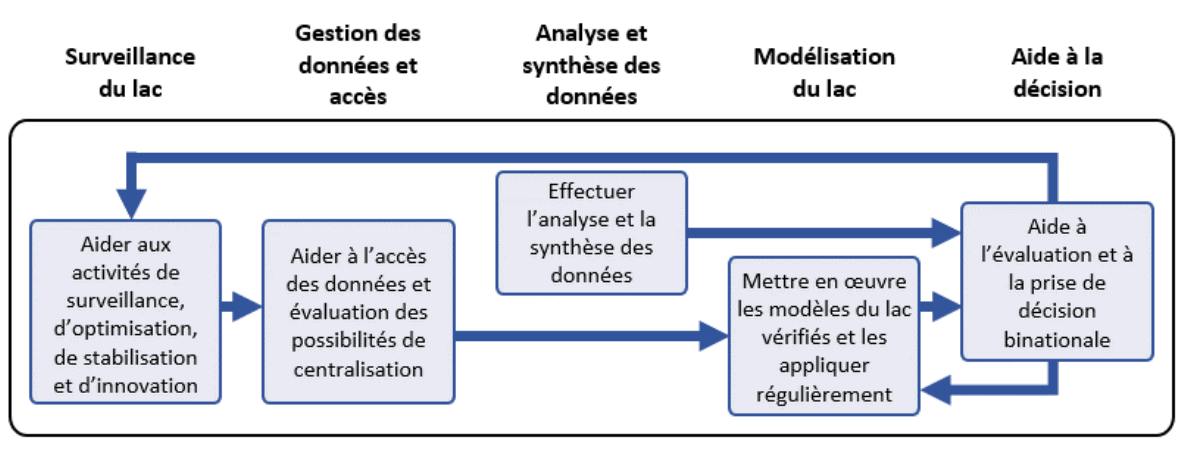


Figure 4. Schéma des éléments techniques (rangée supérieure) du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié.

3.2.1 Surveillance du lac et des affluents

L'équipe de travail sur la GA s'appuiera sur les activités de surveillance en exercice dans le lac, dont beaucoup sont menées ou financées par des organismes fédéraux, étatiques et provinciaux, pour évaluer les EAN, l'hypoxie et les *Cladophora*. Il s'agira de déterminer si les programmes actuels de surveillance du lac sont suffisants pour évaluer les progrès relatifs aux OEL et de formuler des recommandations en matière de surveillance pour chaque enjeu clé (EAN, hypoxie et *Cladophora*). Les activités de surveillance dans le lac comprennent des programmes à long terme sur des sites sentinelles et des projets de recherche à plus court terme. La surveillance des charges des affluents dans le lac servira également à évaluer et à modéliser les relations entre les charges en phosphore et la réponse des écosystèmes. Cela se fera au moyen d'une surveillance directe (une surveillance est actuellement exercée sur environ le tiers des affluents, ce qui représente 80 % du volume ou de la masse des apports de P) et d'une simulation avec modèles.

3.2.2 Gestion des données et accès

Les programmes de surveillance produisent de grandes quantités de données qui nécessitent une gestion efficace sur le plan de la qualité, de la compatibilité, de l'accessibilité et du stockage. Chaque organisme recueille et gère ses données de manière différente et met ses données à la disposition des autres à des moments différents. En outre, les différentes méthodes d'échantillonnage et procédures d'analyse peuvent limiter les comparaisons directes entre les différentes sources de données. L'équipe de travail sur la GA étudiera les possibilités de normaliser et de coordonner l'accès aux données afin de faciliter les activités de gestion adaptative.

3.2.3 Analyse et synthèse des données

L'équipe de travail sur la GA synthétisera et analysera les données de surveillance afin d'évaluer les progrès réalisés à l'égard des OEL et de suivre les changements dans les charges en phosphore. Les analyses viendront compléter celles déjà effectuées par les organismes et les organisations d'appui du Sous-comité de l'annexe 4 qui compilent régulièrement les évaluations de l'état du lac Érié (p. ex., les rapports sur l'état des Grands Lacs, le rapport d'étape triennal des Parties et les calculs annuels des charges du lac Érié selon l'annexe 4).

3.2.4 Modélisation du lac

L'équipe de travail sur la GA aidera à coordonner les approches de modélisation actuelles (p. ex., le modèle du lac entier d'ECCC, les modèles du bassin ouest et du lac entier de LimnoTech) et contribuera à l'amélioration, à l'élaboration et à la validation des modèles en utilisant les nouvelles données recueillies dans le cadre d'initiatives de surveillance. Elle supervisera le recours aux modèles opérationnels du lac pour évaluer les relations entre les charges en phosphore et les réponses dans le lac, ce qui contribuera à réduire les incertitudes au fil du temps. Cette équipe de travail appuiera la hiérarchisation binationale des besoins en matière d'élaboration, d'exploitation, de tenue à jour et d'amélioration des modèles.

3.2.5 Aide à la décision

Les éléments techniques du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié, décrits ci-dessus, contribuent tous à l'aide à la décision en fournissant des informations sur l'état et les tendances du système lacustre, ainsi qu'à la capacité de prévoir les conditions futures en fonction de différentes conditions climatiques, de la réduction des charges et des régimes caractéristiques. L'aide à la décision fournit des observations aux modélisateurs du lac concernant les scénarios à évaluer sur plusieurs cycles d'activité, et pour les programmes de surveillance du lac relatifs aux lieux, aux fréquences et aux paramètres des collectes de données nécessaires pour faciliter la modélisation et la prise de décisions. L'équipe de travail sur la GA suivra l'état du lac Érié et sa réponse aux variations des charges en éléments nutritifs et des conditions afin de déterminer si des progrès à l'égard des OEL ont été réalisés et d'éclairer les futurs PAN.

3.3 Éléments de processus

Les éléments de processus du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié décrivent la manière dont les éléments techniques seront mis en œuvre. Les éléments de processus et leurs objectifs connexes sont énumérés dans le tableau 5.

Tableau 5. Éléments de processus du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié et leurs objectifs.

Éléments de processus	Objectifs
1. Groupes de travail techniques	<p>Cinq groupes de travail techniques sous l'égide de l'équipe de travail sur la GA :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trois groupes de travail spécialisés (EAN, hypoxie, <i>Cladophora</i>) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Formuler des recommandations sur les priorités binationales en matière de surveillance, de modélisation et de recherche. ○ Réaliser un inventaire et une synthèse des recherches axées sur un thème précis. • Groupe de travail sur les données et la modélisation : <ul style="list-style-type: none"> ○ Coordonner l'accès aux données. ○ Effectuer l'analyse et la synthèse des données (lac et affluents). ○ Améliorer les modèles opérationnels actuels du lac. • Groupe de travail sur les charges <ul style="list-style-type: none"> ○ Estimer les charges annuelles et saisonnières en phosphore chaque année. ○ Collaborer avec l'équipe de travail sur la GA pour l'établissement de rapports et l'évaluation.
2. Synthèse de la recherche	<ul style="list-style-type: none"> • Synthétiser la recherche sur l'ensemble du lac pour faciliter l'évaluation de la GA. • Élaborer et affiner les modèles conceptuels pour réduire les incertitudes. • Cerner les lacunes en matière de connaissances et recommander des priorités de recherche.
3. Évaluation binationale de la GA	<ul style="list-style-type: none"> • Concevoir et constituer le procédures d'évaluation. • Planifier les travaux • Synthétiser et évaluer les informations générées par les groupes de travail techniques et le groupe sur les charges. • Examiner périodiquement le processus de GA (évaluation de la GA aux cinq ans). • Formuler des recommandations sur les priorités en matière de recherche, de modélisation et de surveillance.
4. Coordination et communication	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer la coordination avec les processus nationaux et l'annexe 4. • Produire des rapports d'étape. • Communiquer les recommandations.

3.3.1 Groupes de travail techniques

Le CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié comprend cinq groupes de travail techniques. De ce nombre, trois groupes de travail sont consacrés aux principaux enjeux d'eutrophisation (EAN, hypoxie et *Cladophora*), un aux données et à la modélisation et un autre au travail sur les charges. Ces groupes de travail rendront compte directement à l'équipe de travail sur la GA. Les groupes de travail spécialisés amélioreront les plans de surveillance, classeront les incertitudes par ordre de priorité et cerneront les questions et hypothèses de recherche. Ils procéderont également à un inventaire et à une synthèse des activités de recherche axées sur un thème précis afin d'en cerner les lacunes et de recommander des priorités en matière de recherche. Le groupe sur les charges estime chaque année les charges annuelles et saisonnières en phosphore et collabore avec l'équipe de travail sur la GA pour l'établissement des rapports et l'évaluation. Le groupe de travail sur les données et la modélisation rassemblera les données produites par les programmes binationaux de surveillance et de recherche et utilisera ces renseignements pour améliorer les modèles opérationnels actuels du lac.

L'équipe de travail sur la GA supervise ces travaux, qui comprennent : la création de groupes de travail (s'il n'y en a pas encore); l'examen des recommandations formulées en matière de recherche, de modélisation et de surveillance pour faciliter l'évaluation binationale de la GA; le soutien de la coordination et de l'échange des données entre les groupes de travail; et la communication des progrès réalisés à l'égard des OEL. Toutes les recommandations des groupes de travail seront prises en considération par l'équipe de travail sur la GA lors de la préparation du rapport final d'évaluation binationale de la GA.

3.3.2 Synthèse des activités de recherche

L'inventaire et la synthèse des activités de recherche effectuées par les groupes de travail spécialisés permettront à l'équipe de travail sur la GA de synthétiser les recherches menées sur l'ensemble du lac afin de les classer par ordre de priorité et de réduire systématiquement les incertitudes concernant les relations entre les charges en éléments nutritifs et la réponse environnementale. Chaque groupe de travail spécialisé sera chargé de suivre et de synthétiser les activités de recherche en lien avec son domaine d'activité. Avec le soutien des groupes de travail, l'équipe de travail sur la GA contribuera à organiser ces données et à rechercher un consensus sur les processus écosystémiques et les lacunes graves en matière de connaissances. Cela alimentera l'évaluation binationale de la GA, dans le cadre de laquelle l'équipe de travail sur la GA recommandera des priorités de recherche qui serviront de base aux activités futures de modélisation et de surveillance.

3.3.3 Évaluation binationale de la GA

L'évaluation binationale de la GA fait partie intégrante du succès du processus de GA et aura lieu tous les cinq ans. L'équipe de travail sur la GA concevra et constituera les procédures d'évaluation, contribuera à la planification des travaux et synthétisera les données produites par les groupes de travail techniques afin de faire état des IRE et d'évaluer les progrès réalisés à l'égard des OEL. L'équipe de travail sur la GA apportera sa contribution à tous les éléments techniques afin de faire en sorte que les activités de surveillance, de modélisation, de synthèse de la recherche et d'aide à la décision soient conformes aux priorités en matière d'évaluation (p. ex., vérification d'hypothèses, analyse des incertitudes, évaluation des IRE). L'évaluation quinquennale des progrès réalisés aura lieu un an avant l'expiration des PAN afin de permettre aux administrations nationales de tenir compte des conclusions et des recommandations de l'évaluation dans la mise à jour des PAN. L'évaluation binationale de la GA a pour but de faire ce qui suit :

1. Évaluer la réponse en matière d'EAN, d'hypoxie et de *Cladophora* dans le lac aux variations des charges en éléments nutritifs et mesurer les progrès réalisés à l'égard des OEL dans le lac Érié.
2. Suivre l'évolution des charges en phosphore (P) dans le lac Érié.
3. Fournir au Sous-comité de l'annexe 4 des recommandations fondées sur des données probantes concernant les activités de recherche, de modélisation et de surveillance qui amélioreraient notre capacité à évaluer les progrès réalisés au fil du temps.

3.3.4 Coordination et communication

L'élément de coordination et de communication du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié est axé sur l'échange de données et la coordination avec les processus nationaux (GA et PAN)

et le processus plus large de collaboration binationale de l'AQEGL. En collaboration avec les coprésidents du Sous-comité de l'annexe 4, les membres de l'équipe de travail sur la GA pourraient contribuer aux rapports d'étape et à d'autres produits de communication (p. ex., le Plan d'action et d'aménagement panlacustre du lac Érié et les rapports annuels) et participer aux activités de l'AQEGL (p. ex., le Forum public sur les Grands Lacs) et d'autres sous-comités (p. ex., l'annexe sur les données scientifiques).

En outre, la communication et la coordination comprendront la rédaction de documents et la participation à des activités conçues expressément pour soutenir le processus binational de GA du lac Érié. Il s'agira notamment de processus de participation faisant appel à l'échange de données afin de communiquer les progrès réalisés et de recevoir des contributions dans le cadre d'un éventail d'activités de GA, y compris les plans et les processus, l'évaluation et l'élaboration de priorités en matière d'activités de recherche, de modélisation et de surveillance, ainsi que de recommandations en matière de GA. Les rapports quinquennaux comprendront les résultats de l'évaluation binationale de la GA.

4 Mise en œuvre

En raison du partenariat binational unique et de la diversité des intervenants qui soutiennent le processus de GA du lac Érié, la structure organisationnelle pourrait évoluer au fil du temps pour tenir compte des leçons apprises et d'éventuels changements d'orientation technique, ainsi que de l'évolution des rôles et des engagements des organismes.

4.1 Cadre organisationnel

4.1.1 Rôles et responsabilités

L'équipe de travail sur la GA du Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL sera responsable de la mise en œuvre du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié. L'équipe de travail sur la GA supervisera les activités des groupes de travail techniques. L'équipe de travail sur la GA mettra en œuvre l'évaluation binationale de la GA et les éléments de processus relatifs à la coordination et aux communications. Les éléments techniques seront mis en œuvre par des groupes de travail relevant de l'équipe de travail sur la GA. L'équipe de travail sur la GA peut décider de dissoudre des groupes de travail ou d'en créer de nouveaux (en plus des cinq énumérés à la section 3.3) pour réaliser ces activités.

L'équipe de travail sur la GA sera également chargée de communiquer ses conclusions et ses recommandations au Sous-comité de l'annexe 4. Les recommandations concernant les mesures de gestion et les priorités en matière d'activités de recherche, de surveillance et de modélisation seront soumises à l'examen du Sous-comité de l'annexe 4 et devraient contribuer à éclairer les travaux à venir.

Le Sous-comité de l'annexe 4 sera chargé de diriger et de superviser les travaux de l'équipe de travail sur la GA. Les groupes de travail techniques seront responsables de compiler et de gérer les données de surveillance, ainsi que de suivre et de synthétiser les activités de recherche relatives à leur propre domaine d'activité. Le groupe de travail sur les données et la modélisation s'occupera de l'analyse et de la synthèse des données, ainsi que de la modélisation opérationnelle. Chaque groupe de travail sera composé d'experts issus d'organismes binationaux fédéraux, étatiques et provinciaux et d'autres

organisations participantes et contribuera à l'élaboration des plans de travail et des rapports d'étape de l'équipe de travail sur la GA. L'équipe de travail sur la GA collaborera avec les codirigeants des groupes de travail pour mettre en œuvre les activités de communication et de mise en œuvre. La figure 5 illustre les rôles, les responsabilités et les résultats des groupes de travail techniques et de l'équipe de travail sur la GA.

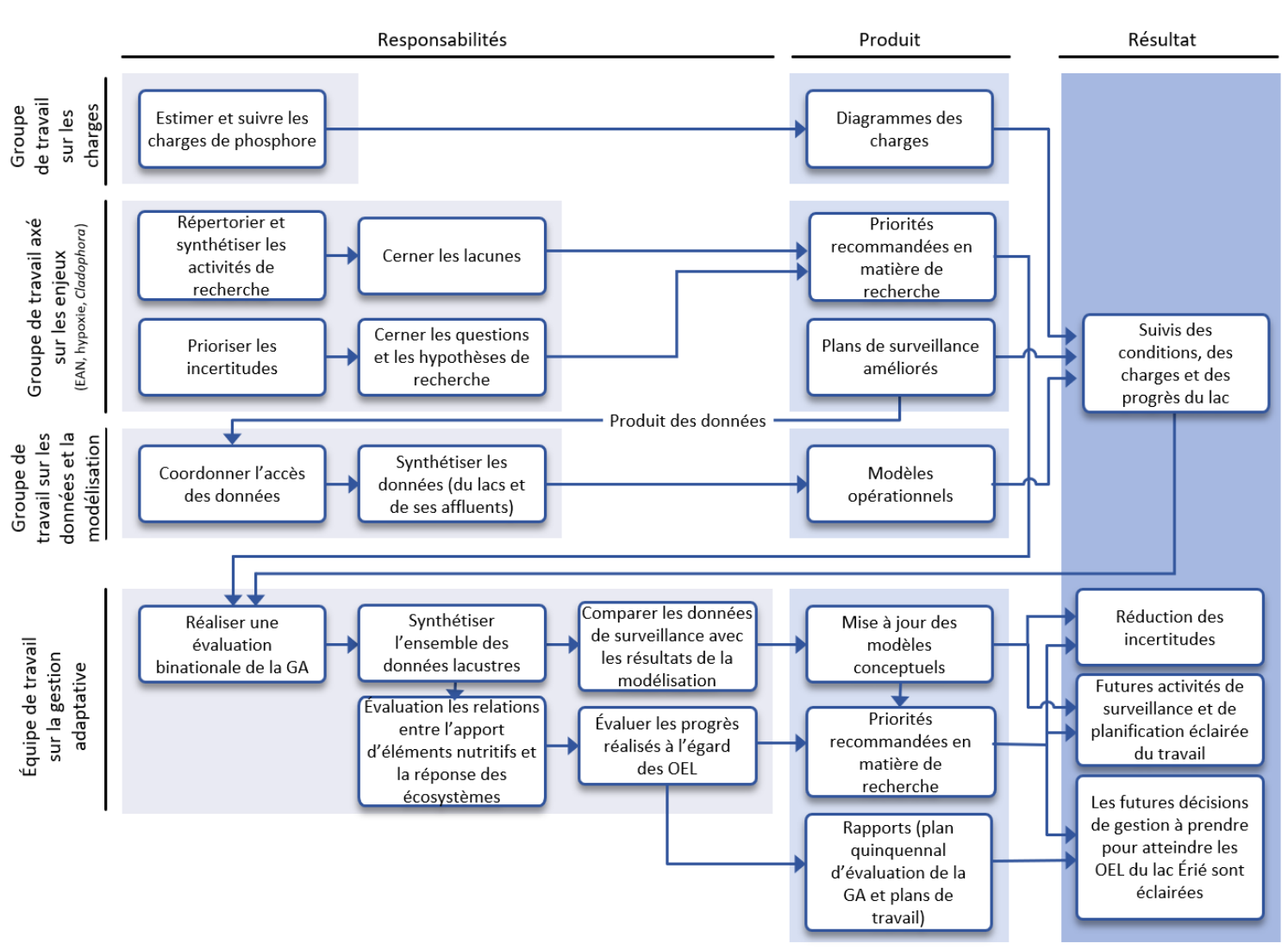


Figure 5. Schéma de la mise en œuvre du Cadre binational de gestion adaptative des éléments nutritifs présents dans le lac Érié, y compris les principaux rôles et responsabilités, ainsi que les produits et les résultats.

4.1.2 Plans de travail et rapports d'étape

L'équipe de travail sur la GA, avec le soutien des groupes de travail techniques, élaborera un plan de travail stratégique quinquennal. Ils rendront également compte des progrès réalisés sur un cycle de cinq ans (tableau 6). Les plans de travail porteront sur la gestion de la synthèse des activités de recherche, les procédures d'évaluation axées sur la GA, les activités de communication et de participation, ainsi que la mise au point et la tenue à jour des infrastructures nécessaires pour réaliser le processus de GA. Tous les cinq ans, l'équipe de travail sur la GA présentera au Sous-comité de l'annexe 4 un rapport sur les progrès réalisés à l'égard des OEL et des recommandations visant à améliorer l'efficacité du processus de GA.

4.1.3 Exigences en matière de ressources

La mise en œuvre du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié sera appuyée, au besoin, par des représentants d'organismes gouvernementaux qui participent au Sous-comité de l'annexe 4 et d'organisations partenaires. Les organismes participants détermineront si le personnel et les ressources actuels sont suffisants ou si des ressources additionnelles, y compris du soutien contractuel, seront nécessaires pour soutenir le CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié.

4.2 Échéancier et intégration

L'équipe de travail sur la GA du Sous-comité de l'annexe 4 élaborera des plans de travail quinquennaux et effectuera l'évaluation binationale quinquennale de la GA. Le tableau 6 résume les activités à mener par l'équipe de travail sur la GA pour mettre en œuvre le CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié.

Tableau 6. Résumé des activités et des échéanciers du CGA binational des éléments nutritifs présents dans le lac Érié.

Activité et fréquence	Sujets abordés
Planification	
Tous les 5 ans <ul style="list-style-type: none">Plan quinquennal de l'équipe de travail sur la GA du lac Érié	<ul style="list-style-type: none">Plan de surveillance du lac et de gestion des donnéesAnalyse et synthèse des donnéesModélisation et scénarios ou prévisions opérationnelsSynthèse des activités de recherche et modèles conceptuelsCommunication et participationCoordination binationaleÉvaluation binationale de la GA du lac ÉriéInfrastructures et ressources pour la mise en œuvre
Évaluation et rapports	
Annuels ou plus fréquents <ul style="list-style-type: none">Réunions ou ateliers thématiquesPrésentation des activités et des conclusions, et discussion, par exemple, dans le rapport annuel du PAAP du lac Érié et lors de webinaires publics.	<ul style="list-style-type: none">État des activités de GACharges en phosphore, concentrations moyennes pondérées en fonction du débit, état et tendances des fluxProlifération d'algues et hypoxie : état, prévisions et tendancesExamen des progrès réalisés à l'égard des IRE et des OELSujets d'ordre technique

Activité et fréquence	Sujets abordés
Évaluation binationale de la GA du lac Érié	
Tous les 5 ans <ul style="list-style-type: none"> Évaluation binationale de la GA du lac Érié 	<ul style="list-style-type: none"> Variations des charges en phosphore du lac Érié Réponse en matière d'EAN, d'hypoxie et de <i>Cladophora</i> dans le lac en fonction des variations des charges en éléments nutritifs Progrès réalisés à l'égard des OEL pour le lac Érié Priorités recommandées en matière d'activités de recherche, de modélisation et de surveillance

En outre, par l'intermédiaire du Sous-comité de l'annexe 4, l'équipe de travail sur la GA participera à des activités binationales plus larges en matière de rapports publics et de participation. Il s'agira, par exemple, de fournir des données au Plan d'action et d'aménagement panlacustre du lac Érié, aux Priorités binationales scientifiques et opérationnelles des Grands Lacs, à la Stratégie binationale sur les éléments nutritifs, au Rapport d'étape des Parties et au rapport État des Grands Lacs. Les activités de participation peuvent inclure, par exemple, la participation à des conférences de recherche et à d'autres forums.

L'évaluation binationale quinquennale sera prévue suffisamment tôt pour permettre aux administrations nationales de tenir compte des conclusions et des recommandations de l'évaluation dans les mises à jour des PAN (environ un an à l'avance). L'évaluation binationale quinquennale axée sur la GA servira de base à l'élaboration de priorités scientifiques et opérationnelles binationales, ainsi qu'à des initiatives binationales connexes, telles que le Plan d'action et d'aménagement panlacustre du lac Érié. La figure 6 présente l'échéancier proposé pour l'évaluation quinquennale axée sur la GA et les relations entre les examens quinquennaux et annuels, les mises à jour des PAN et ces activités binationales de planification en matière de science et de gestion.

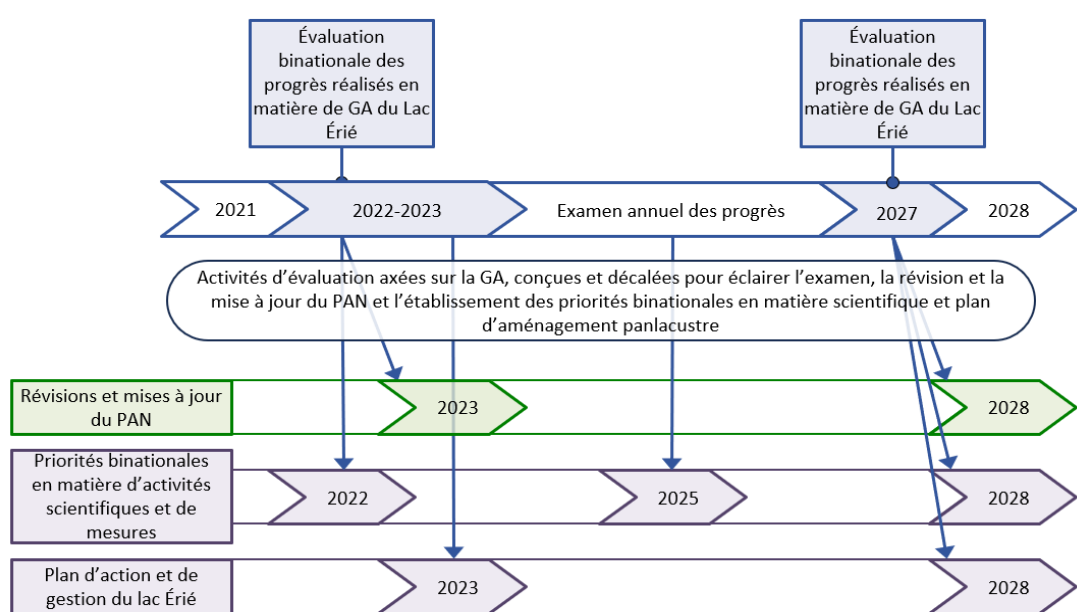


Figure 6. Échéancier intégré montrant les relations entre les activités d'évaluation binationales axées sur la GA du lac Érié, les révisions et mises à jour des PAN, les priorités scientifiques binationales et le PAAP du lac Érié.

Bibliographie

- Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, Protocole amendant l'Accord de 1978 entre le Canada et les États-Unis d'Amérique relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, tel qu'il a été modifié le 16 octobre 1983 et le 18 novembre 1987. 7 septembre 2012. <https://binational.net/fr/accord/>
- Binational.net. 2016. Le Canada et les États-Unis adoptent des cibles de réduction de la concentration de phosphore pour lutter contre les proliférations d'algues dans le lac Érié. 22 février. <https://binational.net/fr/2016/02/22/le-canada-et-les-etats-unis-adoptent-des-cibles-de-reduction-de-la-concentration-de-phosphore-pour-lutter-contre-les-proliférations-dalgues-dans-le-lac-erie/>
- Binational.net. 2018. Plans d'action nationaux pour réduire la quantité de phosphore dans le lac Érié. 7 mars. <https://binational.net/fr/2018/03/07/plans-daction-nationaux-pour-reduire-la-quantite-de-phosphore-dans-le-lac-erie/>
- Chesapeake Bay Program. 2021. Adaptive Management. 26 août. https://www.chesapeakebay.net/what/adaptive_management
- Delta Stewardship Council. 2021. Adaptive Management. Delta Science Program. 26 août. <https://deltacouncil.ca.gov/delta-science-program/adaptive-management>
- Environnement et Changement climatique Canada et ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario. 2018. Plan d'action Canada-Ontario pour le lac Érié. N° de cat. : En164-54/2018F-PDF. Février.
- Environnement et Changement climatique Canada et United States Environmental Protection Agency. 2021. Plan d'action et d'aménagement panlacustre du lac Érié, Rapport annuel 2019. Mars. <https://binational.net/fr/2021/03/22/plan-daction-et-damenagement-panlacustre-du-lac-erie-rapport-annuel-2019/>
- Environnement et Changement climatique Canada et United States Environmental Protection Agency. 2019. Ébauche du Plan d'action et d'aménagement panlacustre du lac Érié pour 2019-2023. N° de cat. : EnXXX-XX/2019F-PDF. Juin. <https://binational.net/fr/2019/06/27/ebauche-du-plan-daction-et-damenagement-panlacustre-du-lac-erie-pour-2019-2023-disponible-pour-examen-public/>
- Équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. 2015. Apports visés de phosphore recommandés pour le lac Érié, Rapport final de l'équipe de travail sur les objectifs et les cibles de l'annexe 4 à l'intention du sous-comité de l'annexe des éléments nutritifs. 11 mai. <https://binational.net/fr/2016/02/22/le-canada-et-les-etats-unis-adoptent-des-cibles-de-reduction-de-la-concentration-de-phosphore-pour-lutter-contre-les-proliférations-dalgues-dans-le-lac-erie/>
- Hasselman, L. 2017. Adaptive management intentions with a reality of evaluation: Getting science back into policy. *Environmental Science & Policy*, 78 : 9-17.
- Ives, J., Ciborowski, J. J. H., Winslow, C. J., Kreis Jr., R. G., Reutter, J. M. et Marvin, C. H. (dir.) 2018. Cooperative Science & Monitoring Initiative. Summary and Recommendations for Research and Monitoring for the 2019 Lake Erie Intensive Year. Compte rendu d'un atelier tenu au Maumee State Park Lodge and Convention Center, Oregon (Ohio), 11-12 octobre 2017. Préparé par le Lake Erie Millennium Network à l'intention du Conseil consultatif scientifique de la Commission mixte internationale. 65 p.
- Kuczynski, A., Bakshi, A., Auer, M. T. et Chapra, S. C. 2020. The canopy effect in filamentous algae: Improved modeling of *Cladophora* growth via a mechanistic representation of self-shading. *Ecological Modelling*, 418 : 108906.
- Lake Erie Eastern Basin Task Team. 2020. Recommendations Report: Assessment of Current Science for Development of Binational Targets. Présenté au Sous-comité de l'annexe des éléments nutritifs de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs, 28 octobre.
- Maccoux, M. J., Dove, A., Backus, S. M. et Dolan, D. M. 2016. Total and soluble reactive phosphorus loadings to Lake Erie: A detailed accounting by year, basin, country, and tributary. *Journal of Great Lakes Research*, 42(6) : 1151-1165.
- Mohamed, M. N., Wellen, C., Parsons, C. T., Taylor, W. D., Arhonditsis, G., Chomicki, K. M., Boyd, D., Weidman, P., Mundle, S. O., Cappellen, P. V. et Sharpley, A. N. 2019. Understanding and managing the re-eutrophication of Lake Erie: Knowledge gaps and research priorities. *Freshwater Science*, 38(4) : 675-691.

- Rucinski, D. K., DePinto, J. V., Beletsky, D. et Scavia, D. 2016. Modeling hypoxia in the central basin of Lake Erie under potential phosphorus load reduction scenarios. *Journal of Great Lakes Research*, 42(6), 1206-1211.
- Scarlett, L. 2013. Collaborative adaptive management: challenges and opportunities. *Ecology & Society*, 18(3) : 26. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05762-180326>
- Scavia, D. et DePinto, J. V. 2015. Annex 4 Ensemble Modeling Report, Report prepared for EPA on the synthesis and application of multiple models to Lake Erie. University of Michigan Water Center et LimnoTech, Ann Arbor (Michigan).
- Sous-comité de l'annexe 4 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. 2019. Stratégie binationale de réduction du phosphore dans le lac Érié. Juin. https://binational.net/wp-content/uploads/2019/06/19-148_Lake_Erie_Strategy_F_accessible.pdf
- Sous-comité de l'annexe 4 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. 2016. Consultations sur les cibles binationales recommandées de réduction du phosphore dans le lac Érié. 19 février. <https://binational.net/fr/2016/02/22/le-canada-et-les-etats-unis-adoptent-des-cibles-de-reduction-de-la-concentration-de-phosphore-pour-lutter-contre-les-proliferations-dalgues-dans-le-lac-erie/>
- United States Army Corps of Engineers. 2021. Comprehensive Everglades Restoration Plan Adaptive Management Program. District de Jacksonville. 26 août. https://www.saj.usace.army.mil/RECOVER/Adaptive_Mgmt/
- United States Environmental Protection Agency et coll. 2018. U.S. Action Plan for Lake Erie, Commitments and Strategy for Phosphorus Reduction, 2018-2023. Great Lakes National Program Office. Chicago (Illinois). <https://www.epa.gov/glwqa/us-action-plan-lake-erie>
- Williams, B. K., Szaro, R. C. et Shapiro, C. D. 2009. Adaptive management: The US Department of the Interior technical guide. United States Department of the Interior, Washington D.C., 72 p. <https://www.doi.gov/sites/doi.gov/files/migrated/ppa/upload/TechGuide.pdf>

5 Annexe

Tableau 7. Stratégies de réduction des charges en phosphore et mesures connexes comprises dans les PAN (source : Sous-comité de l'annexe 4 de l'AQEGL, 2019).

Stratégie	Mesures connexes
Réduire les charges en phosphore provenant de sources agricoles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Continuer à encourager les agriculteurs à adopter des pratiques exemplaires de gestion (PEG) à l'exploitation, en mettant l'accent sur une « approche générale » (combinaisons de pratiques de gestion) afin de répondre de manière globale aux préoccupations à l'échelle des exploitations agricoles. ▪ Adopter la certification du programme Gérance des nutriments 4B ou des programmes semblables. ▪ Éviter les applications d'éléments nutritifs sur des sols gelés ou couverts de neige. ▪ Mettre en œuvre et faire respecter les exigences en matière d'épandage d'engrais et de fumier là où elles s'appliquent. ▪ Prévenir le ruissellement agricole en améliorant la santé des sols et en gérant les réseaux d'évacuation de manière à retenir ou à retarder le ruissellement par l'utilisation de zones tampons saturées, de marais artificiels ou d'autres techniques de gestion des eaux de drainage. ▪ Réduire l'impact des effluents de serres sur le lac Érié.
Réduire les charges en phosphore de sources municipales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimiser les infrastructures d'eaux usées. ▪ Encourager les investissements dans les infrastructures vertes et l'aménagement à faible impact. ▪ Recenser et réparer les systèmes de traitement des eaux d'égout domestiques défectueux. ▪ Étudier l'échange de crédits de qualité de l'eau en tant qu'outil potentiel de gestion du phosphore.
Soutenir les efforts de planification et de remise en état à l'échelle du bassin versant	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Élaborer ou affiner des plans de bassins versants locaux afin d'atteindre les cibles de réduction du phosphore dans le lac. ▪ Cibler les efforts de remise en état des bassins versants sur les zones les plus sujettes aux pertes de phosphore, y compris la réduction du phosphore hérité du passé dans les sols et les sédiments. ▪ Remettre en état l'hydrologie naturelle et les zones tampons écologiques afin d'intercepter le ruissellement des éléments nutritifs.
Coordonner les activités scientifiques, de recherche et de surveillance	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Renforcer la surveillance des algues et des conditions hypoxiques dans le lac et mener des activités de recherche sur les facteurs contribuant à ces conditions. ▪ Améliorer la surveillance des charges en phosphore dans les affluents et le bassin versant. ▪ Investir dans des initiatives de recherche et de démonstration afin d'approfondir les connaissances et mieux comprendre l'efficacité des PEG, en particulier des PEG visant à contrôler le PRD. ▪ Mener des activités de recherche sur les facteurs de toxicité dans les efflorescences d'algues nuisibles, y compris le rôle de l'azote. ▪ Appliquer des modèles écosystémiques pour améliorer notre capacité à prévoir l'état futur des écosystèmes.
Améliorer de la communication et la sensibilisation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consulter les intervenants à l'échelle locale et régionale afin de mieux connaître l'état de la qualité de l'eau et les problèmes de gestion, la

Stratégie	Mesures connexes
	santé du littoral et des plages, ainsi que les pratiques exemplaires de gestion et les politiques.