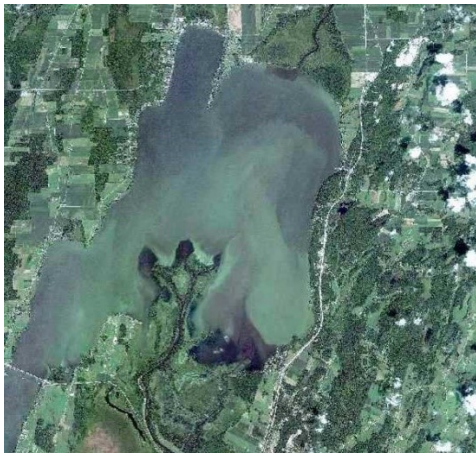


Étude sur les apports en nutriments et leurs impacts sur la baie Missisquoi du lac Champlain et le lac Memphrémagog



La baie Missisquoi. Collection de la CMI



Le lac Memphrémagog. Collection de la CMI



Cyanobactéries dans la baie Missisquoi. Pierre Leduc

Préparé par la Commission mixte internationale
21 avril 2020

Table des matières

I. Document de synthèse	3
A. Contexte	3
Cyanobactéries	3
Actions et conséquences du statu quo.....	3
Lettre de renvoi des gouvernements	4
Approche de la CMI pour donner suite à la lettre de renvoi	5
Ateliers visant à faire un survol de la science et des politiques sur l'apport en nutriments	6
Réunion publique et consultation en ligne	7
B. Analyse par la CMI des rapports des GCE.....	7
C. Recommandations communes aux bassins et recommandations de la CMI	10
Recommandations des GCE.....	11
Recommandations de la CMI.....	12
D. Conclusion.....	13
II. Lac Champlain	
III. Lac Memphrémagog	
IV. Analyse globale	

Auteurs du document de synthèse : Michael Laitta, Mark Gabriel, Adam Greeley, Robert Phillips, Michele D'amours, Pierre-Yves Caux.

Réviseurs du document de synthèse : Victor Serveiss, Catherine Lee-Johnson

Acronymes

CMI : Commission mixte internationale

GCE : Groupe consultatif de l'étude

PGB : Pratiques de gestion bénéfiques

PAN : Proliférations d'algues nuisibles

LCBP : Lake Champlain Basin Program

PE : Protocole d'entente

PAR : Pratiques agricoles requises

REA : Règlement sur l'exploitation agricole

SCN : Système de comptabilisation des nutriments

SPARROW : *SP*atially *R*eferenced *R*egression on *W*atershed *A*tttributes (régressions spatialement référencées des attributs des bassins hydrographiques)

TMDL : *Total Maximum Daily Load* (charge quotidienne maximale totale)

ZSC : Zones sources critiques

Remerciements :

La CMI tient à remercier plusieurs groupes qui ont contribué à rendre cette étude binationale possible, notamment le Groupe consultatif de l'étude sur lac Champlain et le Groupe consultatif de l'étude sur lac Memphrémagog, les organismes fédéraux, provinciaux et américains, les organismes municipaux, les établissements universitaires et les organismes de chacun des bassins. Nous avons grandement bénéficié de la participation du public aux réunions, aux ateliers et aux consultations publiques. Les auteurs remercient également les gouvernements du Canada et des États-Unis d'avoir prolongé la période d'étude après la cessation d'activité du gouvernement américain à l'hiver 2018-2019, ce qui a permis d'avoir suffisamment de temps pour terminer le rapport.

I. Document de synthèse

A. Contexte

Les préoccupations du public à l'égard des proliférations d'algues nuisibles (PAN) ou d'algues bleues n'ont cessé de s'intensifier au cours de la dernière décennie dans toute la région du lac Champlain et du lac Memphrémagog. Les PAN au cours de l'été, y compris les proliférations de cyanobactéries et de toxines de microcystines qui y sont associées, ont entraîné des pertes socio-économiques (voir les parties II et III) et suscité des inquiétudes en matière de santé publique, de loisirs et de salubrité de l'eau potable. On s'attend à ce que ces effets et ces pertes se perpétuent à l'avenir, en raison de l'impact continu de l'activité humaine sur l'environnement, et qu'ils soient exacerbés par les changements climatiques et les conditions météorologiques extrêmes.

Cyanobactéries

Les proliférations d'algues peuvent se produire dans les masses d'eau présentant un excès d'apports en nutriments lors du processus naturel d'accumulation de nutriments (eutrophisation). Ces proliférations d'algues peuvent être exacerbées par les apports de nutriments provenant de l'activité humaine (sources anthropiques). Si la plupart des proliférations d'algues sont bénignes, certaines peuvent être toxiques pour l'homme et la faune. Par exemple, la cyanobactérie *Microcystis* peut produire à la fois des neurotoxines et des hépatotoxines. L'exposition à ces toxines se fait par ingestion en buvant de l'eau contaminée ou en consommant du poisson ou d'autres organismes de la faune ou de la flore (biotes) qui ont accumulé la toxine.

Dans le lac Champlain et en particulier dans la baie Missisquoi (voir la partie II pour la description), 400 ans de colonisation ont porté atteinte à la vie aquatique et aux principales utilisations de l'eau, y compris les eaux pour la pratique de loisirs et l'eau potable. Des mesures drastiques et soutenues à long terme sont maintenant nécessaires pour remédier à la situation. En raison de la faible profondeur de la Baie et du débit plutôt faible de ses eaux, des améliorations perceptibles ne seront pas observées avant des décennies. En revanche, le lac Memphrémagog est relativement intact (voir la partie III pour la description). Bien qu'une certaine eutrophisation et une certaine production de cyanobactéries se font naturellement dans le lac (p. ex. à Fitch Bay), l'apport anthropique à son extrémité sud a provoqué des dégradations périodiques de la qualité de l'eau, ayant mené à des fermetures de plages. En raison des différences qui existent entre la baie Missisquoi et le lac Memphrémagog voisin, les gouvernements devraient envisager des approches adaptées à chaque bassin pour résoudre leurs problèmes de qualité de l'eau. Le premier bassin exige une restauration intense, alors que le second nécessite une protection.

Actions et conséquences du statu quo

L'inquiétude du public concernant la qualité de l'eau des lacs Champlain et Memphrémagog s'accroît au Canada et aux États-Unis. L'accent est mis sur les impacts des niveaux élevés de phosphore qui provoquent la prolifération d'algues et qui ont des effets néfastes sur les loisirs, la santé humaine et les écosystèmes des deux côtés de la frontière. Les PAN dans la baie Missisquoi (la Baie) constituent une préoccupation depuis les années 1950. Le *2015 State of the Lake Report* du Lake Champlain Basin Program (LCBP) révèle que l'excès de phosphore est une

préoccupation dans la plupart des secteurs du lac. Les excès les plus importants ont été recensés dans la Baie. Le rapport indique aussi que les proliférations d'algues continueront à s'accroître jusqu'à ce que l'on réduise les concentrations en nutriments. Les gouvernements, les organisations lacustres et les universités se sont attaqués au problème pendant des décennies, et tous ont recommandé une réduction importante des apports en phosphore dans la Baie. Les études de la Baie, menées par la Commission mixte internationale (CMI) pour répondre aux lettres de renvoi de 2004 et de 2008 des gouvernements du Canada et des États-Unis, ont établi que les PAN découlent des conditions propres à la Baie et de sa charge excessive constante en nutriments. Pour tenter d'augmenter le débit d'eau de la Baie, on a construit le pont Swanton et on a supprimé une partie de la chaussée. Bien que des mesures gouvernementales soient prises dans l'ensemble du bassin, la tendance est aux efforts concertés pour les sites qui regroupent tous les aspects du problème (p. ex. hydrologique, socio-économique, réglementaire; voir l'examen global à la partie IV). Si le statu quo devait prévaloir, on assisterait à une accumulation de nutriments dans la Baie qui irait en accélérant.

Bien que des préoccupations similaires concernant la qualité de l'eau soient évidentes dans le bassin du lac Memphrémagog, l'étendue du problème à cet endroit est modérée par rapport à celle de la baie Missisquoi. Le problème ne passe cependant pas inaperçu, et les organismes de chacun des bassins ont établi des plans de surveillance et d'action à la hauteur de leurs moyens. Les gouvernements s'impliquent dans le dossier du lac Memphrémagog et y investissent de manière proportionnelle à l'échelle de tous les bassins sous leur responsabilité. Alors que seulement 2 % des terres servent à l'agriculture dans ce bassin et que le reste est boisé, même une PAN occasionnelle devrait envoyer un signal fort aux gouvernements sur l'importance d'accorder une attention particulière au bassin versant plutôt que de compter sur des politiques et des investissements visant l'ensemble du territoire.



*Cyanobactéries de la ville de Magog.
Collection de la CMI*

Lettre de renvoi des gouvernements

Dans leur lettre de renvoi du 19 octobre 2017, les gouvernements ont demandé à la CMI de solliciter des recommandations sur la façon de traiter les apports en nutriments dans le lac Champlain et la baie Missisquoi ainsi que dans le lac Memphrémagog. En ce qui concerne le lac Champlain et la baie Missisquoi, la CMI a été invitée à recueillir et examiner les informations provenant d'organismes fédéraux, provinciaux, étatiques et municipaux ainsi que d'établissements universitaires et d'autres entités de la région sur les programmes de surveillance existants et les mesures prises pour répondre aux préoccupations relatives à la qualité de l'eau. Sur la base des informations recueillies, la CMI devait fournir aux gouvernements des recommandations sur la manière dont les efforts et les programmes actuels pourraient être améliorés. Les gouvernements ont demandé un résumé des lacunes et des possibilités ainsi que des recommandations à l'égard des approches possibles pour renforcer la collaboration, l'efficacité et l'impact des actions mises de l'avant. En ce qui concerne ce dernier point, les gouvernements ont demandé à la CMI de collaborer avec des organismes gouvernementaux, des

institutions universitaires et d'autres organismes de la région afin de cerner l'éventail des problèmes d'apports en nutriments dans le bassin, puis de formuler des recommandations sur la façon d'améliorer les mesures actuelles. Pour ce bassin, les recommandations devraient également tenir compte des approches de gestion actuellement appliquées dans le lac Champlain et la baie Missisquoi, et l'efficacité de ces approches dans la lutte contre les PAN.

Pour donner suite aux lettres de renvoi de 2004 et de 2008 de la part des gouvernements, la CMI maintient des mesures dans la Baie. Pour le lac Memphrémagog, la CMI n'avait pas été impliquée jusqu'à présent. Le niveau d'eau du lac est régulé par un barrage hydroélectrique sur la rivière Magog qui est régi par un traité signé en 1935 entre les États-Unis et le Canada.

Approche de la CMI pour donner suite à la lettre de renvoi

Ressources et calendrier

La lettre de renvoi des gouvernements précise que [Traduction] « les gouvernements comprennent que la Commission peut mener les travaux faisant suite à la présente lettre de renvoi en respectant son budget actuel et n'a pas l'intention de demander un financement supplémentaire ». Afin de gérer cette pression sur ses ressources, la CMI a dû revoir ses priorités et ses activités. Les deux sections de la CMI ont alloué des fonds et ont financé le projet à parts égales, ce qui totalisait un budget de 500 000 dollars. En raison de la cessation des activités du gouvernement américain à la fin de 2018, la période de mise en œuvre des exigences de la lettre de renvoi a été prolongée de six mois. Cet exercice s'est donc déroulé sur deux ans et demi en tout, soit du 19 octobre 2017 au 17 avril 2020.

Formation des groupes consultatifs d'étude

La Commission a créé des groupes consultatifs d'étude (GCE) pour l'aider à donner suite à la lettre de renvoi. Parmi ces GCE, on retrouve des représentants d'organismes fédéraux, étatiques, provinciaux, municipaux et de bassin. Les GCE comptaient un nombre égal de membres des États-Unis et du Canada (12 membres dans chaque GCE). Les membres ont servi la Commission selon leurs compétences professionnelles, en mettant à profit leurs connaissances et leur expertise pour le bien commun des deux pays. Les membres des GCE avaient pour rôle de fournir une orientation et des conseils de haut niveau aux organismes de bassin sur tous les aspects du projet, notamment en formulant des recommandations à la CMI.

Les organismes de bassin (LCBP, organisme du bassin versant de la baie Missisquoi, Memphremagog Watershed Agency et Memphremagog Conservation Inc.) ont produit pour la CMI des rapports techniques sur l'éventail des problèmes d'apports en nutriments qui sont préoccupants dans les lacs et ont fait des recommandations préliminaires aux GCE sur la façon d'améliorer les mesures gouvernementales actuelles. Les GCE ont peaufiné ces recommandations et ont soumis leurs rapports finaux à la CMI le 19 janvier 2020.

Plans de travail

Pour donner suite à la lettre de renvoi, la CMI a élaboré des plans de travail et a confié aux organismes de bassin les cinq grandes tâches suivantes :

1. Mise en réseau avec les principales agences, examen des rapports sur l'état des bassins, examen des résultats de recherche et des activités de surveillance ainsi que des efforts nationaux et binationaux de gestion de la réduction des apports en nutriments
2. Analyse des documents
3. Recensement et description des approches adoptées pour réduire les apports en nutriments et les causes de PAN
4. Consultation des organismes du bassin versant et du public sur les différentes approches
5. Élaboration de recommandations pour améliorer les mesures actuelles.



Réunion du GCE de Champlain, LCBP Grand-Isle Office (Vermont). Collection de la CMI

Les GCE ont discuté des cinq points du plan de travail dans le cadre de téléconférences, de réunions en face à face, d'ateliers et de correspondance. Les plans de travail peuvent être consultés à l'adresse suivante : <https://www.ijc.org/fr/lclm/project-one>.

Ateliers visant à faire un survol de la science et des politiques sur l'apport en nutriments

Les organismes des bassins versants ont organisé des ateliers réunissant des travailleurs scientifiques et des décideurs politiques afin de discuter des rapports techniques fournis par les organismes des bassins et d'obtenir les réactions des participants. Ces experts provenaient d'un éventail d'organismes actifs au sein ou à proximité des bassins (Vermont, État de New York et Québec). Les GCE et le personnel de la CMI étaient également présents. Sous la direction des GCE, les organismes de bassin ont pris en compte les rapports des ateliers pour peaufiner les rapports d'étude. Les ateliers ont également permis d'échanger des informations, de cerner des intérêts communs et de renforcer globalement les réseaux en vue des collaborations à venir.



Atelier à la Vermont University, Burlington. Collection de la CMI

Les deux GCE ont élaboré leurs rapports différemment. Le Groupe consultatif de l'étude sur lac Champlain a organisé une collecte d'informations aux États-Unis et au Canada et a consolidé les résultats de chaque pays. De son côté, le Groupe consultatif de l'étude sur lac Memphrémagog a compilé concurremment les informations provenant des deux pays. Afin de s'assurer que chacun des GCE était au courant des travaux de l'autre groupe, et qu'il était possible de collaborer et de s'inspirer de ces travaux, la CMI a organisé des rencontres spéciales entre eux, les a invités aux ateliers sur les politiques scientifiques et, enfin, à une réunion d'harmonisation de leurs objectifs en face à face.

Réunion publique et consultation en ligne
En novembre 2019 à Venise-en-Québec et à St. Albans (Vermont), on a tenu des réunions publiques pour la partie de la lettre de renvoi se rapportant à la Baie afin d'obtenir les commentaires du public sur les [ébauches de rapports](#). L'équipe de communication de la CMI a aidé le Groupe consultatif de l'étude sur lac Champlain et les organismes de son bassin à organiser ces réunions et a assuré la traduction simultanée dans les deux langues officielles. On a élaboré des produits de communication, notamment un communiqué de presse, des affichages pour les médias sociaux et le contenu du site web. Dans les deux endroits, les réunions se sont révélées fructueuses pour dialoguer avec le public et obtenir sa rétroaction.



Champlain SAG Panel, Venise-en-Québec. IJC Collection

En novembre 2019, en raison de ressources limitées, l'équipe de communication de la CMI a aidé les GCE à mener une consultation publique en ligne sur le rapport technique du lac Memphrémagog. Plusieurs commentaires du public ont été intégrés dans le rapport.

B. Analyse par la CMI des rapports des GCE

Bien que la Baie et le lac Memphrémagog soient uniques d'un point de vue socio-économique, démographique et physique étant donné qu'ils sont situés dans des zones visées par les deux mêmes provinces et États (Québec et Vermont), il existe des points communs et des chevauchements dans leurs évaluations scientifiques et politiques. Les deux GCE considèrent la gouvernance comme étant fondamentale et soulignent l'importance d'établir des objectifs pour les bassins versants et des objectifs de réduction des apports en nutriments. Le comité directeur du lac Memphrémagog est actif, mais il manque de ressources, ce qui l'empêche d'être pleinement efficace. La gouvernance binationale de la Baie est minimale, et on devrait former un nouveau comité binational. Les groupes conviennent que les données tirées de la surveillance et les modèles à l'échelle du bassin versant peuvent aider à comprendre le problème des nutriments et des PAN ainsi que son évolution. À ce titre, les deux GCE estiment qu'il faut mieux harmoniser les efforts scientifiques binationaux, notamment les protocoles de surveillance, d'échantillonnage et d'analyse, grâce à une meilleure gouvernance. Le renforcement de la gouvernance est également essentiel à l'élaboration de stratégies à long terme pour lutter contre les changements climatiques. Les rapports fournissent toutefois des informations limitées sur ces stratégies à long terme.

Les deux rapports proposent également une série de mesures visant à réduire les apports en nutriments provenant de l'agriculture et d'autres terrains développés. Les GCE recommandent d'adopter les pratiques de gestion bénéfiques (PGB) qui permettent de réduire considérablement les apports en nutriments et leurs sources, tant dans les lacs que dans leurs affluents. Par exemple, la culture de céréales et d'herbes naturelles pour nourrir le bétail provoque moins

d'érosion et nécessite moins d'engrais que la culture du maïs et du soja, par exemple. Les systèmes de culture appropriés (cultures de céréales et de graminées, séquences de culture et techniques de gestion) adaptés aux terres agricoles (p. ex. pente, type de sol) se sont avérés relativement plus efficaces au Québec et au Vermont que la culture du maïs et du soja. Les incitations financières liées aux PGB peuvent également être efficaces pour inciter des changements dans les systèmes de culture. Toutefois, comme on l'a observé au Vermont, on doit comprendre pourquoi cela ne suscite pas plus d'intérêt.

Les politiques fédérales, provinciales ou étatiques visant à tirer un avantage socio-économique peuvent avoir des effets négatifs sur les lacs. Par exemple, les promoteurs immobiliers profitant de politiques gouvernementales visant à attirer des résidents et des recettes fiscales dans une municipalité ne posent parfois pas toutes les actions pour réduire le drainage ou conserver les infrastructures naturelles, telles que les zones humides et les zones riveraines étendues si cela risque de réduire leurs profits. Ainsi, la planification de l'utilisation des terres afin de minimiser les apports en nutriments peut nécessiter des investissements, des politiques ou des règlements supplémentaires pour être efficace. Pour ce qui est des règlements et leur application, rappelons que le simple fait d'avoir un règlement ne garantit pas automatiquement son application. Les ressources permettant de garantir le personnel chargé de faire appliquer les règlements doivent faire partie intégrante de la planification et de la réglementation visant l'utilisation des terres. De plus, comme ces lacs appartiennent à deux pays, cela nécessite des approches adaptées et coordonnées.

L'une des lacunes cernées dans les rapports réalisés par les deux organismes de bassin est l'absence d'évaluation de l'efficacité des programmes ou de mesure des gains réalisés pour chaque programme par rapport aux ressources investies. Une évaluation de l'efficacité des programmes existants et des nouveaux programmes pourrait fournir les bases des améliorations à venir. Avec de telles évaluations, les organismes de bassin, en collaboration avec les gouvernements, peuvent mieux définir l'allocation de ressources limitées de manière intégrée, tout en se concentrant sur des questions clés, comme les apports en nutriments de zones sources critiques (ZSC). Les organismes de bassin pourraient également bénéficier d'un modèle régional d'apports en contaminants tel que SPARROW (*SPATIally Referenced Regression On Watershed attributes* [régressions spatialement référencées des attributs des bassins hydrographiques]) pour déterminer les façons de réduire les apports en contaminants provenant des ZSC. Cela leur permettrait également de concevoir des stratégies de protection et des stratégies pour répondre aux exigences réglementaires, afin de mieux prévoir les changements au niveau de la qualité de l'eau qui pourraient résulter des mesures de gestion, et en vue de déterminer les lacunes et les priorités en matière de surveillance. Les rapports ont également mise en évidence le fait que les gouvernements pourraient prendre des mesures immédiates efficaces. Par exemple, on pourrait modifier les exigences du secteur agricole en matière d'assurance-récolte, qui amènent les agriculteurs à répandre des engrais pour obtenir un rendement maximal sans tenir compte de la teneur en nutriments du sol. Une autre mesure pourrait consister à réglementer l'épandage de fumier en fonction des besoins en azote du sol plutôt qu'en phosphore dans les sols déjà sursaturés en phosphore.

Les deux groupes estiment qu'il est nécessaire de s'attaquer au problème des nutriments avec une compréhension des apports et des sorties de nutriments dans les bassins. Cette approche de bilan complet aiderait les administrations publiques à mieux cibler leurs plans de gestion et leurs ressources pour atténuer les impacts des apports en nutriments. Un modèle binational peut efficacement faire office de système de comptabilisation des nutriments (SCN), ce qui permettrait non seulement de comprendre ce qui entre et sort de chaque bassin versant (et éventuellement de chaque lac), mais aussi d'examiner quelles sont les PGB ou les efforts de réduction qui portent fruits. La pensée scientifique actuelle s'est concentrée sur le phosphore comme nutriment clé, mais d'autres données sur la qualité et la quantité de l'eau sont également essentielles à la compréhension de la dynamique de la prolifération des cyanobactéries. Outre les apports et les concentrations de nutriments au sein d'un système (azote et phosphore), il existe d'autres facteurs importants, dont la chlorophylle a, la silice, le fer et la température. Les changements climatiques, les précipitations extrêmes et les températures estivales records qu'ils provoquent peuvent accélérer la croissance des algues et augmenter la fréquence et l'intensité des proliférations d'algues, annulant ainsi une grande partie des efforts des gouvernements.

Il est important de reconnaître que tous les ordres de gouvernement des deux côtés de la frontière canado-américaine dans la région du lac Champlain et du lac Memphrémagog ont fait des efforts substantiels pour combattre l'importante PAN qui sévit dans ces lacs. On se doit de les en féliciter, mais il faut aussi noter que le problème ne disparaît pas, ni au niveau local, ni au niveau mondial. La CMI a commandé une étude sur la manière dont les gouvernements du monde entier se penchent sur la question de l'apport en nutriments et des PAN (voir la partie IV ci-dessous). Cette étude a révélé que, pour des bassins versants de taille comparable, on s'attaquait au problème au moyen de la planification de la gestion intégrée des bassins versants et des normes de qualité de l'eau. Les normes nationales n'étaient pas assez strictes. Les méthodologies étaient basées sur des approches réglementaires clés, basées sur le marché, sur des mesures incitatives et sur l'atténuation des risques. Un examen systématique des éléments de ces approches mondiales pourrait aider à adapter des actions binationales particulières pour la Baie et le lac Memphrémagog.

Malgré les progrès réalisés, on peut encore améliorer les programmes existants au Vermont et au Québec. De nouveaux programmes sont mis en œuvre, comme la [loi 64 du Vermont](#), qui précise que les PAR (pratiques agricoles requises) [Traduction] « traitent de l'accumulation de nutriments, de la santé des sols et de la tolérance aux pertes, des zones tampons végétalisées, de l'exclusion du bétail, des plans de gestion des nutriments et du drainage agricole ». Grâce à ce programme et à d'autres mesures (p. ex. la Stratégie québécoise de l'eau) au Québec, les gouvernements s'attaquent mieux aux problèmes de qualité de l'eau et le font de façon plus intégrée. Bien qu'ils soient louables, ces programmes s'appliquent à l'ensemble d'un État ou d'une province et ne permettent pas nécessairement de définir des mesures adaptées à une région particulière (dans ce cas binationale) avec ses propres problèmes et circonstances. Ces programmes ne tiennent pas compte non plus des répercussions supplémentaires des changements climatiques. Un effort plus concerté est nécessaire au niveau de chaque site pour réduire plus efficacement les PAN.

Les stratégies de réduction des apports en nutriments actuellement en vigueur dans les différentes administrations publiques, telles que la stratégie de réduction du phosphore du LCBP, le Règlement sur l'exploitation agricole du Québec (REA) et l'approche axée sur la TMDL du Vermont, visent toutes à réduire les apports de nutriments dans les cours d'eau. Afin d'améliorer leur efficacité, on doit envisager des plans à long terme plus holistiques et propres à chaque bassin. Ces plans seraient axés sur les zones sources critiques (ZSC) et viseraient de manière réaliste les objectifs convenus en matière de nutriments dans un délai donné en mettant méthodiquement en œuvre des PGB appropriées et en modifiant les systèmes de culture. Cela se ferait au moyen de mesures incitatives fondées sur le marché et d'autres mesures financières, mais en liaison avec l'application de la réglementation existante (approche « de la carotte et du bâton »). La définition et l'acceptation d'un plan à long terme (p. ex. de 25 à 50 ans) nécessitent une consultation coordonnée et complète entre tous les ordres de gouvernement, le public et les parties prenantes, y compris les communautés locales et autochtones. Cette définition pourrait être facilitée par une analyse socio-économique et la compréhension des raisons pour lesquelles les gens agissent comme ils le font. Parmi les pistes d'analyse, on peut citer la compréhension de la force motrice des principaux types de cultures comme le maïs et le soja, les tendances en matière de planification municipale et de zonage, les interactions entre les parties prenantes et les croyances et comportements régionaux. L'analyse peut également porter sur d'autres questions liées aux tendances des cultures, comme le programme de culture de maïs pour produire du biocarburant, qui a été très rentable pour les agriculteurs, afin de comprendre comment il est utilisé et comment on peut répondre aux besoins locaux et régionaux d'une autre manière. Cela pourrait inclure la mise en œuvre de plans correctifs définis localement et des mesures incitatives visant à changer de comportement en vue d'atteindre des objectifs sociétaux précis. Ces buts et objectifs sociaux décriraient un résultat souhaité pour les plans à long terme qui seraient liés à l'interaction du tissu social au sein de la société locale. Les objectifs devraient viser à améliorer la qualité de vie des personnes vivant dans les bassins respectifs. Des indicateurs seraient ensuite élaborés pour vérifier l'atteinte de ces buts et objectifs.

On pourrait également envisager l'établissement d'objectifs quant à l'apport en nutriments et d'objectifs portant sur les nutriments pour des segments de lacs, des affluents ou des tronçons de rivières. Ces objectifs pourraient prendre la forme de niveaux de concentration d'azote et de phosphore souhaités, déterminés par le bilan de masse ou la quantité de nutriments dans le bassin versant, ou pourraient décrire un état trophique souhaité du lac tout au long de l'année (p. ex. oligotrophe 12 mois par année). Ces objectifs permettraient d'obtenir de meilleurs résultats en matière de santé humaine et de qualité de l'écosystème.

C. Recommandations communes aux bassins et recommandations de la CMI

La Commission est satisfaite des rapports techniques des GCE et approuve toutes les recommandations qu'ils contiennent. Celles-ci sont bien fondées et visent à résoudre le problème des nutriments. En raison du grand nombre de recommandations contenues dans les rapports des GCE (environ 90 recommandations au total), et pour faciliter leur compréhension et leur lisibilité, la CMI a regroupé les éléments communs des recommandations dans les quatre

recommandations suivantes. Dans les recommandations ci-dessous, le terme « gouvernements » désigne tous les ordres de gouvernement en fonction de leur mandat. À noter que les recommandations des GCE ci-dessous ne reflètent pas nécessairement les positions et opinions officielles des organisations et ministères qui ont contribué ou participé à la réalisation de l'étude où à sa rédaction.

Recommandations des GCE

1. **Renforcer la gouvernance** pour permettre une planification et une collaboration binationales intégrées des bassins versants et une mise en œuvre efficace des plans de réduction des nutriments. Les gouvernements doivent renouveler le protocole d'entente (PE) entre le Québec et le Vermont qui a expiré en 2016 et fournir un soutien au Comité directeur Québec-Vermont sur le lac Memphrémagog. Pour la Baie, les gouvernements doivent créer et soutenir un groupe de travail binational permanent sur la réduction du phosphore. Dans le cadre de cette gouvernance renforcée, les gouvernements doivent contribuer à la définition d'objectifs de réduction des apports en nutriments au niveau des bassins versants.
2. **Réduire l'apport en nutriments** des terres agricoles :
 - Utiliser les systèmes de culture les plus appropriés pour atteindre les objectifs de rendement des cultures et de réduction des nutriments.
 - Mettre en œuvre de meilleures pratiques de gestion bénéfiques (PGB) agricole et environnementale mieux adaptées.
 - Mettre des mesures incitatives financières à la mise en œuvre des PGB.
3. **Réduire les apports des autres terres développées** :
 - Soutenir l'aménagement du territoire pour réduire l'écoulement des eaux de pluie provenant des autres terres aménagées.
 - Mettre à jour des règlements relatifs aux infrastructures des États, des provinces et des municipalités, notamment en ce qui concerne les eaux pluviales, l'application d'engrais, la lutte contre l'érosion et les surfaces perméables.
 - Faire une mise en application ciblée pour assurer le respect des règlements et des cadres juridiques.
4. **Améliorer l'harmonisation binationale des efforts scientifiques et de surveillance** afin de mieux comprendre les apports et les sorties de nutriments dans les bassins respectifs et de travailler à la réalisation des objectifs de réduction des nutriments. Par exemple, la collaboration et l'échange par le personnel technique sur la collecte de données et l'assurance qualité, la surveillance, l'échantillonnage et les approches de modélisation contribueraient à cette harmonisation. Des plateformes communes pour la communication, l'affichage des données et des informations à l'échelle du bassin sont également essentielles pour les utilisateurs publics et les décideurs des agences.

Recommandations de la CMI

En plus des recommandations contenues dans les rapports des GCE, la CMI propose les recommandations supplémentaires suivantes qui sont regroupées dans une approche de gestion visant à faciliter les actions des gouvernements :

- 1. Renforcer les efforts gouvernementaux actuels (délai de réalisation estimé à 10 ans) :** Les gouvernements fédéraux devraient accélérer le rythme de rétablissement et de protection en travaillant avec les gouvernements des provinces, des États et des collectivités locales et autochtones pour renforcer les efforts actuels de mise en œuvre systématique des recommandations dans les rapports des GCE.
- 2. Améliorer les mécanismes de gouvernance existants (délai de réalisation estimé à 2 ans) :** Les gouvernements fédéraux devraient fournir des ressources pour soutenir les mécanismes de gouvernance existants au niveau des provinces, des États et des collectivités locales qui coordonnent la surveillance binationale des bassins afin de soutenir plus efficacement la gestion à long terme des actions et des efforts communs.
- 3. Comprendre les apports et les sorties de nutriments (délai de réalisation estimé à 3 ans) :** Les gouvernements fédéraux devraient contribuer à une meilleure compréhension des apports et des sorties de nutriments dans chacun des deux bassins en soutenant une plus grande harmonisation des efforts scientifiques des provinces, des États et des collectivités locales afin de créer un modèle de bilan massique binational complet qui permette aux administrations publiques d'évaluer et de gérer efficacement les mesures d'atténuation des apports en nutriments.
- 4. Élaborer et lancer la mise en œuvre de plans d'action propres à chaque bassin (délai de lancement estimé à 7 ans) :** En utilisant le modèle de bilan massique, les gouvernements fédéraux devraient travailler avec les gouvernements provinciaux, étatiques, locaux et autochtones pour élaborer et mettre en œuvre des plans d'action binationaux durables propres à chaque bassin (environ de 20 à 30 ans) pour s'attaquer aux apports en nutriments dans les deux bassins. Ces plans d'action devraient comprendre les tâches suivantes, ainsi que les calendriers correspondants, et devraient être mis en œuvre en consultation avec le public, les parties prenantes et les communautés locales et autochtones :
 - a.** Fixer des buts et des objectifs de durabilité sociétale;
 - b.** Assurer une compréhension des apports et des sorties de nutriments (c'est-à-dire le bilan de masse);
 - c.** Fixer des objectifs propres aux nutriments qui ciblent les zones sources critiques et qui seront appliqués par le gouvernement concerné;
 - d.** Mettre en œuvre des plans de gestion ciblés qui comprennent des PGB, des mécanismes de marché et des mesures incitatives financières pour atteindre les objectifs portant sur les nutriments;
 - e.** Élaborer une stratégie de communication soutenue pendant la mise en œuvre des plans d'action;
 - f.** Établir un plan de surveillance et d'évaluation continues accompagné d'un examen systématique des plans de gestion.

Les plans d'action propres à chaque bassin devraient systématiquement permettre de revoir les buts et les objectifs portant sur les nutriments afin de s'adapter aux effets prévus des changements climatiques. Comme les changements climatiques devraient exacerber les effets des PAN, les efforts actuels des gouvernements pourraient ne pas suffire pour remédier à la situation.

Il faudra innover et investir dans les technologies nouvelles et émergentes liées aux PGB telles que les outils d'injection de nutriments dans le sol *in situ*. On devra surveiller d'autres changements dans les bassins qui auront un impact sur le bilan massique des nutriments et adapter les plans en conséquence. Par exemple, les gouvernements s'efforcent actuellement de rétablir la connectivité hydrologique du lac Champlain et de le ramener à un état plus naturel, tout en restaurant les services écosystémiques. Cela permettra d'améliorer la qualité de l'eau grâce à des zones humides fonctionnelles et connectées.

D. Conclusion

La demande visant la qualité de l'eau en remédiant à l'excès de nutriments dans les lacs Champlain, la baie Missisquoi et le lac Memphrémagog est unique puisqu'elle se rapporte à deux systèmes lacustres très différents, à des stades très différents de déclin trophique. La CMI recommande l'élaboration de plans propres à chaque bassin, en considérant que la baie Missisquoi du lac Champlain nécessite une régénération intensive, tandis que le système du lac Memphrémagog a besoin d'être protégé.

Le lac Memphrémagog est relativement intact (oligomésotrophe), car seulement 2 % des terres de son bassin sont utilisées à des fins agricoles. Toutefois, on y observe encore des PAN. Un mécanisme de gouvernance, bien que limité dans ses actions, est mis en œuvre par le Comité directeur Québec-Vermont. Le Comité travaille à l'élaboration d'un modèle binational de bassin versant, mais manque de moyens pour le défendre sur le plan scientifique. Le modèle manque également d'objectifs précis à l'échelle de chacun des bassins versants. Plus précisément, les actions devront se concentrer sur la limitation des apports en nutriments provenant des 2 % de ses terres agricoles. Les modifications des systèmes de culture qui augmentent les apports en nutriments ou l'utilisation des terres agricoles doivent être réduites au minimum jusqu'à ce que les plans de gestion aient permis de résoudre le problème dans le contexte de l'intensité actuelle de la production agricole.

Pour ce qui est du lac Champlain, le Comité a des objectifs bien définis pour différents segments et les différentes baies du lac, mais aucun mécanisme de gouvernance n'est actuellement en place pour la baie Missisquoi. La partie du bassin versant de la Baie qui constitue l'une des premières régions colonisées par les Européens est donc en grave danger. L'accumulation de nutriments menace non seulement la beauté de la région, mais aussi toutes les utilisations de l'eau, et donc la santé socio-économique et le mode de vie de ses résidents. Le stress découlant des PAN est particulièrement élevé lorsque l'on manque d'eau de qualité à la fin de l'été et au début de l'automne. Par exemple, la petite ville de Bedford a dépensé un million de dollars pour traiter les problèmes de qualité de l'eau touchée par les PAN et les toxines microcystines connexes. Le fait de ne pas savoir quelle sera l'efficacité des programmes de réduction des nutriments pourrait conduire à envisager des approches de gestion de l'eau dans lesquelles le

traitement coûteux de l'eau et les restrictions sur les quantités d'eau utilisées deviendraient la norme. Pour informer les communautés permanentes et les occupants saisonniers de la Baie, on devra adopter un plan de communication efficace fixant des attentes réalistes à court et à long terme.

Pour les communautés du lac Memphrémagog, l'inquiétude des communautés de la baie Missisquoi et du lac Champlain pourrait bien être un signe avant-coureur de ce que l'avenir leur réserve. Dans la situation actuelle, les gouvernements sont confrontés à des choix difficiles et à des investissements coûteux. Il est impératif que les efforts de régénération aillent de pair avec la prévention pour ces deux lacs afin que les leçons apprises et les actions positives puissent mener à un rétablissement et une protection durables de ces lacs importants au profit de leurs communautés.

- II. Lac Champlain
- III. Lac Memphrémagog
- IV. Analyse globale



Apports de nutriments et ses impacts sur le lac Champlain, la baie Missisquoi et la rivière Richelieu

Rapport préparé par :

New England Interstate Water Pollution Control
Commission

Lake Champlain Basin Program

Organisme de bassin versant de la Baie Missisquoi

Pour la Commission mixte internationale

Le 19 janvier 2020

Table des matières

Résumé	1
1 Remerciements	2
2 Introduction	3
2.1 Contexte, but et portée	4
2.2 Travaux antérieurs de la CMI dans le bassin du lac Champlain	5
2.2.1 <i>Étude sur l'incidence de l'enlèvement du pont-jetée sur la qualité de l'eau</i>	5
2.2.2 <i>Identification des zones de sources critiques</i>	5
2.2.3 <i>Études sur l'atténuation des inondations du bassin du lac Champlain et de la rivière Richelieu</i>	
2.3 Zones d'étude	7
2.3.1 <i>Lac Champlain</i>	7
2.3.2 <i>Rivière Richelieu</i>	8
2.3.3 <i>Baie Missisquoi</i>	9
2.4 Revue de la littérature et assurance de la qualité	11
2.5 Vermont EPSCoR	11
3 Principaux enjeux liés à l'apport de nutriments et aux cyanobactéries	12
3.1 Aperçu des enjeux liés à l'apport de nutriments et aux cyanobactéries dans le lac Champlain et la baie Missisquoi	12
3.2 Analyses détaillées de la baie Missisquoi et du bassin versant	15
3.2.1 <i>Hydrodynamique</i>	17
3.2.2 <i>Enrichissement en nutriments</i>	18
Dynamiques, sources et causes	18
3.2.3 <i>Efflorescences de cyanobactéries</i>	23
Cyanobactéries et cyanotoxines	23
Sources et causes	27
3.2.4 <i>Risques pour la santé et répercussions sur les activités récréatives</i>	29
3.2.5 <i>Impacts économiques</i>	31
3.2.6 Impacts sur la faune	33
4 Aperçu des mesures et technologies potentielles pour la restauration du lac	33
4.1 Aperçu international des efforts de restauration et des résultats	33
4.1.1 Canada	33
4.1.2 États-Unis	34

4.1.2.1	Techniques de restauration couramment utilisées dans les lac	34
4.1.2.2	Efforts régionaux de restauration des lacs	35
4.2	Résultats et analyse de l'efficacité, estimation des coûts-avantages et adaptabilité à la baie Missisquoi	42
5	Programmes et politiques influençant les principaux enjeux et leur efficacité	42
5.1	Historique de la gestion du phosphore dans le bassin du lac Champlain	42
5.1.1	Entente sur la réduction des concentrations de phosphore dans la baie Missisquoi entre le gouvernement du Québec et le gouvernement du Vermont	43
5.2	<i>Total maximum daily load</i>	44
5.3	Vermont	45
5.3.1	<i>Clean and Clear Action Plan</i>	45
5.3.2	<i>Loi 64: Vermont's Clean Water Act</i>	46
5.3.3	Loi sur la prestation de services d'assainissement de l'eau <i>de 2019</i>	47
5.3.4	Efforts politiques additionnels du Vermont	48
5.4	New York	48
5.5	Québec	48
5.5.1	Cadre de réglementation de l'activité agricole	49
5.5.2	Programmes de soutien agricole	53
5.5.3	Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030	55
5.5.4	Efforts politiques additionnels du Québec	
5.6	Recommandations des experts	56
5.6.1	Québec	57
5.6.2	États Unis	57
5.6.3	Éducation, sensibilisation et collaboration à l'échelle du bassin	65
6	Recommandations pour la réduction des apports de nutriments et des efflorescences de cyanobactéries dans la baie Missisquoi	66
6.1	Consultation publique	66
6.2	Recommandations prioritaires	67
6.3	Recommandations additionnelles par thèmes	70
7	Références	77
	Annexe 1: Lettre de nomination du CSAG de la CMI	89
	Annexe 2: Questions normalisées pour les entrevues d'experts	88
	Annexe 3: Commentaires publiques	90

A3.1 Commentaires en ligne

A3.2 Venise-en-Québec, Québec

A3.3 Saint-Albans, Vermont

Résumé

Les gouvernements des États-Unis et du Canada, en collaboration avec le Vermont et le Québec, ont demandé l'aide de la Commission mixte internationale (CMI) afin d'analyser et de résumer les travaux réalisés à ce jour pour réduire les efflorescences d'algues bleu-vert nuisibles (cyanobactéries) dans la baie Missisquoi. Ces proliférations d'algues sont récurrentes ces dernières années dans cette baie binationale du lac Champlain. L'un des principaux résultats de ce projet est une série de recommandations qui seront adressé aux organismes et agences des deux pays pour faciliter l'atteinte des objectifs de gestion communs de qualité de l'eau et afin de réduire la fréquence des proliférations de cyanobactéries.

Le bassin versant de la baie Missisquoi du lac Champlain, d'une superficie de 3 105 km², est partagé entre la province de Québec (42 %) et l'État du Vermont (58 %). La baie Missisquoi est depuis longtemps affectée par des charges excessives de phosphore provenant de son bassin versant et présente l'une des concentrations de phosphore (P) les plus élevées de tous les secteurs du lac Champlain (Lake Champlain Basin Program, 2018). Le *Total Maximum Daily Load* (TMDL) 2016 du Vermont estime que la charge annuelle totale de phosphore pour la baie Missisquoi doit être réduite de 64,3 % pour respecter le TMDL allouée à la baie (US EPA, 2016). La plus grande source d'apport de phosphore dans la baie provient des activités agricoles (Vermont DEC, 2013; OBVBM, 2015). De plus, des sédiments riches en phosphore se sont accumulés dans la baie Missisquoi pendant de nombreuses décennies et le relargage de ce phosphore dans la colonne d'eau représente un défi de gestion supplémentaire.

Le projet comprenait cinq tâches principales :

- La collecte de documents en vue d'un examen de la littérature existante sur la charge en nutriments et les impacts sur la baie Missisquoi. Cette compilation est présentée aux chapitres 1 à 4;
- L'analyse des documents recueillis qui comprenait des entrevues avec des experts du Vermont, de New York et du Québec pour évaluer l'efficacité des efforts actuels, les lacunes dans les données et les possibilités de renforcer la coordination et la gouvernance. Cette analyse est présentée au chapitre 4;
- L'élaboration de recommandations pour renforcer les efforts actuels. Ces recommandations sont présentées au chapitre 5;
- La consultation du public et des organismes dans le bassin versant de la baie sur les recommandations;
- L'élaboration d'un rapport final résumant les principales constatations et recommandations.

Les principales recommandations visant à réduire l'apport en nutriments responsables de la prolifération des cyanobactéries dans la baie Missisquoi sont :

1. Établir et coordonner un groupe de travail binational sur la réduction du phosphore afin de renforcer la coopération et l'imputabilité des parties pour atteindre des objectifs convenus d'un commun accord.
2. Développer un bilan de masse binational des importations et exportations de phosphore dans le bassin versant de la baie Missisquoi.

3. Réduire l'utilisation de phosphore sur les terres du bassin versant de la baie Missisquoi.
4. Augmenter la proportion des systèmes de cultures qui produisent moins de phosphore.
5. Accroître la protection et augmenter la superficie des corridors de rivière et des bandes riveraines, des plaines inondables, des milieux humides et forestiers et veiller à ce qu'ils soient reconnectés pour favoriser la rétention des nutriments.
6. Inciter les intervenants publics à s'engager dans l'atteindre les objectifs relatifs à la salubrité de l'eau et des écosystèmes.

Ces recommandations sont décrites plus en détail au chapitre 5. Au-delà de ces six recommandations prioritaires, le chapitre 5 renferme également plusieurs recommandations supplémentaires qui s'articulent autour des thèmes de l'agriculture, de la réglementation, du financement, de la recherche, des zones urbaines et des sédiments accumulés dans la baie Missisquoi. Les recommandations et le rapport ont été élaborés par le Groupe consultatif scientifique du lac Champlain réunissant des spécialistes américains et canadiens dans le domaine des sciences de la gestion des lacs et des bassins versants.

Le bassin de la baie Missisquoi a été fortement touché par les activités humaines depuis que la région a été colonisée par des Européens, il y a plus de 400 ans. En plus des actions et politiques recommandées ici, il faudra du plusieurs années pour que le système récupère de ces apports de nutriments à long terme et des impacts sur le paysage. Bien qu'il soit difficile de prédire combien d'années prendra la reprise, en particulier avec les incertitudes posées par les changements climatiques et les événements extrêmes, le Groupe consultatif de l'étude Champlain croit que les mesures recommandées dans ce rapport accéléreront le rythme de la reprise et augmenteront les chances de réussite de restauration.

1 Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier et à reconnaître les efforts et les contributions de nombreux partenaires au cours de l'élaboration de ce rapport. Cela comprend les membres du groupe consultatif scientifique de Champlain nommé par la CMI :

Membres américains

Eric Perkins – EPA – Président
Ryan Davies – Ville de Clinton
Laura DiPietro – VT AAFM
Fred Dunlap – NY DEC
Neil Kamman – VT DEC
Andrew Schroth – UVM
Angela Shambaugh – VT DEC

Membres canadiens

Pierre Leduc – OBVBM - Président
Gerardo Gollo Gil - MAPAQ
Simon Lajeunesse – MRC Brome Missisquoi
Aubert Michaud – IRDA
Nathalie Provost – MELCC
Sébastien Bourget – MELCC

De plus, les personnes suivantes ont contribué aux éléments de recherche et de rédaction de ce projet:

OBVBM: Johanne Bérubé, Frédéric Chouinard, Martin Mimeault

LCBP / NEIWPC: Ellen Kujawa, Eric Howe, Christina Stringer, Jane Ceraso, James Plummer

Stefanos Bitzikidis (MELCC), Mikael Guillou (MAPAQ), Claire Michaud

Les autres collaborateurs de ce projet sont Marc Simoneau (MELCC), Lauren Jenness (LCBP / NEIWPC), Meg Modley (LCBP / NEIWPC), Matthew Vaughan (LCBP / NEIWPC), Elizabeth Lee (LCBP / NEIWPC), Lori Fisher, Kent Henderson, Marty Illick et Carrie Johnson, ainsi que les 24 membres du Comité consultatif technique du LCBP et le personnel de la Commission mixte internationale.

2 Introduction

La Commission mixte internationale s'emploie à prévenir et à résoudre les différends entre les États-Unis et le Canada en vertu du *Traité des eaux limitrophes de 1909* et veille au bien commun des deux pays en tant qu'organisme indépendant et objectif conseillant les deux gouvernements (énoncé de mission, CMI).

Les proliférations de cyanobactéries sont courantes dans la baie binationale de Missisquoi, et la Commission mixte internationale a passé un contrat avec l'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM), le *Lake Champlain Basin Program* (LCBP) et la *New England Interstate Water Pollution Control Commission* (NEIWPC) pour élaborer un rapport sur la charge de phosphore dans la baie Missisquoi, les proliférations de cyanobactéries et les mesures de gestion connexes. Ce résumé des travaux comprend une série de recommandations de recherche, de politique et de gestion à prendre en considération par les agences et organisations de gestion dans les deux pays, dans le but d'atteindre des objectifs de gestion communs et, finalement, de réduire la fréquence des proliférations d'algues et de cyanobactéries nuisibles. Un projet parallèle de la CMI est en cours dans le bassin versant du lac Memphrémagog, un lac binational présentant des problèmes similaires de pollution par les nutriments et de cyanobactéries. Les deux projets sont conçus pour encourager le travail collaboratif à travers la frontière canado-américaine pour atteindre des objectifs communs de qualité de l'eau.

2.1 Contexte, but et portée

Le bassin versant de la baie Missisquoi du lac Champlain, qui chevauche la frontière entre le Vermont et le Québec, comprend les sous-bassins des rivières aux Brochets, de la Roche et Missisquoi et les zones riveraines autour de la baie Missisquoi. Le bassin versant de 3 105 km² est partagée entre la province de Québec (42 %) et l'État du Vermont (58 %). La baie Missisquoi est depuis longtemps affectée par l'eutrophisation causée par des apports excessifs de phosphore provenant de son bassin versant et présente l'une des concentrations de phosphore (P) les plus élevées du lac Champlain (Lake Champlain Basin Program, 2018). Le TMDL 2016 du Vermont estime que la charge annuelle totale de phosphore pour la baie Missisquoi doit être réduite de 64,3 % pour respecter le TMDL allouée à la baie (US EPA, 2016). Ce plan d'eau est particulièrement vulnérable aux effets de la pollution de source agricole diffuse et de l'instabilité des berges des cours d'eau (Vermont DEC, 2013). Les sédiments de la baie Missisquoi sont riches en phosphore et présentent un défi de gestion supplémentaire.

Depuis les années 1990, la prolifération des cyanobactéries est un problème important dans la baie Missisquoi car elle perturbe les activités récréatives et l'approvisionnement en eau potable de la ville de Bedford au Québec en plus de présenter une menace à la santé humaine et à la faune. Reconnaissant que la qualité de l'eau de la baie se détériore, les gouvernements du Vermont et du Québec se sont officiellement engagés, le 26 août 2002, à réduire leur part de la pollution provenant de leurs bassins respectifs. L'engagement prévoyait que le partage de la responsabilité de la réduction des apports de phosphore vers la baie entre le Vermont et le Québec était dans une proportion de 60 % et de 40 %, respectivement (*Entente entre le gouvernement du Québec et le gouvernement de l'État du Vermont concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi*, 2002). Même si les gouvernements et les citoyens du Vermont et du Québec ont fait des progrès pour réduire l'apport de phosphore dans la baie, les objectifs de réduction des charges n'ont pas encore été atteints.

Commission mixte internationale

En octobre 2017, les gouvernements du Canada et des États-Unis ont confié à la CMI le mandat de compiler et d'examiner des données sur la réduction des apports de nutriment et des efflorescences de cyanobactéries nuisibles dans la baie Missisquoi, et de formuler des recommandations pour améliorer les efforts combinés du Vermont et du Québec afin d'accélérer les progrès vers l'atteinte des objectifs relatifs à la qualité de l'eau de la baie Missisquoi.

Une revue de la littérature a été effectuée pour brosser un tableau de la situation actuelle et de l'état des connaissances concernant la baie Missisquoi et son bassin versant, y compris un aperçu des programmes et des politiques déjà en place dans les deux pays. Des experts de la qualité de l'eau, y compris des chercheurs et des représentants d'organisations gouvernementales, municipales et agricoles, ont également été consultés pour évaluer les lois et les règlements, la gouvernance, les programmes de soutien financier et les mesures prises et pour aider à élaborer un ensemble de recommandations sur la gestion de la qualité de l'eau.

Cette revue de la littérature a été réalisée avec le financement de la CMI, attribué à OBVBM pour les composantes canadiennes et NEIWPC au nom du Lake Champlain Basin Program pour les composantes américaines du projet.

Pour la partie Champlain / Missisquoi de ce renvoi, la CMI a créé un groupe consultatif scientifique Champlain (GCSC), composé de 13 personnes représentant le Canada et les États-Unis. Les membres du

GCSC comprennent des domaines d'expertise allant de la qualité de l'eau, la charge et la modélisation des éléments nutritifs, l'agriculture, les cyanobactéries, les politiques publiques et l'engagement communautaire dans le domaine prioritaire de cette étude, la baie Missisquoi et son sous-bassin du bassin versant du lac Champlain. Le texte de la lettre de nomination de la CMI figure à l'annexe 1 du présent rapport.

2.2 Travaux antérieurs de la CMI dans le bassin du lac Champlain

Au cours des dernières décennies, la CMI s'est employée activement à favoriser une meilleure compréhension des défis environnementaux avec lesquels doit composer le bassin versant de la baie Missisquoi, en plus de contribuer à l'élaboration de stratégies de gestion pour relever ces défis. La présente section résume brièvement plusieurs des études pertinentes auxquelles a participé la CMI.

2.2.1 Étude sur l'incidence de l'enlèvement du pont-jetée sur la qualité de l'eau

Le pont Swanton-Alburgh de la route 78 a été construit en 1937 et comprenait un tronçon de pont-jetée sur chaque rive, relié par un pont de 170 m de longueur. En raison de la détérioration de la structure, un nouveau pont à travée fixe a été construit en 2004-2005.

En 2004, les gouvernements des États-Unis et du Canada ont demandé à la CMI d'évaluer l'impact du pont-jetée à la sortie de la baie Missisquoi du côté du Vermont. Dans son rapport de 2005, la CMI a conclu que le pont-jetée augmente d'environ 1 % la concentration de phosphore (moyenne pour l'ensemble de la baie) et le taux de sédimentation (fractions fines seulement) dans la baie Missisquoi. Elle a aussi établi que le pont-jetée n'impose pas de restrictions hydrauliques au débit d'eau entre la baie Missisquoi et les autres secteurs du bras Nord-Est du lac Champlain (Mendelsohn, Swanson et Isaji, 1997).

La CMI a recommandé que l'amélioration de la qualité de l'eau de la baie Missisquoi fasse l'objet d'accords et de plans internationaux, et que ceux-ci deviennent le point de mire des interventions gouvernementales. La CMI a également recommandé l'enlèvement du pont-jetée. Un tronçon de 100 mètres a été enlevé en 2007 lors de la construction du nouveau pont.

2.2.2 Identification des zones de sources critiques

De 2004 à 2007, la province de Québec a investi plus d'un million de dollars dans la recherche, la surveillance et la modélisation de l'apport de phosphore de sources agricoles diffuses afin d'identifier les zones sensibles à l'érosion et les sources critiques d'apport de nutriments et de déterminer l'efficacité des pratiques de gestion exemplaires dans la baie Missisquoi (référence de la CMI, 2008).

Par exemple, les résultats d'une étude de modélisation avec *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)* dans le sous-bassin Ewing de la rivière aux Brochets, amenaient à la conclusion que « les quatre composantes du modèle hydrographique a révélé que 46 à 67 % de la charge de phosphore total à la sortie provenait du ruissellement de surface durant le débit maximal. L'écoulement préférentiel était responsable de la plus grande partie des charges de P particulaire et de P réactif dissous rejetées par le drainage souterrain. La résurgence de l'eau souterraine était une source mineure de P Total, alors que d'autres sources comme l'érosion des berges et le relargage des sédiments contribuaient jusqu'à 21 % de l'apport de P Total et de 36 % à 41 % de l'apport de P particulaire à la décharge du sous-bassin versant. » (Michaud, A.R., I. Beaudin, F Bonn et C.A. Madramootoo. 2007). Consciente de ces progrès récents au Québec, la CMI a demandé au

LCBP, en 2008, de rassembler et d'analyser les informations sur les apports de sources critiques de phosphore par les affluents du secteur vermontois de la baie Missisquoi. L'objectif était de combiner les résultats des travaux demandés à ceux des travaux effectués au Québec pour établir un tableau adéquat du bassin versant transfrontalier (Charges en phosphore dans la baie Missisquoi, CMI, 2012).

La localisation des zones de sources critiques est importante pour la gestion du bassin, car elle permet aux gestionnaires de prioriser les secteurs d'intérêt et de mettre en œuvre les pratiques exemplaires de gestion les plus appropriées au niveau local. SWAT a été utilisé pour effectuer des simulations de modèles du bassin en utilisant des données climatiques historiques sur 30 ans, et en entrant certains paramètres comme des catégories d'utilisation des sols, des caractéristiques des sous-bassins et des évaluations sur le terrain des sources de phosphore afin de circonscrire les zones de sources critiques (Winchell et coll., 2011; Winchell et coll., 2015).

Les analyses de SWAT réalisées au Vermont ont révélé qu'environ 74 % de l'apport de phosphore provient de seulement 20 % du secteur du bassin versant de la baie Missisquoi et que 92 % du phosphore total provient de seulement 50 % du bassin versant (Winchell et coll., 2015). Environ 60 % des sédiments et du phosphore proviennent de sources situées dans le bassin versant, l'utilisation des terres agricoles représentant 60 % de cette superficie (Winchell et coll., 2011). Ainsi, les sous-bassins versants où les utilisations agricoles sont les plus intenses, notamment les sous-bassins des rivières de la Roche, Mud, aux Brochets et Hungerford, sont ceux qui contribuent le plus à l'apport de phosphore. Les 40 % restants de l'apport de phosphore sont attribuables à l'érosion des berges (Winchell et coll., 2011). Plusieurs caractéristiques hydrologiques du sol, l'indice topographique et pente ont été les facteurs les plus importants pour déterminer la quantité d'exportation de phosphore et l'emplacement des zones de sources critiques. Les simulations de modèles ont également permis d'évaluer l'efficacité de la mise en œuvre stratégique de trois bonnes pratiques de gestion, soit la réduction du phosphore dans les engrais, la culture de couverture et la rotation des cultures. Enfin, les analyses ont permis de déterminer que l'ampleur des apports de phosphore devrait augmenter avec les changements climatiques, soit de 21 à 57 % de la charge de sédiments. Toutefois, ces tendances ne semblent pas avoir pour effet de relocaliser l'emplacement des zones de sources critiques ni de réorganiser les priorités de mise en œuvre (Winchell et coll., 2011). Des travaux complémentaires devraient être effectués pour la partie québécoise du bassin Missisquoi pour une analyse des sources critiques complète de l'ensemble du bassin Missisquoi.

2.2.3 Études sur l'atténuation des inondations du bassin du lac Champlain et de la rivière Richelieu

En réponse aux inondations catastrophiques de 2011, la CMI a mis sur pied un groupe de travail chargé d'évaluer les causes et les répercussions des inondations du bassin du lac Champlain et de la rivière Richelieu et de déterminer les stratégies d'atténuation possibles. Ce nouveau groupe de travail international sur le lac Champlain et la rivière Richelieu a élaboré un plan d'étude pour répondre aux préoccupations de la CMI. Celui-ci prévoyait trois options et se voulait évolutif afin d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles. Ces options comprennent la modélisation de base du réseau hydrologique pour évaluer les répercussions des inondations passées, l'examen de bonnes pratiques de gestion des plaines inondables, l'analyse de stratégies d'adaptation possibles et l'examen des avantages que procurent les méthodes de prévision des inondations et de cartographie en temps réel (International Lake Champlain

and Richelieu River Plan of Study Workgroup 2013). De plus, le plan d'étude comprenait une évaluation quantitative et qualitative des mesures possibles pour atténuer les inondations. Le groupe de travail a recommandé que la CMI mène une enquête approfondie sur les perceptions actuelles du public à l'égard des mesures d'atténuation des inondations afin de mieux éclairer les différentes composantes du plan d'étude.

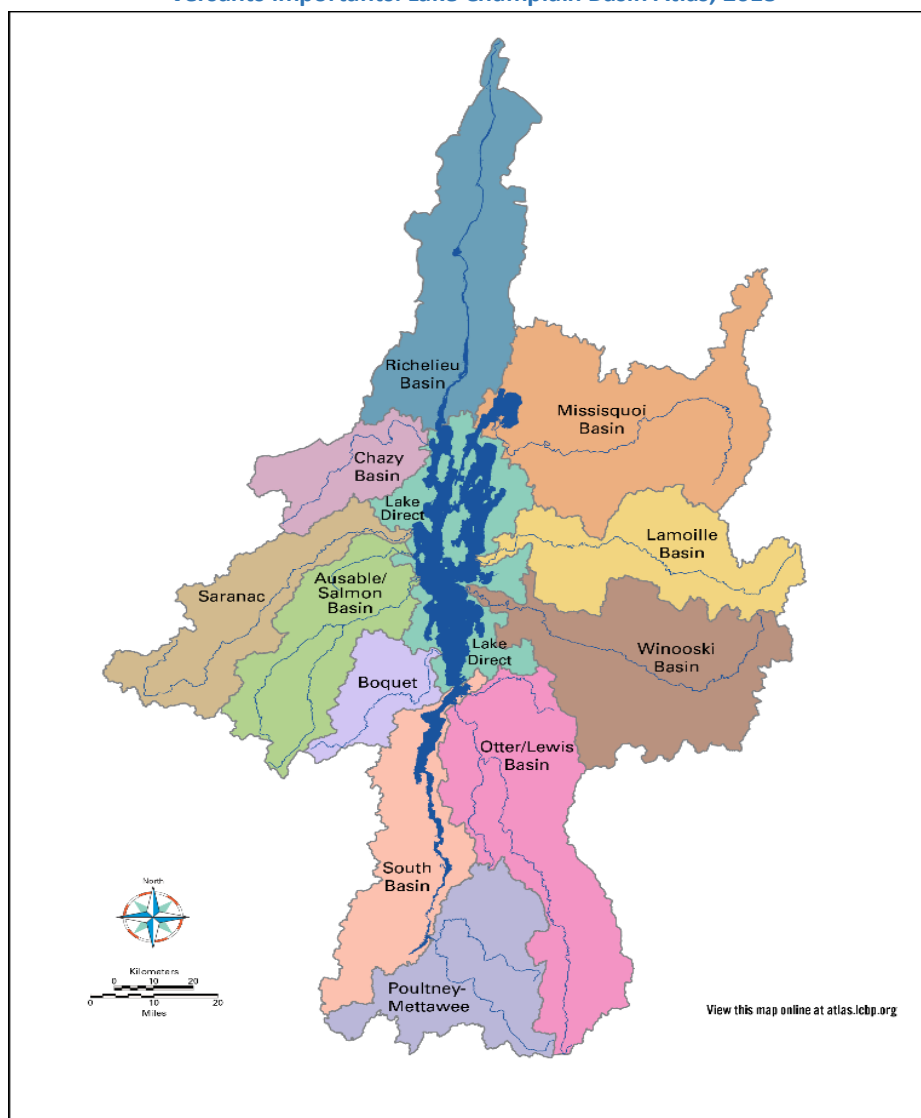
En 2015, le Groupe de travail technique international du lac Champlain et de la rivière Richelieu a produit un rapport détaillant ses travaux (« Vers un système opérationnel en temps réel de prévision des crues et de cartographie des plaines inondables pour le lac Champlain et la rivière Richelieu », 2015). Les éléments de l'étude abordés dans cette phase du projet étaient l'élaboration de modèles hydrologiques et hydrauliques en temps réel pour la prévision des niveaux d'eau dans le lac Champlain et la rivière Richelieu, ainsi que la création de cartes statiques de prévision des crues pour le public. Cette étude internationale a exigé des efforts considérables en matière de collecte, d'organisation et de normalisation de données, y compris la mise au point d'une méthode de correction des données altimétriques. On a constaté que la modélisation hydrodynamique initiale produisait des résultats satisfaisants pour le lac et la rivière Richelieu, jusqu'à Chambly, mais il faut des données bathymétriques supplémentaires de Chambly à Sorel pour simuler avec plus de précision le cours et les crues de la rivière dans ces zones (« Vers un système opérationnel en temps réel de prévision des crues et de cartographie des plaines inondables pour le lac Champlain et la rivière Richelieu », 2015). Le groupe de travail technique a formulé de nombreuses recommandations à l'intention de la CMI pour aller de l'avant, notamment des suggestions pour l'amélioration et l'affinement du modèle hydrodynamique, des sites pour la collecte continue des données et les besoins en matière de données supplémentaires (p. ex., un seul modèle d'élévation digital (*DEM*) pour l'ensemble du bassin versant du lac Champlain et de la rivière Richelieu). En outre, le groupe de travail technique a recommandé la mise sur pied d'une entité chargée de coordonner les efforts des organismes gouvernementaux responsables de produire les prévisions de niveau d'eau.

2.3 Zones d'étude

2.3.1 Lac Champlain

Le lac Champlain couvre une superficie de 1 127 km² et son bassin versant en couvre 21 326 km². Cette superficie abrite plus de 600 000 habitants répartis dans les États de New York et du Vermont et la province de Québec (figure 1). D'une longueur de 193 km et contenant 26 millions de mètres cubes d'eau, le lac Champlain s'écoule vers le nord jusqu'à la rivière Richelieu, puis jusqu'au fleuve Saint-Laurent. Les sols fertiles du bassin offrent de vastes étendues pour des activités agricoles et ses eaux assurent un approvisionnement en eau potable pour plusieurs municipalités. On y retrouve des habitats pour une faune abondante et nombreuses activités récréatives. Comme ses eaux s'étendent dans les États américains de New York et du Vermont, et dans la province de Québec, son histoire est riche et il soutient une économie binationale dynamique. Le lac Champlain comprend cinq grands secteurs uniques (le sud, la section principale, la baie Malletts, la section Nord-Est et la baie Missisquoi), chacun ayant une bathymétrie, des problèmes de qualité de l'eau et un caractère communautaire différent. En plus des défis inhérents à une gestion du lac relevant de plusieurs entités gouvernementales, chacun des secteurs influence les autres, de sorte qu'il est essentiel de continuer d'utiliser une approche de gestion à l'échelle du bassin versant du lac Champlain.

Figure 1. Le bassin versant du lac Champlain couvre une superficie de 21 326 km² et comprend 11 sous-bassins versants importants. Lake Champlain Basin Atlas, 2018



2.3.2 Rivière Richelieu

La rivière Richelieu, qui s'étend sur 124 km, prend sa source dans la partie nord du lac Champlain et elle est l'un des principaux affluents du lac Saint-Pierre dans le fleuve Saint-Laurent. Le bassin versant de la rivière Richelieu couvre une superficie de 2 546 km². En raison de ses sols fertiles et du climat doux, l'agriculture représente une activité prédominante dans tout le bassin versant, sur près de 70 % de sa superficie dont 76,9 % sont des grandes cultures. Les milieux anthropiques occupent 9,7 % du territoire et les milieux forestiers et humides ne comptent respectivement que pour 15 et 2,4 % (Simoneau et coll., 2017). En 2014, la population permanente du bassin versant de la rivière Richelieu comptait 469 113 habitants répartis sur le territoire, soit une densité de population de 184 habitants/km² (COVABAR, 2015).

2.3.3 Baie Missisquoi

La baie Missisquoi occupe une superficie totale 77,5 km², ce qui représente environ 7 % de la superficie totale du lac Champlain. La profondeur de la baie est en moyenne 2,8 mètres et peut atteindre environ 5 mètres. Le rapport entre la superficie de la baie Missisquoi et de son bassin versant est de 40/1, et ce ratio relativement élevé rendrait la baie Missisquoi plus vulnérable à l'utilisation du territoire (Levine et al., 2012). Les caractéristiques naturelles de la baie Missisquoi la rendent particulièrement vulnérable à l'eutrophisation compte tenu de sa faible profondeur moyenne, de la circulation hydraulique complexe, de la température au fond relativement élevée et de l'absence de stratification thermique (EXXEP, 2004). Les zones de drainage et les juridictions des principaux affluents de la baie Missisquoi sont résumées au tableau 1

Tableau 1. Superficie des sous-bassins du bassin versant de la baie Missisquoi

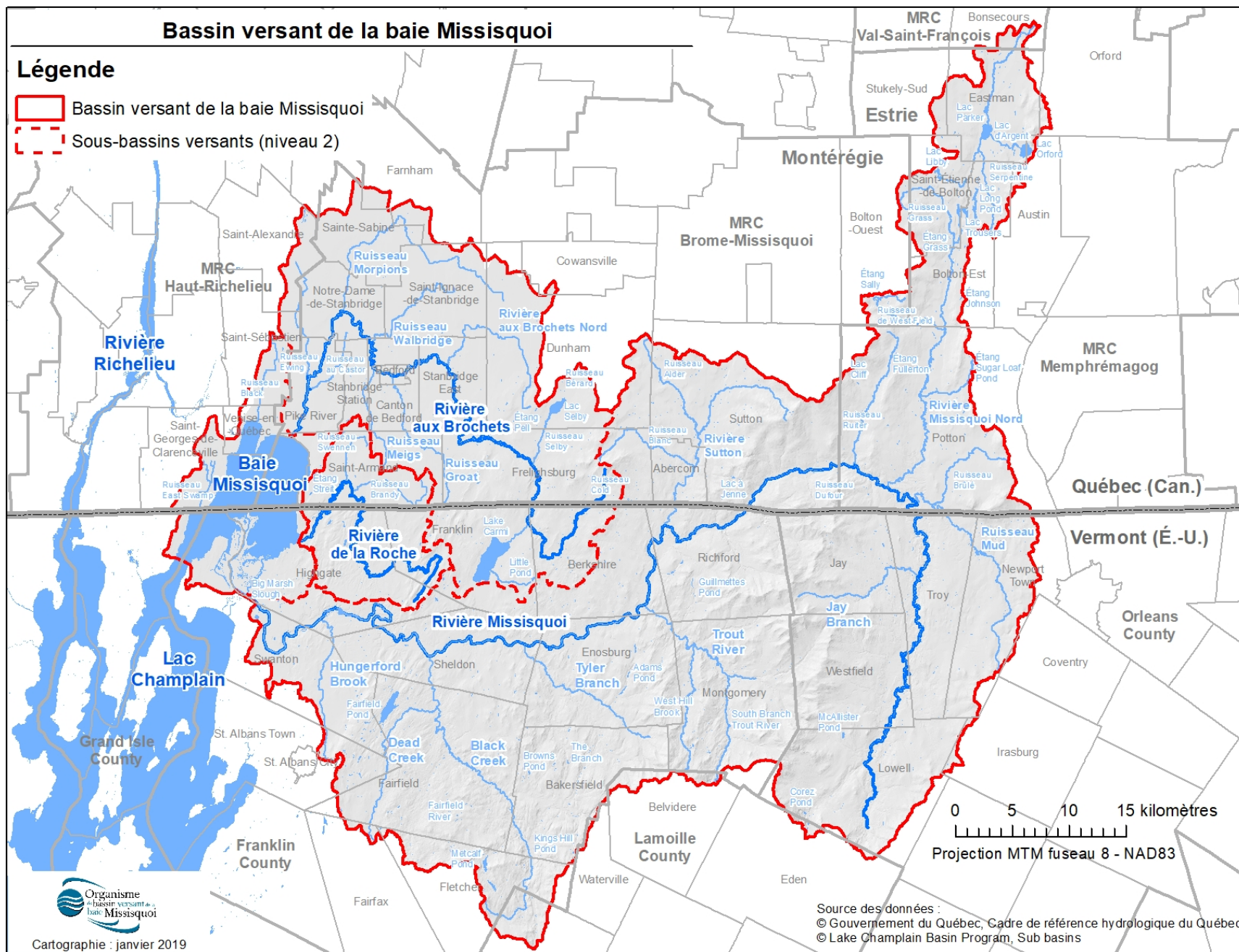
Sous-bassin	Superficie au Québec		Superficie au Vermont		Superficie totale	
	km ²	% au Qc	km ²	% du Vt	km ²	% du total
Drainage direct à la baie	56	51 %	54	49 %	110	4 %
Rivière de la Roche	52	36 %	92	64 %	144	5 %
Rivière aux Brochets	552	84 %	102	16 %	653	21 %
Rivière Missisquoi	652	29 %	1 562	71 %	2214	71 %
TOTAL Bassin versant baie Missisquoi	1 311	42 %	1 810	58 %	3122	100 %

Sources : DEH, 2018; LCBP, HUC12 2013 v2

La population permanente de la partie québécoise du bassin versant de la baie Missisquoi a été estimée à 23 650 habitants en 2017, et elle a augmenté de 17 % depuis 1996 (ISQ, 2018). La population saisonnière, qui comprend les occupants de résidences secondaires et de chalets situés principalement à Sutton, Venise-en-Québec, Potton et Eastman, est estimée à environ 15 300 habitants (MRC Brome Missisquoi, 2013). La population estivale totale de la partie québécoise du bassin versant est donc d'environ 39 000 habitants. En 2010, la partie du bassin versant située sur le territoire du Vermont comptait une population estimée à 25 620 habitants (US Census Bureau, 2010). Toutefois, les données sur la population saisonnière ne sont pas disponibles pour la partie située sur le territoire du Vermont. La population totale du bassin versant (Québec et Vermont) est estimée à 49 270 résidents permanents.

La baie Missisquoi est la source d'eau potable de milliers de personnes, une ressource économique et récréative importante pour la région. La baie compte plusieurs plages et terrains de camping sur son territoire, environ 900 sites et contient des milieux humides et des habitats fauniques d'importance internationale. La baie Missisquoi est un endroit populaire pour les plaisanciers dont les amateurs de planche à voile et de cerf-volant de traction (*kitesurf*).

Figure 2. Le bassin versant de la baie Missisquoi couvre une superficie de 3 122 km² (OBVBM, 2019)



2.4 Revue de la littérature et assurance de la qualité

La revue de la littérature se veut représentative de l'état actuel des connaissances sur les problèmes liés à l'apport de nutriments et aux cyanobactéries dans le lac Champlain et la baie Missisquoi. Elle porte sur les principales sources, causes et dynamiques des nutriments dans les zones d'étude et sur l'influence de ces nutriments sur la prolifération des cyanobactéries. De plus, elle propose une analyse de l'efficacité de divers programmes et politiques visant à gérer les nutriments et les cyanobactéries et à maîtriser leurs répercussions sur la santé publique et l'environnement.

La revue de la littérature au Vermont a été effectuée et approuvée conformément au *Quality Assurance Project Plan (QAPP)*. L'information a été obtenue d'articles revus par des paires, de thèses universitaires approuvées, de rapports gouvernementaux et d'autres rapports techniques, ainsi que des informations issues de la recherche active menée dans le cadre du Lake Champlain Basin Program. Des sources originales ont été recueillies pour des références citant les données de d'autres études. *Zotero*, un logiciel de gestion de référence ouvert et libre, a été utilisé pour gérer et organiser collectivement les documents de référence.

Les auteurs ont examiné plus de 300 références, dont près de 200 sont citées dans ce rapport. Les travaux concernant les zones d'étude du lac Champlain, de la rivière Richelieu et de la baie Missisquoi ont eu la priorité sur les études menées ailleurs. OBVBM et LCBP ont complété ces références en menant des entretiens avec des professionnels des bassins versants; les informations recueillies lors de ces entretiens ont été utilisées pour élaborer un ensemble de recommandations de gestion.

En ce qui concerne les mentions du phosphore partout dans le rapport, ce nutriment est mesuré et désigné de plusieurs façons, y compris le phosphore total (PT), le phosphore réactif soluble (PRS) et le phosphore particulaire (PP). Moore (2016) présente une description détaillée des diverses formes de phosphore et de la nomenclature connexe. Sauf indication contraire, le terme « phosphore », utilisé dans le présent rapport, renvoie au phosphore total.

2.5 Vermont EPSCoR

Deux récents projets de recherche EPSCoR / NSF au Vermont ont lancé de grandes études interdisciplinaires axées sur la compréhension des facteurs sociaux et écologiques de la qualité de l'eau dans la baie Missisquoi (<https://epscor.w3.uvm.edu/epscor/>). Cette recherche a généré un grand nombre d'études basées sur les processus qui relient des conditions environnementales distinctes (par exemple le climat, la météo, les apports des bassins versants, l'hydrologie et l'hydrodynamique des baies) qui opèrent sur plusieurs échelles de temps (par exemple, quotidiennement, saisonnières, interannuelles) à la charge en nutriments interne et externe dans la baie et les cyanobactéries qui en résultent fleurissent. De plus, un modèle d'évaluation intégré (IMA) qui comprend des modèles sociaux, de gouvernance, de climat, météo, hydrologiques, hydrodynamiques et de qualité de l'eau du bassin Missisquoi a été développé dans le cadre de ce corpus de recherche (p. Ex. Zia et al., 2016). Le développement de cet outil puissant est en cours, mais cet IAM a été et continuera d'être un outil utile pour la communauté des parties prenantes pour explorer les effets couplés de différents scénarios de changement climatique et / ou des initiatives de gestion des bassins versants et des lacs sur la qualité de l'eau de la baie, et comment la qualité de l'eau dans la baie pourrait évoluer au cours des prochaines décennies en réponse à ces changements. En tant que tel, il s'agit d'un outil que la communauté devrait continuer à utiliser lorsque cela est possible et pertinent pour éclairer les futures initiatives visant à promouvoir la qualité de l'eau dans la baie.

3 Principaux enjeux liés à l'apport de nutriments et aux cyanobactéries

3.1 Aperçu des enjeux liés à l'apport de nutriments et aux cyanobactéries dans le lac Champlain et la baie Missisquoi

Le lac Champlain fait face à plusieurs défis en ce qui concerne la qualité de l'eau, incluant les changements climatiques, les espèces aquatiques envahissantes et la pollution par nutriments (Smeltzer, Shambaugh et Stangel 2012; Lake Champlain Basin Program, 2018). La prolifération des cyanobactéries est l'une des plus grandes menaces avec laquelle doivent composer les collectivités du lac Champlain. Ces proliférations engendrent une multitude d'obstacles pour les économies locales et la santé publique, notamment en limitant l'utilisation des eaux à des fins récréatives et en raison des effets potentiels sur la santé de l'exposition aux cyanotoxines dans les eaux récréatives et l'eau potable. La localisation, le moment et l'intensité des proliférations de cyanobactéries varient d'une année à l'autre, mais on les observe souvent à la fin de l'été dans la baie Missisquoi et elles peuvent persister pendant plusieurs semaines à chaque occurrence (Shambaugh, 2016; Pearce et coll., 2013).

Ce ne sont pas toutes les espèces de cyanobactéries qui produisent des toxines, et celles qui peuvent en produire n'en produisent pas systématiquement. Les toxines des cyanobactéries peuvent être nocives pour les humains, les animaux de compagnie et la faune, et peuvent agir sur plusieurs parties du corps humain. En plus de l'irritation cutanée et des symptômes gastro-intestinaux qui peuvent être causés par le contact avec les cyanobactéries, les hépatotoxines (p. ex., microcystine et cylindrospermopsine) peuvent endommager le foie, et les neurotoxines (p. ex., anatoxine et la BMAA, ou bêta-méthylamino-L-alanine) peuvent endommager le système nerveux (Shambaugh, 2016). Une étude à court terme qui a analysé la microcystine et l'anatoxine-a dans les usines de traitement d'eau de Burlington et de Champlain a révélé de faibles concentrations de ces toxines dans des échantillons d'eau brute et d'eau traitée (Boyer et coll., 2004) cependant les améliorations récentes apportées aux systèmes de traitement de l'eau ont réduit ce risque dans de nombreux systèmes. L'échantillonnage continu des installations d'eau potable s'approvisionnant dans le lac Champlain est examiné plus en détail à la section 2.2.3. Hormis la baie Missisquoi et le secteur Nord-Est, les concentrations de microcystine sont généralement très faibles dans l'ensemble du lac et très rarement relevées dans l'eau potable brute et n'ont pas été détectés dans l'eau traitée (Boyer et coll., 2004; Lake Champlain Basin Program, 2018; Shambaugh et coll., 2017).

Bien que le relevé paléolimnologique des sédiments du lac Champlain fasse état de la présence de cyanobactéries (Levine et coll., 2012), les proliférations de cyanobactéries sont plus fréquentes lorsque l'apport de phosphore provenant de l'utilisation des terres est considérable et que la température de l'eau est plus élevée (Facey et coll., 2012). En ce qui concerne le lac Champlain, les prévisions sur les changements climatiques prêtent à penser que l'élévation des températures de l'air et de l'eau du bassin versant réunira des conditions plus propices à la croissance des cyanobactéries (Shambaugh, 2016; Îles, 2016). La Direction de l'expertise hydrique du Québec (DEH) a produit l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional, qui dresse un portrait de l'impact des changements climatiques sur les régimes hydrologiques (crues, périodes d'étiage, hydrologie du Québec méridional d'ici 2050 (CEHQ, 2013 et 2015). Pour ce qui est de l'hydrologie de la rivière Missisquoi et la rivière aux Brochets, la DEH prévoit une augmentation très probable du débit moyen hivernal-printanier et une diminution probable du débit moyen été-automne (DEH, 2018). Selon les données de la DEH et de l'USGS, toutes les stations hydrométriques du bassin versant de la baie ont observé une augmentation des débits annuels moyens depuis le début de leurs

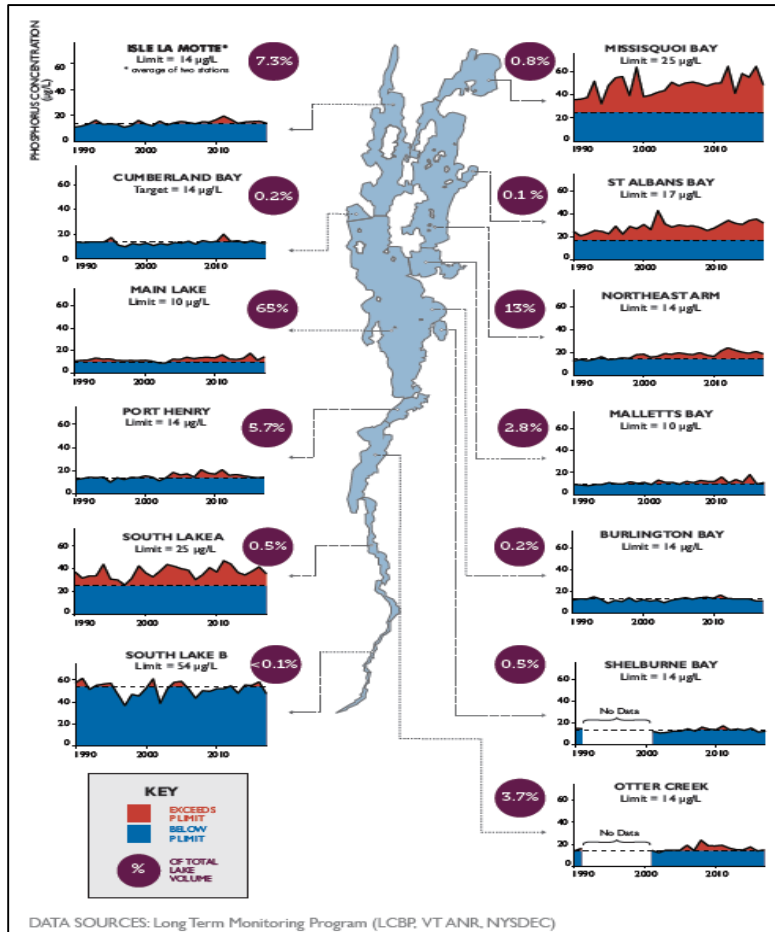
activités (CEHQ, 201). On s'attend à ce que la fonte printanière s'amorce plus tôt, graduellement vers février, et culmine en mars plutôt qu'en avril (Mehdil, 2013).

La croissance des cyanobactéries dépend de la concentration de phosphore biodisponible, qui est souvent considéré comme un nutriment limitant dans les systèmes d'eau douce (Wetzel, 2001; Isles, 2016). Les concentrations excessives de phosphore continuent de poser un problème dans le lac Champlain et les travaux visant à établir les TMDL de phosphore ont été entrepris dans les années 1990. Pour les besoins de la gestion des concentrations de phosphore, le lac est divisé en 13 secteurs, et le TMDL du phosphore provenant de la partie du bassin située au Vermont a été établie par l'EPA pour 12 d'entre eux (U.S. EPA, 2016). En 2002, le *NYSDEC* a établi la TMDL du phosphore provenant de la partie du bassin située dans l'État de New York. Aucune tendance établie à long terme n'a été observée dans l'un ou l'autre des secteurs du lac, à l'exception du secteur Nord-Est, où une tendance à la hausse a été observée de 1990 à 2017 (Lake Champlain Basin Program, 2018). D'une façon générale, les limites de phosphore établies pour les secteurs de la baie Missisquoi, de la baie St-Albans, South Lake A et du secteur Nord-Est sont dépassées (figure 3).

Souvent, le phosphore est importé dans le bassin versant via une utilisation d'engrais et de fumier et des aliments pour animaux, et la production agricole est la plus grande source de phosphore dans le lac (U.S.EPA 2016). L'importation d'aliments pour animaux a également été une source d'augmentation du phosphore: l'importation d'aliments dans le bassin versant du lac Champlain permet aux agriculteurs d'augmenter la densité animale et d'améliorer la productivité animale. Bien qu'une grande partie du phosphore soit transférée dans le lait et les produits laitiers qui sont exportés du bassin versant, une partie de ce phosphore reste dans le bassin versant sous forme de fumier accru et de fumier à teneur plus élevée en nutriments (Wironen, Bennett et Erickson 2018). De plus, un défi majeur pour faire face à la charge de phosphore dans le lac est qu'une partie de la contribution provient du phosphore qui a été ajouté au sol par des pratiques agricoles à long terme. Ce phosphore accumulé dans le sol continuera d'atteindre les cours d'eau dans un avenir prévisible malgré les efforts de réduction actifs (Lake Champlain Basin Program 2018).

Deux autres sources de préoccupation pour le phosphore sont les zones urbaines terres et les sédiments des berges érodées de cours d'eau. Les zones urbaines représentent environ 4% de la superficie totale du bassin du lac Champlain, mais 16% de sa charge totale de phosphore (U.S.EPA 2016; Lake Champlain Basin Program 2018). Cela est généralement dû à une proportion plus élevée de précipitations qui s'écoulent des terres développées en raison de surfaces imperméables. Ces surfaces imperméables génèrent des charges polluantes associées au ruissellement des sédiments accumulés, et l'augmentation du ruissellement de surface peut également aggraver l'érosion des canaux. Les berges sont particulièrement vulnérables à l'érosion des sédiments dans les zones où la végétation est insuffisante et les plaines inondables fonctionnelles. Les sédiments des berges érodées produisent 165 tonnes métriques (tm) de phosphore au lac Champlain chaque année, ce qui représente environ 18% de la charge totale de phosphore dans le lac (Lake Champlain Basin Program 2018). Comme le montre la figure 3, la baie Missisquoi demeure le segment lacustre le plus problématique pour la concentration de phosphore.

Figure 3. Concentrations annuelles de phosphore et cibles de TMDL pour les 13 secteurs de lac de 1990 à 2017 (Lake Champlain Basin Program, 2018)



Les rejets de sources ponctuelles provenant des installations de traitement des eaux usées contribuent relativement peu au problème du phosphore dans la baie Missisquoi et ont ajouté à peine 1,7 % à l'apport total dans la baie de 2001 à 2010 (USEPA, 2016). De 1991 à 2009, à l'échelle du lac, les mesures de réduction du phosphore mises en place par les installations de traitement des eaux usées ont entraîné une diminution de 83 % de l'apport de phosphore provenant des eaux usées du bassin versant du lac Champlain. En 2016, les installations de traitement des eaux usées représentaient moins de 2% de la charge totale de phosphore du lac (US EPA 2016).

En plus des contributions externes, la charge interne de phosphore pose un problème dans la baie. Les sédiments qui se sont déposés au fond du lac emmagasinent le phosphore et agissent comme un réservoir qui peut libérer du phosphore au fil du temps lorsque les conditions de l'eau y sont propices. La quantité de phosphore rejetée par les sédiments benthiques dépend du vent, du débit et d'autres facteurs qui influent sur la dilution, la stabilité de la colonne d'eau et les niveaux d'oxygène à l'interface eau-sédiments (Giles et coll., 2016). Une étude menée par Levine et coll. (2011) sur l'évolution des sédiments de la baie Missisquoi a révélé que le taux d'accumulation des sédiments antérieur était d'environ 0,6 kg/m²/an à la fin du XIX^e siècle. Ce taux a augmenté graduellement et connu une augmentation importante dans les années 1990, atteignant 1,4 kg/m²/an. Le phosphore présent dans les sédiments contribue à la

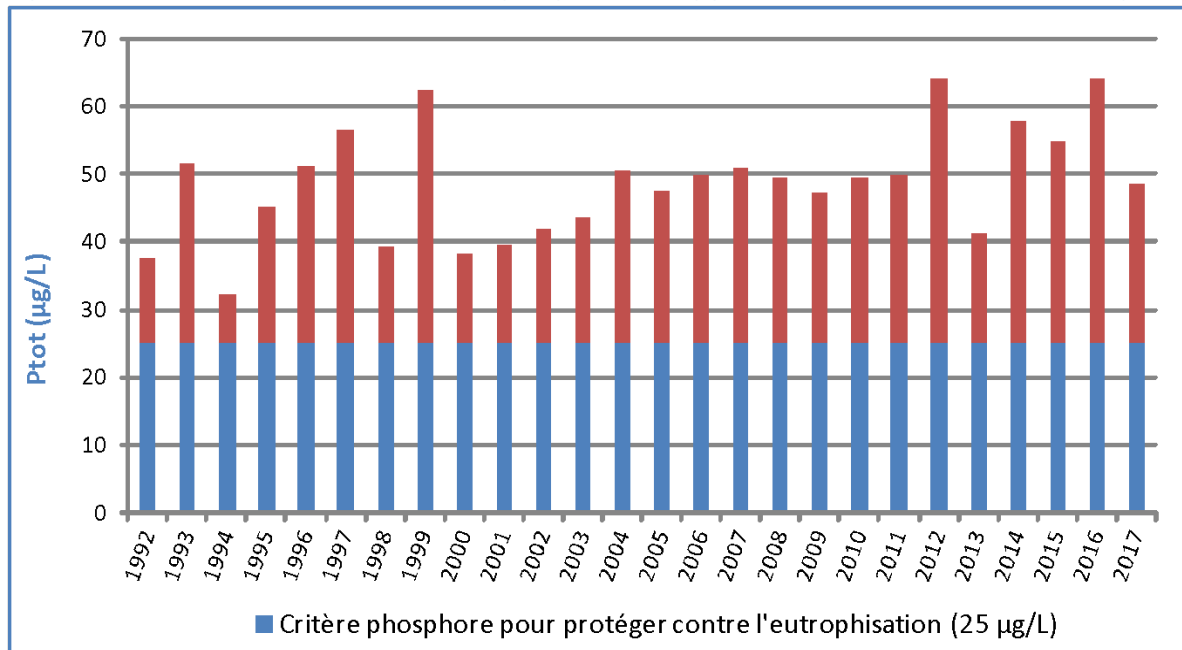
prolifération des cyanobactéries, à l'accélération de l'eutrophisation du lac et à la dégradation de son écosystème aquatique. De plus, en raison de cette charge interne, il devient encore plus difficile d'atteindre la concentration de phosphore cible de 0,025 mg/L pour la baie Missisquoi.

3.2 Analyses détaillées de la baie Missisquoi et du bassin versant

La baie Missisquoi est affectée négativement par l'eutrophisation depuis des décennies. Par exemple, de juin à septembre 1967, la concentration moyenne de phosphore était de 0,085 mg/L à la frontière canado-américaine (Fontaine et coll., 1968). L'examen des données montre que la concentration de phosphore a augmenté de 72 % de 1979 à 2009, et que celle de la chlorophylle a doublé au cours de la même période (Smeltzer et coll., 2012).

La figure 4 illustre l'ampleur des dépassements des concentrations moyennes annuelles de phosphore à la station 50 depuis 1992, par rapport à la cible de 0,025 mg/L (LCBP, 2018).

Figure 4 : Concentrations excédant le critère phosphore de 25 µg/l à la station 50 dans la baie Missisquoi



Source : LCBP, 2018

Selon la TMDL de 2016, l'apport estimé de 2001 à 2010 était de 72,4 tm/an (35 %) pour le Québec et de 136,3 tm (65 %) pour le Vermont, pour un total de 208,7 tm/an (TetraTech, 2015). L'apport cible total à atteindre selon cette nouvelle TMDL serait de 81,0 mt de phosphore par année pour atteindre la concentration cible de 0,025 mg/L dans la baie Missisquoi, soit 32,4 mt pour le Québec et 48,6 mt pour le Vermont (TetraTech, 2015). L'apport interne de phosphore a été pris en compte dans l'examen du TMDL de 2016 à l'issue duquel le Vermont et le Québec se sont vus contraints de réduire encore davantage les apports des affluents.

Tableau 2. Charges quotidiennes maximales totales de la baie Missisquoi (apport de base et charge maximale) 2002 et 2016

	Entente QC-VT (TMDL 2002)		TMDL 2016	
	Charge de base (mt/an) (1991) (%)	Charge maximale (mt/an) (% de réduction)	Charge de base (mt/an) (2001-2010) (%)	Charge maximale (mt/an) (% de réduction)
Québec	66,2 (40 %)	38,9 (41 %)	72,4 (35 %)	32,4 (55 %)
Vermont	101,1 (60 %)	58,3 (42 %)	136,3 (65 %)	48,6 (64 %)
TOTAL	167,3 (100 %)	97,2 (42 %)	208,7 (100 %)	81,0 (61 %)

Sources : Hegman et coll., 1999, TetraTech, 2015

Malgré une augmentation réelle des charges de phosphore vers la baie Missisquoi, l'analyse comparative des relations concentration-débit de phosphore entre les périodes 2001-2005 et 1990-1992 démontrait une baisse importante des concentrations de phosphore pour la plage des faibles débits ($< 10^8$ m³/an), ce qui reflète l'effet des interventions d'assainissements urbain et industriel et une baisse significative des concentrations de phosphore pour la plage des débits élevés ($\geq 10^8$ m³/an), ce qui suggère une amélioration associée à l'assainissement agricole (Smeltzer et Simoneau, 2008). Par exemple, en comparaison avec les données de 1991, les charges de phosphore ponctuelles provenant des eaux usées municipales ont diminué de 73 % au Vermont et de 74 % au Québec pour la période 2001-2005 (Smeltzer et Simoneau, 2008). Selon l'étude des tendances pour la période 1990-2008, publiée en 2009 par le LCBP en collaboration avec le MELCC, les charges de phosphore de la rivière Missisquoi, calculées par bloc de deux ans, seraient demeurées stables (Smeltzer et al., 2009). Pour les deux rivières, Missisquoi et aux Brochets, les charges auraient connu une diminution entre 1990 et 2000 pour ensuite remonter entre 2000 et 2008, suivant l'augmentation des débits moyens au cours de cette période (Smeltzer et al., 2009).

Le *US Geological Survey* et le LCBP ont déployé plusieurs efforts pour estimer les tendances de charge de 18 des principaux affluents du lac Champlain en utilisant le modèle de régression pondérée selon le temps, le débit et la saison (WRTDS) (Medalie, 2012; Medalie, 2014; Medalie, 2016 ; Vaughan, 2019). Patoine (2017) a utilisé le même modèle pour estimer les charges de phosphore de 2009 à 2012 pour tous les cours d'eau surveillés par le MELCC au Québec, y compris la rivière Pike. Le modèle WRTDS comprend une méthode pour réduire l'influence de la variabilité hydrologique annuelle afin d'étudier les tendances de la qualité de l'eau. Le rapport le plus récent n'a révélé aucune tendance significative de la charge totale de phosphore des rivières Missisquoi ou Pike sur l'ensemble des données disponibles de 1991 à 2017. Cependant, il y a eu une augmentation significative de la charge totale de phosphore de la rivière Missisquoi au cours de la période 2004-2017. Cette analyse a également montré des diminutions significatives de la charge totale de phosphore dans la rivière aux Brochets au cours de la période de 1991 à 2004, ce qui corrobore les conclusions similaires mentionnées ci-dessus (Vaughan 2019).

Dans la partie située au Québec, les tendances à la baisse observées depuis 1999 dans certains affluents de la baie Missisquoi témoignent d'améliorations importantes en ce qui concerne les plages de débit faible et les apports de sources ponctuelles, et certains sous-bassins versants en terres agricoles présentent des signes positifs. Quoiqu'il en soit les apports semblent demeurer stables depuis 2006, malgré les efforts de réduction du phosphore déployés. La stabilité relative de l'apport de phosphore observée à partir de 2006

tient du fait que les apports résiduels proviennent principalement de sources diffuses (Simoneau, 2019; OBVBM Interviews, 2019). La combinaison des efforts d'assainissement a aidé à réduire l'apport de phosphore. Toutefois, les concentrations élevées qui demeurent associées aux débits élevés trahissent la lenteur de la réduction de cet apport (Simoneau, 2019; OBVBM Interviews, 2019).

Plusieurs hypothèses ont été formulées pour expliquer la stagnation des concentrations dans certains cours d'eau :

- Les interventions visant à produire des changements mesurables sont inadéquates et non durables.
- Les interventions n'ont pas influé sur les secteurs critiques de façon suffisante.
- Des interventions suffisantes sont trop récentes pour que leurs effets soient mesurables.
- La mise en œuvre de pratiques agroenvironnementales ne peut effacer les effets des pratiques de fertilisation antérieures qui ont mené à un enrichissement excessif des sols.

Malgré l'absence de preuves d'amélioration depuis 2006, cette stabilité indique néanmoins que les interventions ont empêché, dans une certaine mesure, la dégradation de la qualité des cours d'eau en dépit des pressions qu'ils subissent (Simoneau, 2019). Toutefois, dans les principaux affluents de la baie Missisquoi, les concentrations et les charges de nutriments et de sédiments demeurent excessives par rapport aux cibles et aux critères de protection des écosystèmes et de la baie. Des efforts considérables doivent encore être déployés pour réduire l'apport de phosphore dans le bassin versant de la baie Missisquoi, y compris celui de sources diffuses.

3.2.1 Hydrodynamique

La baie Missisquoi est la baie la plus au nord du lac Champlain, et son hydrodynamique est relativement simple en raison de sa faible profondeur et de sa connectivité limitée avec les autres secteurs du lac Champlain par le passage d'*Alburgh*. L'ouverture restreinte à l'extrémité sud de la baie Missisquoi concentre l'écoulement de l'eau vers l'extérieur de la baie dont 86 % du volume s'écoule vers l'extérieur par le passage d'*Alburgh* et la baie Carry (Marsden et Langdon, 2012). L'exutoire de la baie Missisquoi, dont la largeur naturelle est d'environ 1 350 m, est contraint par un rétrécissement important causé par deux remblais totalisant 1 080 m, des vestiges de l'ancien pont-jetée Alburgh-Swanton, qui laisse une ouverture de 270 m au centre, soit 20 % de la largeur naturelle.

La baie reçoit de l'eau de trois affluents : les rivières Missisquoi, aux Brochets et de la Roche. La plus longue de ces trois rivières est la rivière Missisquoi, qui fait environ 142 km. L'utilisation du territoire de cet affluent est répartie en secteurs boisées (60 %), agricoles (24 %) et urbains (6 %) (Vermont DEC, 2013). La rivière Missisquoi déverse 79 % de l'eau vers la baie (Limnotech, 2012). Les superficies du bassin versant de la rivière aux Brochets présentent une composition semblable, alors que 51 % sont boisées, 34 % sont utilisées à des fins agricoles et 5 % à des fins urbaines (Vermont DEC, 2013). Enfin, les superficies du bassin versant de rivière de la Roche sont boisées, utilisées à des fins agricoles et abritent des milieux urbains, dans des proportions respectives de 40 %, 41 % et 5 %, et 7 % en milieux humides. Les rivières aux Brochets et de la Roche contribuent respectivement à 18 % et à 3 % du déversement d'eau dans la baie (Limnotech, 2012).

L'hydrodynamique de la baie Missisquoi est principalement tributaire des vents (Manley et coll., 1999), mais elle est également affectée par la dynamique thermique, le rayonnement solaire et des débits des

affluents (Isles, 2016). Quatre modes de circulation ont été cernés : le ralentissement hivernal, la fonte printanière, mélangé en été et stratifié en deux couches l'été (Manley et coll., 2018).

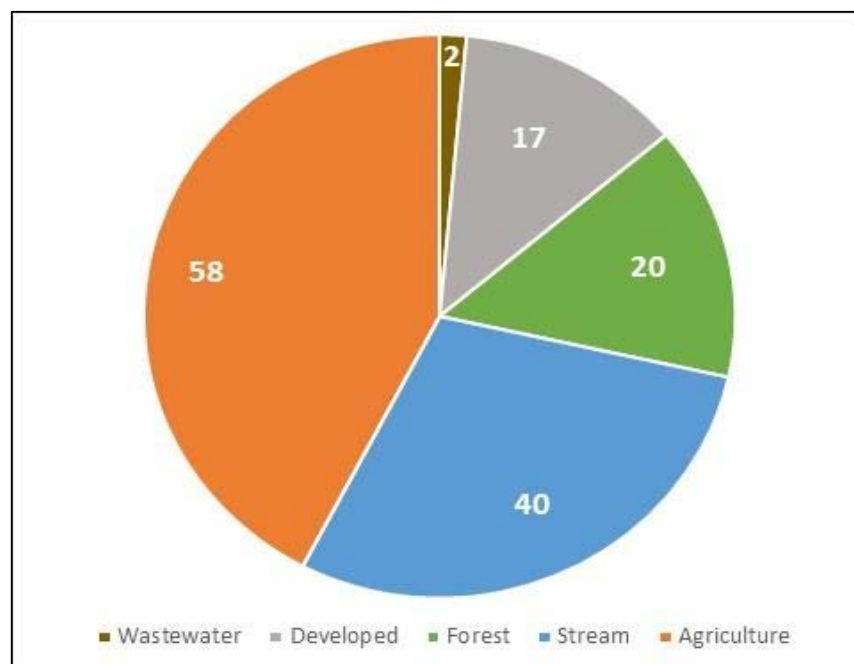
Le bassin de la baie Missisquoi abrite 25 barrages, chacun ayant des utilités différentes. Ces barrages modifient le débit et affectent la qualité de l'eau et le transport des sédiments (Vermont DEC, 2013). Le drainage souterrain modifie également l'hydrologie du bassin versant et augmente le débit d'eau total provenant des champs tout en réduisant la quantité d'eau de surface (Moore, 2016). Environ 75 % des cours et des plans d'eau du bassin de la baie Missisquoi ont subi des influences attribuables à des modifications de l'utilisation du territoire et de l'hydrologie, ainsi qu'à des réalignements anthropiques (Potter et coll., 2008).

3.2.2 Enrichissement en nutriments

Dynamiques, sources et causes

Les concentrations de phosphore dans la baie Missisquoi dépassent constamment le critère de phosphore du Vermont et du Québec de 0,025 mg / L. Au cours de la période de 2001 à 2010, les sources du Vermont ont contribué en moyenne 136 tm/an de phosphore, dont 42 % provenaient de sources agricoles et 29 % de cours d'eau, principalement à cause de l'érosion des berges (U.S. EPA, 2016). Les taux moyens d'apport de phosphore ont été analysés pour les sous-bassins du bassin versant de la baie Missisquoi. Les sous-bassins affichant les taux moyens d'apport de phosphore les plus élevés ont été ceux de la rivière Missisquoi près de l'embouchure, de la rivière aux Brochets, de la rivière Missisquoi Nord et de la rivière Upper Missisquoi (Smeltzer et Simoneau, 2008). Les charges de phosphore provenant des secteurs urbains, boisés et agricoles sont parmi les plus élevées de tous les secteurs du lac Champlain (U.S. EPA, 2016). Le Figure 5 ci-dessous illustre le rôle majeur des sources agricoles dans l'enrichissement en nutriments de la baie Missisquoi.

Figure 5. Apport de phosphore (tm/an) dans la baie Missisquoi de la partie du sous-bassin située au Vermont, 2001-2010



Source : Données de l'U.S. EPA, 2016.

Des sources ponctuelles sont réparties dans tout le bassin versant du lac Champlain. Le Vermont compte sept ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées et un ouvrage de traitement des eaux usées industrielles, tandis que le Québec compte huit ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées (Missisquoi Bay Phosphorus Reduction Task Force 2000). Toutefois, les rejets d'eaux usées se sont avérés être une source relativement faible d'apport de phosphore dans la baie Missisquoi. En 2002-2005, ils ne représentaient que 2 % de l'apport de phosphore total du Vermont et 3 % de l'apport de phosphore total du Québec (Smeltzer et Simoneau 2008). Les autres zones urbaines présentaient des charges de phosphore qualifiées de « moyennes » par comparaison à d'autres classifications d'utilisation des sols, mais comme les zones urbaines ne représentent que 6 % de la superficie du bassin versant de la baie Missisquoi, l'apport de phosphore est considéré comme « faible » (Winchell et coll., 2011).

L'érosion des berges est une source importante de nutriments et contribue à environ 29 % à 40 % du phosphore dans la baie Missisquoi (Morrissey et Rizzo, 2010; Winchell et coll., 2011; Langendoen et coll., 2012; U.S. EPA, 2016) et environ 29 % à 42 % de la quantité totale de matières en suspension déposées dans la baie chaque année (Langendoen et coll., 2012). Des études du bilan masse du phosphore ont révélé que les sédiments déposés jouent un rôle important dans le cycle du phosphore de la baie, les sédiments résiduels agissant à la fois comme source et réservoir de phosphore (Limnotech, 2012). Les flux sédimentaires sont responsables de 20 % et de 43 % des apports de phosphore total pendant toute l'année et l'été, respectivement (Limnotech, 2012). En plus des sources provenant de l'érosion des berges, l'érosion causée par les pratiques agricoles ou forestières peut également jouer un rôle dans le dépôt de nutriments. Le labourage annuel des champs de maïs, ainsi que l'instabilité des berges causée par la circulation de la faune, peuvent également contribuer à l'érosion et, par conséquent, à l'apport de phosphore dans les cours d'eau et éventuellement la baie Missisquoi (Potter et coll., 2008).

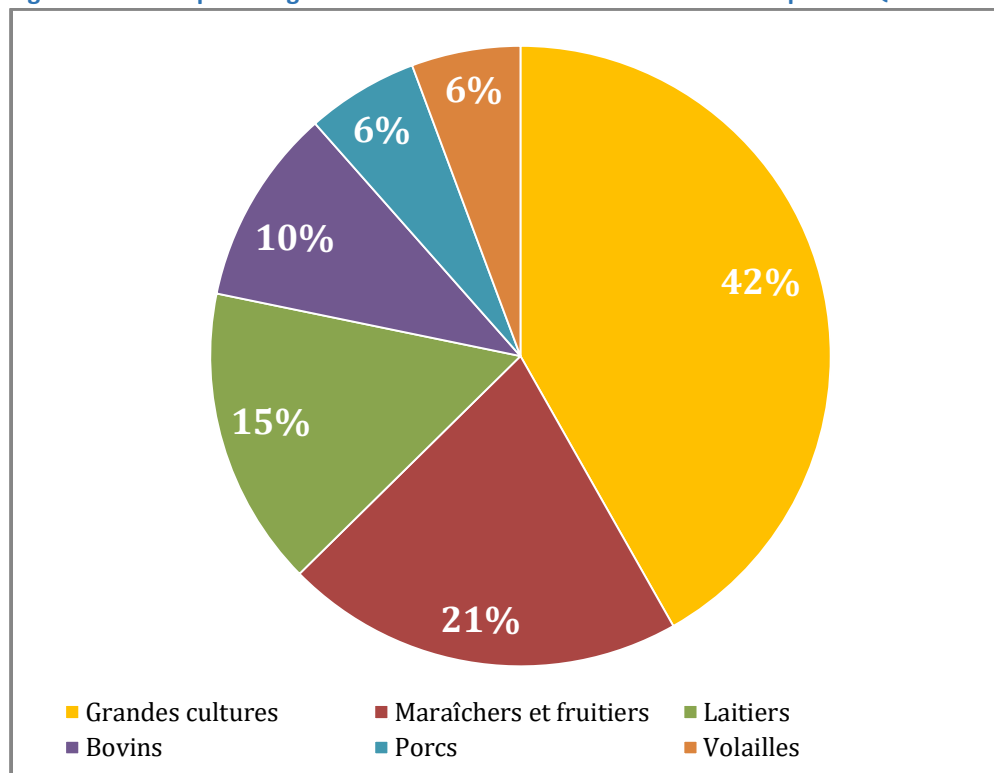
Figure 6. Taux d'apport de P total et par rapport au ratio charge-superficie pour les principales utilisations du territoire au Vermont (Évaluation des zones de sources critiques) Source: TetraTech, Inc.



Les nutriments provenant de sources agricoles dans le bassin versant de la baie Missisquoi ont été désignés comme les principales causes de sa dégradation (Smeltzer et Simoneau, 2008; U.S. EPA, 2016). On dénombre 290 fermes laitières dans la partie du bassin versant située au Vermont et plus 100 fermes de production animale (Vermont DEC, 2013).

Dans la portion québécoise du bassin versant de la baie Missisquoi, selon les données du MAPAQ issues des fiches d'enregistrement des exploitations agricoles de 2019, on retrouve 490 fermes dont le site principal d'exploitation est situé dans le bassin versant, contre 626 en 2010 (MAPAQ, 2019). Les fermes produisant des grandes cultures (265) et celles spécialisées dans production laitière (99) sont les plus répandues, suivies par les productions horticoles (fruits de champs (45), vergers (54), légumes de champs (33)), de bovins de boucherie (65), les productions porcines (37), les productions de poulet et dindons (36). C'est dans le sous-bassin de la rivière aux Brochets que l'on retrouve de loin le plus grand nombre de fermes avec 359, suivie de la rivière Missisquoi (70). Les bassins versants de la rivière de la Roche (34) et du drainage direct vers la baie (27) en comptent un nombre plus restreint. Le bassin versant de la baie Missisquoi (Québec et Vermont) est d'ailleurs le sous-bassin du lac Champlain où l'on retrouve en 2005 le plus grand nombre de fermes et le plus grand nombre d'unités animales par hectare (Watzin, 2005).

Figure 7. Fermes par catégorie dans le bassin versant de la baie Missisquoi au Québec

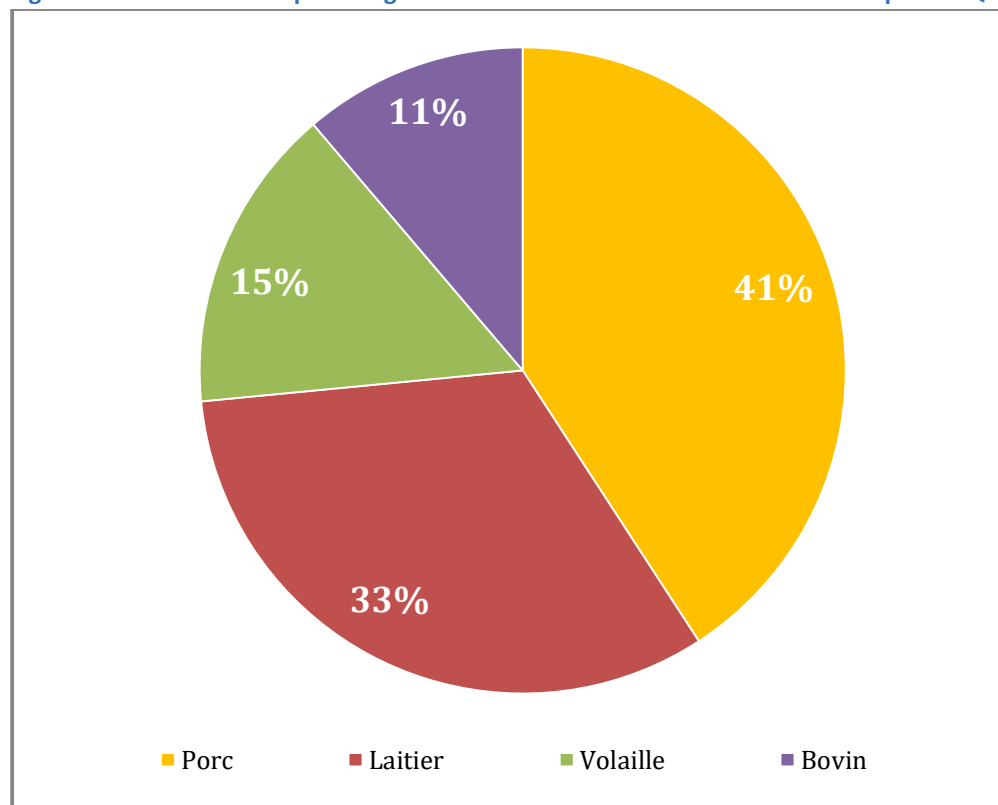


Source : MAPAQ, 2019

Les 490 entreprises agricoles localisées dans le bassin versant exploitent 52 375 ha de superficies agricoles en 2019. De ce total, 20 357 ha (39%) sont consacrés aux grandes cultures (principalement le maïs grain, le soya et les céréales à paille), 10 154 ha aux prairies et pâturages (19%), 1135 ha en maïs ensilage (2%) et 1134 ha de productions fruitières, légumières et horticoles (2%). Les superficies forestières (incluant l'acériculture) représentent 16 744 ha (32%) et les autres superficies non cultivées (incluant les jachères et friches) 2500 ha (5%) (MAPAQ, 2019)

Il y a environ 248 fermes d'élevage dans la partie du bassin situé au Québec, pour un total de 30 131 unités animales, réparties comme suit : 41 % pour la production porcine; 33 % pour la production de bovins laitiers; 15 % pour la production de volaille et 11 % pour la production de bovins de boucherie (MAPAQ, 2019).

Figure 8. Unités animales par catégorie dans le bassin versant de la baie Missisquoi au Québec



Source : MAPAQ, 2019

Ce cheptel semble avoir diminué avec le temps compte tenu du fait qu'on dénombrait 42 060 unités animales dans le bassin selon le Recensement de 2006 (Statistique Canada, 2006). Le bassin de la rivière aux Brochets abrite la grande majorité (70 %) des fermes d'élevage, 78 % des unités animales dans l'ensemble du bassin et affiche la plus forte densité animale, à raison de 1,4 unités animales/hectare cultivée (Statistique Canada, 2006). Comme on l'a déjà démontré, les superficies agricoles sont la principale source de phosphore dans la partie québécoise du bassin versant et elles génèrent environ 75 à 80 % de l'apport dans la baie Missisquoi. L'eutrophisation de la baie Missisquoi est étroitement liée à l'intensification des activités agricoles dans son bassin versant (Levine et coll., 2012). Malgré les mesures correctives et l'amélioration des pratiques agricoles, le principal déterminant des concentrations médianes de phosphore demeure l'occupation agricole du territoire et, plus particulièrement, la proportion des cultures annuelles dans les bassins versants (Simoneau, 2018).

Selon la modélisation de 25 bassins versants au Québec effectuée par le MELCC, la proportion de cultures annuelles dans un bassin explique 65 % de la variance observée dans les concentrations médianes de phosphore mesurées aux stations de suivi et 85 % en ce qui concerne l'azote. Le cheptel (nombre d'unités animales) représente 14 % de la variance du phosphore observée (4 % en ce qui concerne l'azote) et les apports provenant des eaux usées ne représentent que 2 % du phosphore total (Hébert et Blais, 2017). En outre, selon une étude de l'Institut de recherche et de développement pour l'agroenvironnement (IRDA), dans l'ensemble, environ 33 % des analyses de sol recueillies dans les municipalités du bassin versant de

la rivière aux Brochets affichaient des taux de saturation supérieurs au seuil de vulnérabilité pour la perte de phosphore de 10 % (Deslandes et al., 2004; Michaud et al., 2004; Deslandes et al., 2006). Selon le même rapport, la principale source d'apport diffuse de phosphore dans les superficies agricoles de la partie québécoise de la baie n'est pas le phosphore minéral, mais bien celui issu du fumier (Michaud et al., 2006). La gestion du fumier devient donc un enjeu prioritaire.

Le type de couvert végétal et le non-enfouissement des engrais chimiques ou organiques expliquent également la plus forte proportion de phosphore dissous qui a été mesurée en cultures pérennes et en semis direct (Stamm et al. (1998). Pesant (1987), Messiga et al., (2009). Une étude de l'IRDA sur l'effet des types de sols, des types cultures et de l'épandage de lisier sur l'exportation du phosphore a démontré que le type de sol est responsable de 70 % de la biodisponibilité du phosphore particulaire alors que l'épandage de lisier explique à lui seul 35 % de la variabilité en phosphore réactif dissous (Michaud et Laverdière, 2004). L'étude des liens entre la concentration de phosphore et les activités agricoles a démontré que la corrélation est plus forte avec les cultures à grand interligne, parce que le sol est davantage dénudé et vulnérable à l'érosion entre les rangs que pour les cultures à interlignes étroits. Il y a moins de corrélation avec les cultures pérennes et une corrélation inverse avec les forêts (Gangbazo, Roy et Le Page, 2005). La richesse du sol et les bilans des apports sont significativement corrélés dans le bassin et contribuent à expliquer plus de 85% de la variabilité spatiale dans les flux de phosphore dans le sous-bassin de la rivière aux Brochets (Deslandes et coll., 2006 et Michaud et coll., 2007).

Des études ont été menées pour évaluer la mobilité du phosphore causée par le drainage souterrain, particulièrement dans le sous-bassin versant de la rivière aux Brochets. On a observé que les eaux souterraines étaient le principal point de décharge, relarguant environ 80 % des exportations totales d'eau, et que jusqu'à 40 % du phosphore était exporté par des drains souterrains. Les pertes de phosphore et d'azote dissous et particulaires sont particulièrement élevées par les canaux préférentiels dans les sols argileux. Toutefois, selon la même étude, le ruissellement de surface a contribué à la plus grande partie (60 %) des pertes de phosphore, car celui-ci était en moyenne 10 fois plus concentré dans le ruissellement de surface que dans les drains (Jamieson et coll., 2003; Enright et Madramootoo, 2004).

L'azote et les nitrates sont très solubles et donc très mobiles, particulièrement dans les eaux souterraines (Thériault, 2013). Une étude publiée en 2002 a conclu que 90 % des pertes annuelles de nitrate se produisaient par les drains agricoles, les concentrations mesurées variant de 1 à 40 mg/L (Giroux et coll., 2002). Seulement 10 à 15 % des pertes de nitrate proviennent du ruissellement de surface.

3.2.3 Efflorescences de cyanobactéries

Cyanobactéries et cyanotoxines

À l'échelle mondiale, on dénombre 2 698 espèces définies de cyanobactéries, et certaines estimations suggèrent que le nombre réel pourrait en réalité atteindre près 8 000 (Nabout et coll., 2013). Les types de cyanobactéries les plus répandus dans la baie Missisquoi sont *Microcystis*, *Anabaena* et *Aphanizomenon* (Davis et coll., 2009; Isles et coll., 2015; Pearce et coll., 2013). Plusieurs études ont montré qu'il existe une importante variation interannuelle de la présence et de la dominance de différentes espèces de cyanobactéries (Isles et coll., 2017; Bowling, Blais et Sinotte, 2015). La complexité de la dynamique des nutriments de la baie Missisquoi est en grande partie responsable de l'hétérogénéité de la communauté.

En effet, une étude a démontré que différents taxons pouvaient devenir l'espèce dominante dans différents sites d'échantillonnage (Bowling, Blais et Sinotte, 2015).

Le problème des cyanobactéries s'est aggravé depuis la deuxième moitié du XX^e siècle, ce qui coïncide avec une augmentation des apports de nutriments provenant de sources diffuses dans la baie Missisquoi. Smeltzer, Shambaugh et Stangel (2012) parlent d'une dominance croissante des cyanobactéries dans la baie Missisquoi ces 50 dernières années. Avant les années 2000, il y avait peu de sensibilisation et peu de surveillance harmonisée des efflorescences dans la région (Shambaugh, 2016). Au tournant du siècle, plusieurs décès de chiens ont été associés à de graves efflorescences dans la partie centrale du lac Champlain, ce qui a suscité l'intérêt du public pour la présence de cyanobactéries et soulevé des préoccupations (Boyer et coll., 2004). Les stations de suivi de la qualité de l'eau montrent depuis 2003 que la sévérité de certaines conditions diminue et que, à certains endroits, on observe une diminution de la fréquence des efflorescences (Shambaugh, 2016).

Les efflorescences de cyanobactéries dans la baie Missisquoi sont plus importantes au Québec parce qu'elles se concentrent dans la partie de la baie située au Québec (Blais, 2002). De 2000 à 2008, la zone la plus touchée par les cyanobactéries était la partie est de la baie Missisquoi, le secteur de Grande Baie, qui s'étend de Pointe Jameson à Saint-Armand, et le secteur de Philipsburg. Le secteur de la baie de Venise arrive au deuxième rang, tandis que le secteur central de la baie Missisquoi est le moins touché (Blais, 2014). Les efflorescences de cyanobactéries sont généralement observées de la deuxième moitié de juin jusqu'à la mi-octobre et deviennent plus nombreuses à partir de la deuxième moitié de juillet. Les vents dominants du sud-ouest favorisent la prolifération des cyanobactéries principalement vers les parties est de la baie, ainsi que vers la baie de Venise (Blais, 2014).

Les scientifiques cherchent toujours un moyen de mieux comprendre la relation entre les cyanobactéries et les cyanotoxines. L'établissement de cette corrélation est compliqué par le fait que, même au sein d'un genre, certains taxons peuvent être incapables de produire des toxines tandis que d'autres sont capables de produire des toxines, mais peuvent ne pas exprimer le gène producteur de toxines (Shambaugh, 2016). Les cyanobactéries peuvent produire une grande variété de toxines ayant des structures chimiques et des impacts sur la santé humaine différents. Par exemple, bien qu'il n'y ait qu'un seul analogue connu de l'anatoxine-a, il existe plus de 80 variantes de microcystine connues présentant un large éventail de toxicités (Boyer et coll., 2004).

Il est important de mieux comprendre quand et où peut se produire une efflorescence et quand elle peut devenir toxique, parce ce qu'il en va de la gestion des avis sanitaires, des fermetures de plages et du prélèvement de l'eau potable. Divers facteurs liés à l'environnement et à la qualité de l'eau ont été utilisés, avec une précision variable, pour prédire la toxicité des efflorescences. Il s'agit notamment d'échantillonner les concentrations de nutriments, de pigments comme la phycocyanine et la chlorophylle, et de nouvelles méthodes comme des tests moléculaires pour dépister les gènes de cyanobactéries produisant des toxines. De nouvelles méthodes moléculaires pour détecter le gène *mcyE* sont prometteuses pour une compréhension et une détection plus précise des cyanobactéries productrices de microcystine (Francy et coll., 2015).

Les cyanotoxines les plus couramment observées dans la baie Missisquoi sont les microcystines et les anatoxines-a (Shambaugh, 2016; Boyer et coll., 2004). Il n'y a aucun moyen de déterminer s'il y a toxicité à l'œil nu. Ainsi, dans les plans d'eau non contrôlés, les concentrations élevées de cyanotoxines ont été

constatées par leurs effets sur la santé des animaux et des humains (Shambaugh, 2016; Rosen et coll., 2001).

D'une façon générale, les microcystines sont les cyanotoxines courantes les plus répandues dans le lac Champlain et la baie Missisquoi (Boyer et coll., 2004). À l'instar de l'anatoxine-a, les microcystines sont souvent présentes, mais en faibles concentrations. Parmi les 80 variantes connues de microcystines, la plus courante et la plus toxique est la microcystine-LR (Graham et coll., 2010). Les cyanobactéries produisent probablement des microcystines en réponse aux conditions de stress oxydatif présentes à la surface pendant les efflorescences (Zilliges et coll., 2011).

Les cyanotoxines ne sont généralement pas présentes en concentrations élevées dans la baie Missisquoi. Cela ne veut pas dire pour autant que leurs effets potentiels peuvent être ignorés. Bien que des études aient révélé que les concentrations d'anatoxine-a dans la baie Missisquoi seraient plutôt très faibles, l'anatoxine-a peut entraîner des effets nocifs sur la santé humaine, même à de faibles concentrations, parce qu'elle présente une toxicité accrue à de faibles concentrations (Osswald et coll., 2007).



Exemple de prolifération de cyanobactéries dans le lac Champlain. Photo : LCBP.

Le lac Champlain est une source d'eau potable pour environ 20 % de la population du bassin. Plusieurs services d'eau publics y prélèvent de l'eau et la traitent pour leurs clients. Certains résidents établis en bordure du lac y prélèvent aussi de l'eau qu'ils traitent minimalement, voir aucunement, avant la consommation (Lake Champlain Basin Program, 2018). Une étude à court terme qui a permis d'échantillonner 16 emplacements le long du lac, ainsi que de l'eau brute et de l'eau traitée provenant de cinq prises d'eau d'usines de traitement des eaux, a révélé la présence de cyanotoxines à de faibles concentrations dans environ la moitié des échantillons prélevés. De faibles concentrations ont été décelées dans quelques-uns des échantillons d'eau potable brute et traitée, mais elles étaient toutes inférieures aux concentrations de l'avis de santé de l'eau potable du Vermont (Vermont Department of Health 2018). Les microcystines étaient la principale cyanotoxine détectée, et des concentrations plus élevées de cette toxine ont été détectées dans les parties plus septentrionales du lac, comme la baie

Missisquoi. Les échantillons prélevés dans les prises d'eau d'usines de traitement des eaux moins profondes présentaient des concentrations plus élevées que ceux prélevés dans les eaux plus profondes du lac (Boyer et coll., 2004).

Les préoccupations du public au sujet des efflorescences potentiellement toxiques de cyanobactéries dans le lac ont amené l'État du Vermont à effectuer des tests de dépistage de microcystine et de cylindrospermopsines pour les services publics qui puisent l'eau potable du lac Champlain. Depuis l'été 2014, le programme de l'eau potable du *Vermont Department of Environmental Conservation (VTDEC)*, en collaboration avec le ministère de la Santé du Vermont, a mis en œuvre un programme de surveillance volontaire gratuit pour contrôler l'eau de 22 services d'eau publics qui s'approvisionnent dans le lac Champlain. Les concentrations de microcystines et de cylindrospermopsines sont contrôlées chaque semaine pour l'eau traitée brute et traitée pendant les 12 semaines d'été (2015-2018 Cyanobacteria Monitoring Reports, VT DEC).

La prise d'eau potable de la ville de Bedford (qui alimente également le secteur de Philipsburg à Saint-Armand) se trouve dans la baie Missisquoi à une profondeur moyenne de 3,5 m (2,5 m en périodes d'étiage et 4,5 m en périodes de hautes eaux) (Blais, 2014). Dans la baie Missisquoi en 2001, la concentration maximale admissible de microcystines dans l'eau potable de 1,5 µg/L a été dépassée dans 31 % des échantillons prélevés dans l'écume, et la concentration la plus élevée échantillonnée était de 2 204 µg/L (Blais, 2002). En 2002, on a détecté une efflorescence de cyanobactéries à l'intérieur de l'usine de traitement de l'eau potable de Bedford. Le système de traitement existant n'était plus en mesure d'assurer la salubrité de l'approvisionnement en eau. Par conséquent, un avis de non-consommation de l'eau potable a été émis le 13 août et a été levé le 6 septembre 2002.

Les défis posés par les cyanobactéries dans la prise d'eau ont exigé des investissements importants pour traiter adéquatement l'eau potable. On a dû ajouter une étape de traitement au charbon actif et faire le suivi. Depuis 1994, les coûts du traitement de l'eau potable ont augmenté considérablement avec l'avènement des cyanobactéries. La facture pour le chlore et le charbon actif a augmenté de façon exponentielle à Bedford, les dépenses d'exploitation du réseau d'alimentation en eau étant passées de 200 000 \$ à 600 000 \$ par année en une décennie (Hébert, 2018). De 2001 à 2006, dans le cadre de son programme de surveillance de la qualité de l'eau potable, le MELCC a mis en œuvre une étude de surveillance de l'eau brute et de l'eau traitée de six stations de traitement de l'eau potable, dont celle de Bedford, puisant leur eau dans des milieux aquatiques où les cyanobactéries prolifèrent. Selon l'étude, malgré la présence élevée de cyanobactéries et de cyanotoxines dans les échantillons prélevés à la source, les concentrations maximales de microcystine-LR et d'anatoxine-a mesurées dans l'eau traitée étaient de 30 à 50 fois inférieures aux valeurs limites recommandées par l'INSPQ (Robert et coll., 2004; Robert, 2008).

Il se peut que de nombreuses stations de traitement de l'eau potable négligent, tant sur le plan de l'exploitation que de la conception, de prendre en considération le besoin de traiter l'eau contre les cyanobactéries et les cyanotoxines. Certaines cellules cyanobactériennes peuvent être éliminées par des processus de clarification et de filtration, mais la détection de cellules cyanobactériennes peut perturber le processus de traitement et compromettre les activités de l'usine. De plus, des procédés de traitement, comme la chloration, peuvent lyser les cellules cyanobactériennes et entraîner ainsi le largage de toxines. Il est important d'envisager des techniques de traitement appropriées lorsque l'eau de surface eutrophe est utilisée comme source d'eau potable (Sklenar, Westrick et Szlag, 2016).

À compter de 2018 et jusqu'en 2020, la *Federal Safe Drinking Water Act* des États-Unis exigera des essais approfondis pour la détection des cyanotoxines pour les réseaux publics d'eau desservant plus de 10 000 clients. Un échantillon représentatif des petits réseaux publics d'eau et de tous les systèmes utilisant des eaux de surface (ou des eaux souterraines sous l'influence directe des eaux de surface) devront prélever des échantillons pour détecter neuf (9) cyanotoxines et un (1) groupe de cyanotoxines (microcystines totales) (U.S. EPA, 2016). Ces essais pourraient cerner d'autres problèmes liés aux cyanotoxines dans l'eau potable du lac Champlain et aider à recenser les réseaux d'eau potable à risque. Toutefois, ces essais ne s'appliqueront pas aux habitations privées qui puisent leur eau directement dans le lac.

Sources et causes

Il est généralement admis qu'en raison de l'accroissement de la population dans le bassin du lac Champlain, les apports anthropiques de nutriments augmentaient, la fréquence et la gravité des efflorescences en faisaient autant (Isles et coll., 2017; Winslow, 2016; Boluwade et Madramootoo, 2015). La baie Missisquoi, en particulier, a connu un sort semblable puisqu'elle est devenue eutrophe en raison de l'accroissement de la production agricole et d'une certaine urbanisation dans les années 1970, ce qui coïncide avec une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des efflorescences (Levine et coll., 2012).

La prolifération des cyanobactéries est le résultat d'interactions complexes entre plusieurs facteurs, dont la température de l'eau, la lumière du soleil, le pH, la teneur en nutriments et les courants dans le plan d'eau en question (Duy et coll., 2000). La baie Missisquoi présente des caractéristiques naturelles qui la rendent particulièrement vulnérable aux proliférations de cyanobactéries. Elle est peu profonde et cette condition favorise une plus grande productivité ce qui peut aggraver le problème des cyanobactéries dans toute la colonne d'eau. La faible profondeur de la baie favorise le réchauffement de la colonne d'eau et laisse pénétrer le rayonnement solaire jusqu'aux sédiments. Ces conditions peuvent stimuler les activités métaboliques des cyanobactéries, y compris la synthèse des vacuoles gazeuses (Hyenstand et coll., 1998). De plus, l'absence de stratification thermique observée dans la baie Missisquoi et l'abondance de lumière fournissent aux cyanobactéries des conditions de croissance optimales. Elles peuvent être photosynthétisées dans la colonne d'eau parce que la lumière et les nutriments sont suffisamment abondants.

Les cyanobactéries ont des caractéristiques qui leur permettent de dominer les autres espèces d'algues qui constituent le phytoplancton des lacs. Par exemple, elles peuvent se déplacer verticalement dans la colonne d'eau par des vacuoles gazeuses. Elles peuvent également accumuler des réserves de phosphore près des sédiments et remonter à la surface près de la lumière pour la photosynthèse (EXXEP, 2004).

Tout comme l'interaction complexe des nombreux facteurs qui influent sur la dynamique des nutriments dans la baie, la dynamique des cyanobactéries varie facilement au cours des années et entre elles (Isles et coll., 2017; Bowling, Blais et Sinotte, 2015). Il est important de comprendre la variabilité des efflorescences sur une échelle temporelle interannuelle pour évaluer les options d'atténuation. L'interaction de divers facteurs météorologiques et hydrodynamiques exacerbe la complexité de la compréhension des causes des proliférations.

La saison des efflorescences de la baie Missisquoi est souvent divisée en quatre périodes distinctes : avant l'efflorescence/après la fonte des glaces, début de l'efflorescence, pic de l'efflorescence et après l'efflorescence. La période précédant l'efflorescence est souvent associée à des températures froides de l'air et de l'eau et à un faible nombre de cellules cyanobactériennes. L'efflorescence débute lorsque les

températures commencent à se réchauffer et que les nutriments du lac atteignent un point où les cyanobactéries peuvent devenir dominantes. Le pic de l'efflorescence correspond à la croissance la plus dense de cyanobactéries, souvent vers la fin des mois d'été lorsque la température de l'eau atteint 20 °C, ce qui coïncide avec la plupart des efflorescences dans la baie Missisquoi survenant à la fin de l'été ou au début de l'automne (Davis et coll., 2009; Hart et coll., 2013). En règle générale, les périodes postérieures à l'efflorescence sont caractérisées par une diminution des concentrations de cyanobactéries à mesure que les températures diminuent (Giles et coll., 2016).

La dynamique des nutriments influe fortement sur les conditions de formation des efflorescences. Le phosphore tend à être le moteur de la croissance des cyanobactéries, tandis que l'azote peut influencer sur la densité et la toxicité de certaines proliférations (Gobler et coll., 2016, Davis et coll., 2009). Bien qu'il soit généralement reconnu que le phosphore est le nutriment limitant dans les systèmes d'eau douce, il n'y a pas encore consensus quant à son importance et à son rôle. Les facteurs humains et environnementaux peuvent entraîner des fluctuations dans les concentrations de nutriments au fil des mois et des années, car les quantités d'azote et de phosphore peuvent avoir un effet sur l'une sur l'autre et sur le système dans son ensemble (Doering et coll., 1995; Gobler, 2016).

Lorsque le rapport azote total: phosphore total (AT:PT) est faible, comme il a tendance à l'être dans la baie Missisquoi, il devient probable d'observer des efflorescences de cyanobactéries à mesure qu'elles prospèrent et acquièrent un avantage sur le phytoplancton dans les environnements à faible concentration d'azote (Davis et coll., 2009; Pearce et coll., 2013). La baie Missisquoi a connu des années au cours desquelles le rapport AT:PT n'a jamais dépassé 16 (Hart et coll., 2013). Dans certains cas, des échantillons prélevés à la fin de l'été ont fait état d'un rapport AT:PT inférieur à 10 (Fortin et coll., 2013). Selon le ratio Redfield (rapport atomique du carbone, de l'azote et du phosphore que l'on trouve dans le phytoplancton), la valeur 16 est la moyenne du rapport AT:PT, et toute valeur inférieure à 10 indique une limitation claire par l'azote, et toute valeur supérieure à 30 indique une limitation claire par le phosphore. Il n'est pas rare d'observer un changement de nutriment limitant dans un système d'eau douce, d'une année à l'autre ou parfois au cours d'un même été (Gobler et coll., 2016). On a par exemple observé des périodes où certaines parties de l'ouest du lac Érié étaient caractérisées par des concentrations limitantes par l'azote à la fin de l'été (Thorne et Schlesinger 2017).

L'idée voulant que la fixation de l'azote aide les cyanobactéries à compenser l'absence d'azote dans le système est un élément clé de l'argument en faveur de la limitation par le phosphore. La fixation de l'azote est le processus de transformation de l'azote atmosphérique en ammoniac, que les cyanobactéries utilisent pour croître et se multiplier. Dans la baie Missisquoi, *Anabaena* et *Aphanizomenon* utilisent la fixation de l'azote (Davis et coll., 2009; Hart et coll., 2013; McCarthy et coll., 2016; Boyer et coll., 2004) et sont généralement dominantes en nombre plus tôt pendant la saison d'efflorescence typique (fin du printemps et début de l'été). Le phosphore est donc considéré comme le nutriment limitant pour ces deux espèces. En revanche, les taux de croissance de *Microcystis*, qui ne fixe pas l'azote, ont augmenté de façon significative pour les souches toxiques et non toxiques avec des concentrations accrues d'azote (Davis et coll., 2009). L'augmentation des apports de phosphore a également entraîné une augmentation de *Microcystis* en nombre (Davis et coll., 2009), ce qui montre le rôle important que jouent le phosphore et l'azote en tant que nutriments. Cela a été mis en évidence en juillet 2009 lorsque les conditions hypoxiques à l'interface sédiments-eau ont réduit les taux de dénitrification et, par conséquent, augmenté l'azote biodisponible, ce qui a probablement déclenché l'efflorescence de *Microcystis* observée cinq jours plus tard (McCarthy et coll., 2016).

3.2.4 Risques pour la santé et répercussions sur les activités récréatives

La baie Missisquoi et les plans d'eau de son sous-bassin sont propices à l'approvisionnement en eau potable, à la baignade, à la navigation de plaisance, à la pêche et à d'autres activités récréatives. La baie Missisquoi et les ruisseaux, les rivières, les lacs, les étangs et les milieux humides de son sous-bassin contribuent grandement à l'économie de la région. Bien que les activités de pêche ne soient pas limitées pendant les efflorescences de cyanobactéries, les organismes de santé publique recommandent souvent des précautions à prendre avant de consommer des poissons provenant de zones compromises. Des travaux récents du Darrin Fresh Water Institute ont révélé que les poissons exposés à la microcystine lors de la prolifération des cyanobactéries n'assimilaient pas la toxine des microcystines dans leurs tissus (Swinton et Nierzwicki-Bauer, 2018).

Les efflorescences de cyanobactéries dans la baie Missisquoi peuvent créer des conditions de faible oxygénation dans la colonne d'eau, ce qui peut entraîner de multiples problèmes en ce qui concerne la santé et les activités récréatives. Le secteur de la baie Missisquoi a obtenu une cote « faible » pour ce qui est des efflorescences de cyanobactéries (Lake Champlain Basin Program, 2018). En août 2012, au cours d'une importante prolifération de cyanobactéries et d'une période de temps chaud, des milliers de poissons morts se sont échoués sur les rives de la baie Missisquoi, et l'usine de traitement de l'eau potable de Philipsburg, au Québec, a émis un avis à tous ses clients les avisant de ne pas consommer leur eau potable à moins qu'elle n'ait été bouillie suffisamment avant consommation (Schuett, 2012), bien que les cyanotoxines soient résistantes à l'ébullition, cela peut ne pas être un recours efficace pendant la prolifération des cyanobactéries à proximité des prises d'eau potable (Falconer et Humpage 2005).

L'eau contaminée par les cyanotoxines peut causer des problèmes de santé lorsqu'il y a contact avec l'eau dans le cadre d'activités récréatives et par consommation. Une étude menée auprès des habitants vivant à proximité de la baie Missisquoi les invitait à tenir un journal quotidien des symptômes et de leur contact avec l'eau de la baie. Des échantillons correspondants ont été prélevés pour documenter les concentrations de cyanobactéries et de microcystines pendant la période d'étude. On a établi une corrélation entre les symptômes gastro-intestinaux des résidents et leurs contacts avec l'eau dans le cadre d'activités récréatives. Pour sa part, la consommation d'eau potable par les résidents a été corrélée à une augmentation des symptômes de douleurs musculaires et d'infection de l'oreille (Lévesque et coll., 2014). Cependant, les participants à l'étude n'ont signalé aucun problème de santé plus grave au-delà de ces infections.

Au Canada, le projet ATRAPP (Prévision, prévention et traitement des proliférations d'algues et évaluation des risques y afférents grâce à la génomique), est une importante étude internationale mise en œuvre en 2016 qui inclut la baie Missisquoi. L'un des volets de l'étude vise à prédire les efflorescences toxiques afin de transmettre cette information à l'Agence de la santé et aux municipalités aux fins de la gestion de leurs réseaux d'eau potable. Deux usines de traitement de la région sont incluses dans l'étude, dont celle de Bedford. Le Conseil national de recherches du Canada, qui participe également à ce grand projet, prend également part à l'Initiative de recherche et développement en génomique, un programme multidisciplinaire auquel participent plusieurs ministères fédéraux pour étudier l'impact de l'eutrophisation sur les plans d'eau canadiens, dont la baie Missisquoi. Dans le cadre du projet ATRAPP, une équipe de chercheurs rattachés à l'Université du Québec élabore des modèles géomatiques pour évaluer certains scénarios de mise en œuvre de pratiques et d'aménagements visant à réduire les apports

de phosphore, en particulier dans les superficies agricoles du bassin versant de la baie Missisquoi, afin de cerner le meilleur rapport coûts-avantages. Les résultats ne sont pas encore publiés.

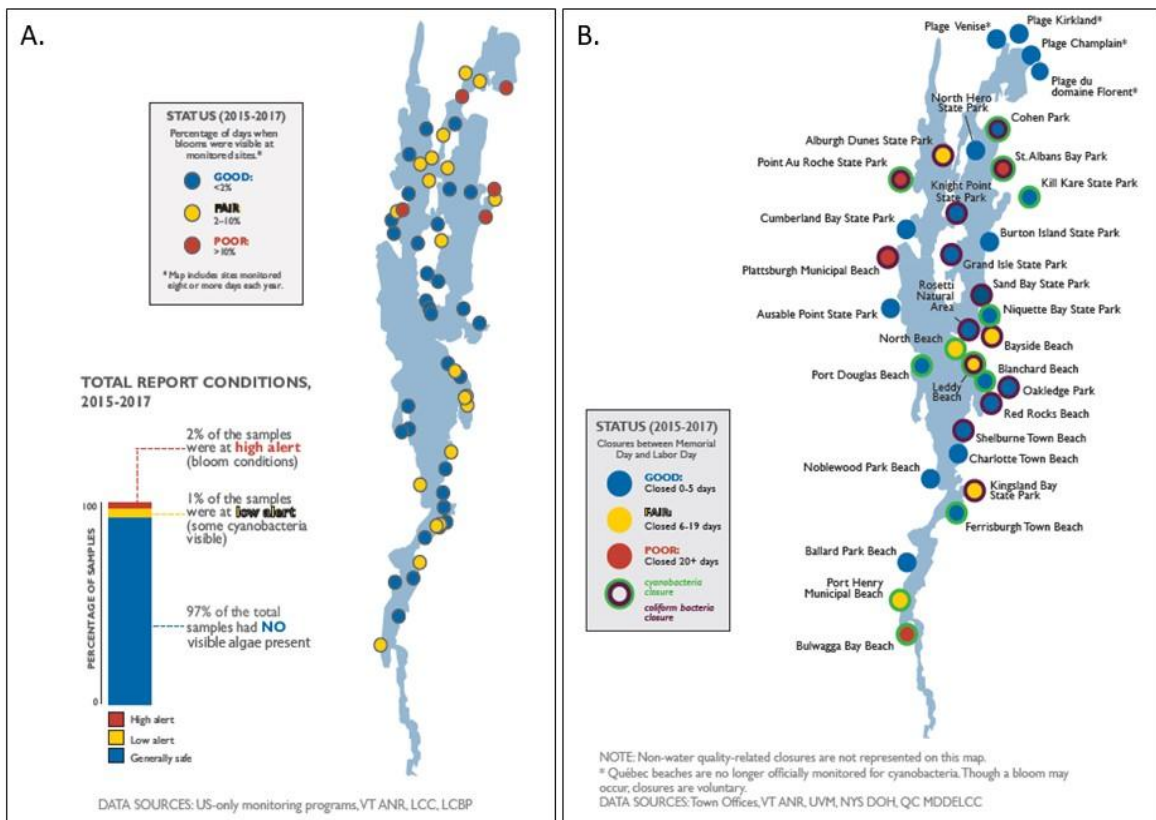
Au Vermont, les plages publiques sont généralement fermées en cas de prolifération visible de cyanobactéries, et les fermetures de plages sont généralement suivies de tests de détection de cyanotoxines. À ce jour, il n'y a eu aucun décès humain connu ni aucune maladie humaine grave associée à la prolifération des cyanobactéries dans le lac Champlain, bien qu'il y ait eu plusieurs rapports non confirmés de maladie humaine après avoir nagé dans des eaux naturelles allant des irritations cutanées aux problèmes respiratoires et aux maladies gastro-intestinales graves (Vermont Department of Health 2015). Bien que rares, des décès humains associés à des proliférations de cyanobactéries ont été signalés ailleurs dans le monde (US EPA 2019).

Au cours des dernières décennies, on a beaucoup sensibilisé la population et les gestionnaires des ressources à l'identification adéquate des efflorescences de cyanobactéries dans le but de surveiller visuellement les plages du lac Champlain (Vermont Department of Health, 2015). En outre, la mise au point de méthodes de contrôle plus faciles et moins coûteuses pour détecter les cyanobactéries et les toxines a permis d'accroître la fréquence de leur utilisation pour détecter les cyanobactéries et les cyanotoxines dans l'ensemble du lac Champlain. Cela a permis d'obtenir des données plus précises et plus rapidement sur les fermetures de plages publiques (Shambaugh, 2016).

En 2007, l'agence de la Santé et de la Conservation de l'environnement (DEC) du Vermont ont déployé un programme avec les services d'eau publics afin de définir des pratiques exemplaires pour réagir à la détection des cyanobactéries. Ce programme a par la suite été élargi pour inclure un programme volontaire de surveillance des cyanotoxines pendant la période estivale à l'intention des services d'eau publics qui s'approvisionnent dans le lac Champlain. De plus, 140 lieux récréatifs disséminés un peu partout dans l'État sont surveillés pour détecter la présence de cyanobactéries et de cyanotoxines si des proliférations sont décelées. Ces programmes ont permis de compiler des données mises régulièrement à la disposition de la population et des gestionnaires de ressources chargés de faire les avis de santé sur les conditions de la baie pour les fins récréatives et de santé. Les rapports sont accessibles en ligne par l'entremise d'une carte de suivi des cyanobactéries, mise à jour chaque semaine à l'adresse : <http://www.healthvermont.gov/tracking/cyanobacteria-tracker>.

Les données de suivi de ces programmes montrent que la baie Missisquoi est un « point névralgique » en ce qui concerne les cyanobactéries et les microcystines dans le lac Champlain (figure 5A). Elles montrent aussi que les rives et les secteurs de la baie sous les vents dominants sont particulièrement vulnérables, et que les lignes directrices en matière de santé ont parfois été dépassées dans certains secteurs de la baie (Shambaugh, 2016). Une compilation de données sur les fermetures de plages publiques dans l'ensemble du lac entre le Jour du Souvenir (en mai au Vt) et la fête du Travail (2015-2017) révèle qu'un certain nombre de ces lieux à l'extrémité nord du lac ont dû être fermés en raison des efflorescences de cyanobactéries (figure 9B) (Lake Champlain Basin Program, 2018).

Figure 9. Alertes aux cyanobactéries (A) et fermetures de plages (B) sur le lac Champlain de 2015 à 2017



Notez que l'état des lieux contrôlé par les stations de suivi de la baie Missisquoi est qualifié de « passable » ou de « pauvre ». L'état des plages situées sur les rives nord du lac Champlain est qualifié de « bon », ce qui signifie qu'elles ont été fermées moins de cinq jours pendant la période de suivi. Toutefois, ces données peuvent être inexactes, car les plages au Québec ne sont pas suivies pour détecter les cyanobactéries et les fermetures sont volontaires (Lake Champlain Basin Program, 2018).

3.2.5 Impacts économiques

L'évaluation de l'impact économique de l'eutrophisation de nos lacs est complexe et peu de données sont disponibles. Une étude nationale portant sur quatorze Écorégions de Niveau III (Omernik, 1987), où les valeurs médianes de l'azote total et du phosphore total pour les rivières et les lacs dépassent les valeurs médianes de référence, a calculé la valeur annuelle potentielle des pertes dans les domaines de l'utilisation de l'eau à des fins récréatives, de l'immobilier dans le secteur riverain, du rétablissement des espèces en voie de disparition et de l'eau potable. Les pertes économiques combinées dans ces douze écorégions ont été estimées à environ 2,2 milliards de dollars par année, les pertes économiques les plus importantes étant attribuables à la valeur des propriétés riveraines du lac et à l'utilisation de l'eau à des fins récréatives. Les auteurs ont précisé que leur évaluation sous-estimait probablement ces pertes économiques et les lacunes dans les données actuelles (p. ex., la fréquence des proliférations d'algues) suggèrent qu'il faut poursuivre la recherche (Dodds et coll., 2009).

On dispose de peu d'information sur les répercussions économiques de l'eutrophisation du lac Champlain. Une étude de 2015 s'est fondée sur l'analyse de scénarios pour déterminer comment la hausse des concentrations de phosphore et les changements climatiques peuvent influencer sur les valeurs des propriétés à proximité du lac Champlain. L'étude a utilisé la transparence de l'eau du lac comme indicateur visible et fortement corrélé des concentrations de phosphore. Elle a révélé que dans le cas des quatre

comtés du Vermont qui jalonnent le lac, une diminution d'un mètre de profondeur de transparence de l'eau pendant les mois de juillet et d'août entraînerait la perte d'environ 195 emplois à temps plein, une diminution de 12,6 millions de dollars des dépenses touristiques et une réduction de l'activité économique totale de près de 16,8 millions de dollars (Voigt, Lees et Erickson, 2015).

Ce genre d'impacts économiques coûteux peut justifier la mise en place de politiques et de programmes environnementaux, lesquels peuvent aussi être coûteux. Des études ont analysé la volonté de payer pour des programmes et des règlements visant à régler les problèmes de qualité de l'eau du lac Champlain. Des enquêtes menées auprès des Vermontois montrent qu'une sensibilisation accrue aux questions de qualité de l'eau dans l'ensemble du Vermont (pas seulement dans le bassin du lac Champlain) promet d'accroître le soutien des électeurs aux règlements et aux programmes visant à améliorer la qualité de l'eau (Scheinert et coll., 2014; Koliba et coll., 2016).

Au Québec, le développement récréotouristique est très important pour les municipalités situées le long de la baie, notamment Venise-en-Québec, Saint-Georges-de-Clarenceville et Saint-Armand. Ce tourisme s'intéresse principalement à l'eau : pour le camping en bordure, la navigation, la pêche récréative et la baignade. Par conséquent, lorsque les plages sont fermées en raison des cyanobactéries et des cyanotoxines présentes dans la baie, les entreprises et l'ensemble de la région immédiate en subissent des contrecoups économiques importants estimés à plus de deux millions de dollars par année, selon le Regroupement des gens d'affaires de la région du lac Champlain (EXXEP, 2004).

En 2004, l'OBVBM a compilé un peu plus de 100 questionnaires, dont 60 questionnaires de résidents et 40 questionnaires de visiteurs de la baie Missisquoi. L'état de la baie a influencé les activités des résidents dans le cas de 65 % des répondants; principalement, il a eu pour effet de limiter la baignade et la pêche, d'inciter à la vente des embarcations de plaisance, de modifier le choix du secteur de la baie utilisé pour les activités et de diminuer la fréquence des activités aquatiques (OBVBM, 2004a). Les résidents de Philipsburg ont signalé la présence d'odeurs désagréables en été d'une intensité telle que cela les contraignait parfois de fermer leurs fenêtres (OBVBM, 2004a). Certaines répercussions économiques ont été soulevées pendant les entrevues. Par exemple, il devenait plus difficile de louer les chalets. Les durées de location étaient plus courtes qu'auparavant, et la saison des locations durait maintenant jusqu'à la mi-août plutôt que jusqu'à la mi-septembre (Jacques Landry, maire de Venise-en-Québec, entrevue de l'OBVBM, 2019).

Les politiques et mécanismes économiques établis, comme les exemptions fiscales, les prêts, les subventions et l'assistance technique gratuite, peuvent encourager des pratiques environnementales plus durables et contribuer à façonner l'avenir environnemental du bassin versant de la baie Missisquoi. En outre, les nouveaux mécanismes du marché, comme les taxes sur le rejet de phosphore, les politiques de plafonnement et d'échange de fertilisants entre producteurs et les incitatifs à la mise en œuvre de pratiques exemplaires en matière d'agriculture écologique saine, de gestion des eaux pluviales et de développement, pourraient offrir des options futures viables pour aider à régler les problèmes de qualité de l'eau dans la baie Missisquoi (Koliba et coll., 2016).

3.2.6 Impacts sur la faune

Les proliférations de cyanobactéries peuvent avoir de puissants effets négatifs sur la faune. Ces efflorescences ont causé au moins une mort de poissons ainsi que des décès de moules indigènes dans la baie Missisquoi ces dernières années (Ken Sturm, Refuge faunique national Missisquoi et Angela

Shambaugh, VT DEC, communication personnelle). D'autres parties des États-Unis et du monde ont connu des impacts plus graves sur la faune en raison des proliférations de cyanobactéries (Hilborn et Beasley 2015). L'exposition aux toxines cyanobactériennes en combinaison avec d'autres facteurs de stress ou maladies environnementaux peut entraîner une mortalité accrue de la sauvagine (Pikula et al 2010; Wurtsbaugh 2011). Compte tenu de la trajectoire actuelle du réchauffement des eaux, du temps estival prolongé et des proliférations de cyanobactéries plus longues et plus graves, il est à craindre qu'à l'avenir nous commencions à voir d'autres impacts sur la faune autour de la baie Missisquoi.

4 Aperçu des mesures et technologies potentielles pour la restauration du lac

4.1 Aperçu international des efforts de restauration et des résultats

En règle générale, les apports de nutriments des lacs proviennent des bassins versants et des sources atmosphériques (apport externe), ainsi que du relargage des sédiments du lit du lac (apport interne). Les mesures de traitement des eaux du lac peuvent contribuer à réduire l'apport interne de nutriments dans les lacs eutrophes où les apports externes ont été réduits jusqu'aux niveaux cibles (Lewtas et coll., 2015; Cooke, 2005; NALMS, 1990). Le bon sens veut que les mesures de restauration des lacs soient mises en œuvre après la mise en place des mesures de contrôle dans les bassins versants, ou du moins qu'elles coïncident avec celles-ci, pour en optimiser l'efficacité.

4.1.1 Canada

En 2004, l'OBVBM a commandé une vaste étude (Solutions phosphore baie Missisquoi, EXXEP, 2004) afin, entre autres, de faire évaluer une multitude de mesures in situ pour réduire les problèmes liés au phosphore dans la baie. De plus, dans le cadre du Plan d'intervention détaillé sur les algues bleu-vert 2007-2017, le MELCC a lancé un appel de propositions en 2008 pour financer quatre projets pilotes de restauration de lacs eutrophes afin d'en évaluer l'efficacité (MDDEP, 2009). Les quatre projets qui ont été retenus sont les lacs Brome, Waterloo, Saint-Augustin et à l'Anguille. Plusieurs autres projets de restauration ont aussi été suivis par le MELCC (Fallu et Roy, 2015).

L'étude de la firme EXXEP a démontré que les solutions de restauration directement dans la baie sont très coûteuses et ne seraient pas efficaces à long terme sans la réduction du phosphore dans le bassin versant ainsi que les apports de sédiments dans la baie (EXXEP, 2004). Force était de constater, à la lumière des résultats de cette étude, que la seule véritable solution à long terme est de réduire les apports en phosphore en provenance du bassin versant (EXXEP, 2004).

La principale constatation des projets pilotes du MELCC est que les résultats des techniques de restauration dans le lac sont mitigés, mais qu'aucune « solution miracle », efficace et abordable, n'a été trouvée. Le MELCC recommande également de prioriser la gestion du phosphore à la source dans tout le bassin versant du lac eutrophe (Boudreau et coll., 2017). En outre, plusieurs préoccupations ont été soulevées au sujet des coûts associés à de tels projets, de leur efficacité réelle, des répercussions sur l'écosystème, de l'interférence avec d'autres utilisations, de la capacité de résister à des conditions météorologiques difficiles comme les inondations et les vents violents, ainsi que de l'entretien nécessaire (Boudreau et coll., 2017). L'évaluation des projets pilotes cloisonnés qui se déroulent dans des conditions différentes de celles d'un lac ouvert complique l'interprétation des résultats à plus grande échelle (Boudreau et coll., 2017). Toutefois, il serait difficile de mettre en œuvre des projets dans des zones plus

vastes comme la baie Missisquoi parce que celle-ci est un milieu ouvert où les eaux s'échangent entre la baie et d'autres secteurs du lac.

Les techniques de restauration *in situ* ont toutes des limites importantes, surtout en ce qui concerne leur efficacité. La teneur chimique d'un lac reflète habituellement ce qui s'y déverse. Si les apports externes de nutriments demeurent excessifs, tout effort ponctuel de restauration *in situ* risque de n'être que de durée limitée. Dans des cas précis où la principale source de nutriments provient des sédiments lacustres, il peut être avisé d'appliquer des substances capables d'immobiliser le phosphore (p. ex., Phoslock).

Comme la baie Missisquoi couvre une superficie de 78 km² et que les vagues et les vents y sont forts, aucune technique ne semble se prêter à ce genre de condition. Même avec un investissement financier massif pour « traiter » les eaux de la baie, celle-ci continuera de recevoir de grandes quantités de sédiments et de phosphore de ses affluents, ce qui compromettra probablement l'efficacité de ces techniques de restauration *in situ*. Le contrôle des apports de nutriments et de sédiments demeure une étape cruciale avant d'opter pour une approche *in situ*, comme l'élimination ou l'inactivation du phosphore dans les sédiments.

Il importe de mentionner que ces méthodes de traitement auraient exigé des autorisations et des études préalables du MELCC, du Ministère de la Faune, Forêts et des Parcs (MFFP) et de Pêches et Océans Canada. Avant d'approuver le traitement *in situ*, le MELCC doit examiner d'abord si les sources de nutriments du bassin versant sont maîtrisées, pour s'assurer que la réponse ne devienne pas une approche récurrente de gestion des problèmes, étant donné que les traitements *in situ* devraient être considérés comme un dernier recours (Boudreau, 2017).

4.1.2 États-Unis

Techniques de restauration couramment utilisées dans les lacs

La présente section porte sur quatre techniques couramment utilisées dans le Nord-Est des États-Unis pour réduire et maîtriser l'apport interne de nutriments, à savoir l'aération et l'oxygénation hypolimnétiques, la circulation artificielle, l'inactivation et l'emprisonnement du phosphore et le retrait hypolimnique.

Cette section n'inclut pas de détails sur d'autres techniques parfois utilisées dans le Nord-Est, comme le dragage ou le traitement par algicide, car il est peu probable que ces solutions soient appropriées pour la baie Missisquoi. De plus, le présent chapitre ne traite pas des techniques utilisées dans d'autres régions, dont il n'y a aucune trace d'utilisation ailleurs dans le Nord-Est, notamment les îlots de traitement flottants, la dilution et le rinçage, la biomanipulation et l'enlèvement des macrophytes (Lewtas et coll., 2015).

Le Tableau 3 ci-dessous résume et compare les techniques utilisées pour lutter contre les algues nuisibles. Ce tableau est tiré du rapport d'un groupe d'experts en restauration de lacs et de réservoirs (NALMS, 1990).

Tableau 3. Comparaison des techniques de restauration des lacs et de gestion des algues nuisibles

Traitement (une utilisation)	Effet à court terme	Effet à long terme	Coût	Risque d'effets négatifs
Inactivation du phosphore	E	E	B	F
Circulation artificielle	B	Inconnu	B	P
Aération hypolimnique	P	Inconnu	B	P
Retrait hypolimnique	B	B	B	P

E = Excellent

B = Bon

El. = Élevé

P = Passable

M= Médiocre

F = Faible

Extrait de The Lake and Reservoir Restoration Guidance Manual, Second Edition, North American Lake Management Society, 1990.

Efforts régionaux de restauration des lacs

Bien que les efforts de restauration dans les lacs soient utilisés partout dans le monde, cet examen a porté sur les technologies les plus couramment utilisées dans le nord-est des États-Unis.

Le Tableau 4 (page suivante) dresse le profil de neuf plans d'eau régionaux représentatifs qui se sont attaqués activement aux problèmes d'enrichissement en nutriments et aux efflorescences de cyanobactéries au Vermont. Le Tableau 5 concerne le Québec. Les renseignements disponibles sur les coûts de traitement sont indiqués lorsqu'ils sont connus.

Tableau 4. Efforts de restauration déployés dans les lacs représentatifs du nord-est des États-Unis. Les statistiques sur les lacs sont incluses pour faciliter la comparaison avec la baie Missisquoi, qui couvre une superficie de 7 800 ha, a un bassin versant de 310 800 ha et une profondeur maximale de 4,6 m (Vermont DEC, 2013). Il faut souligner qu'aucun de ces exemples n'a une échelle comparable. Ici, le plus grand lac est encore 10 fois plus petit que la baie Missisquoi. Tous les efforts décrits ici ont été menés dans le but de réduire l'apport de phosphore provenant des sédiments. Certaines de ces données sont de qualité inconnue et sont présentées ici à titre indicatif seulement. Aucune inférence concernant les effets de l'apport de nutriments et des efflorescences de cyanobactéries sur la qualité de l'eau dans le bassin du lac Champlain ne devrait être faite à partir de ces données jusqu'à ce que leur validité puisse être déterminée.

Plan d'eau	Superficie (ha)	Superficie bassin versant (ha)	Profondeur maximum (m)	Méthode et année	Résultats	Coûts
Carmi ¹	567	3 120	10	Oxygénation hypolimnique À partir de 2019	Des simulations modèles du traitement planifié montrent une amélioration de l'oxygène dissous hypolimnique.	Environ 1,5 M\$/an, incluant l'opération et maintenance
Morey ²	220	1 900	13	Sulfate d'aluminium/aluminate 1986	Baisse importante de P et amélioration de la transparence pendant 3 ans et plus après le traitement	Traitement d'environ 177 000 \$/133 ha (1986) avec alun
Morses Pond ^{3,4}	40,5	2 145	7	Sulfate d'aluminium/aluminate, chlorure de polyaluminium 2009-2018. Récolte de plantes : 2007-2018	Baisse importante du P, plus de transparence, diminution des proliférations.	Inactivation du P seulement : 312 000 \$/5 ans
Kezar Lake ⁵	73,5	2 770	8,2	Sulfate d'aluminium : 1984 Manipulation des milieux humides en amont	Diminution de la variance totale du P et PT pendant 3 ans et plus, transparence accrue, piètre atténuation dans les milieux humides.	1 367 \$/ha (1984)
Waramaug ^{6, 7, 8, 9, 10, 11}	275	3 723	12,2	Retrait hypolimnique : 1983-2015. Aération en cours depuis 1989.	Diminution de la concentration épilimnique de P (les concentrations de P étaient inférieures à 18 mg/m ³ en 1993) et augmentation de la transparence de l'eau.	500 000 \$ pour le système de pompage original (1983). Installation de deux aérateurs en 2015 – coût initial de 140 000 \$

Plan d'eau	Superficie (ha)	Superficie bassin versant (ha)	Profondeur maximum (m)	Méthode et année	Résultats	Coûts
Cochnewagon Lake ^{5,12,16,17}	159	727	8.5	Sulfate d'aluminium/aluminate 1986	Transparence accrue pendant près de 20 ans, prolifération récente	Produits chimiques, main-d'œuvre et équipement = 81 840 \$; personne/ha = 0,41; coût/ha = 844 \$
Annabessacook Lake ^{5,12,13,14}	572,6	4 294	15	Traitement des algicides au sulfate de cuivre : 1964-1971	Les algicides ont eu un impact à court terme, une efficacité perdue avec l'émergence d'espèces d'algues résistantes.	Traitement des sels d'aluminium : produits chimiques, travail et équipement = 234 000 \$; personne/ha = 1,12; coût/ha = 1 934 \$
				Aérateurs hypolimniques : 1972 et 1974	Les aérateurs étaient inefficaces. Ils n'ont pas mélangé les eaux à plus de 50 mètres au-delà des unités et risquent d'avoir perturbé les sédiments et augmenté l'apport interne de phosphore du lac.	
				Sulfate d'aluminium/aluminate de sodium : 1978	Le traitement au sel d'aluminium a entraîné une diminution considérable de l'apport interne de P, avec une période calculée de réduction du P de 13 ans.	
Threemile Pond ^{5, 12, 14}	475,1	2414	11	Sulfate d'aluminium/aluminate de sodium : 1988	Durabilité calculée de la diminution de P de 4 ans.	Produits chimiques, main-d'œuvre et équipement = 170 240 \$; personne/ha = 0,06; coût/ha = 640 \$
Chickawaukie Lake ^{12, 14, 15}	143	670	10	Sulfate d'aluminium/aluminate de sodium : 1992	Durée calculée de la diminution de P de 39 ans.	
Ticklenaked Pond ^{18,19}	21,9	584,4	14,5	Traitement à l'alun Mai 2014	Trois mois après le traitement : amélioration de la transparence de l'eau de 1,7 à 7,2 m. Diminution du phosphore total et dissous, surtout à la surface.	Subvention reçue : 95 990 \$

Plan d'eau	Superficie (ha)	Superficie bassin versant (ha)	Profondeur maximum (m)	Méthode et année	Résultats	Coûts
Nutting Lake ²⁰	31,6	292,7	2,1	Dragage d'environ 275 000 m ³ de sédiments 1978-1981		~ 688 000 \$
Waccabuc ^{21, 22, 23}	52,0	317	14	Aération hypolimnique. Deux aérateurs installés en 1972.	Diminution des concentrations de nutriments dans le lac et amélioration de la qualité de l'eau par une diminution des concentrations de sulfure d'hydrogène, de fer et de manganèse.	En 2004 – les coûts d'exploitation annuelle des aérateurs sont de 9 000 \$.
Wononscopomu ²⁴	24	599	15,2	Retrait hypolimnique 1981	Le PT a diminué pendant la stratification estivale (25 à 12 ppb) et le maximum hypolimnique (473 à 89 ppb).	
Sebasticook Lake ²⁵	1 735	21 995	15	Réduction du lac 1982-2001 (confirmé)	Apport interne du PT réduit de 50 % (4 000 à 2 000 kg).	
Bay Irondequoit (Lake Ontario) 26,27	694	43 583	25	Traitement à l'alun 1986.	Réduction de 60 à 75 % du P hypolimnique	
				Aération hypolimnique 1993 – Aujourd'hui.	Le PT de l'épilimnion est maintenu (environ 20 ppb) dans la plage cible pendant les saisons d'échantillonnage estivales.	

Sources des données du Tableau : 1 : (Reservoir Environmental Management, 2018); 2 : (Smeltzer, 1990); 3 : (Water Resources Services, inc., 2018); 4 : (Way and Box, 2005); 5 : (Connor and Martin, 1989); 6 : (Healy and Kulp, 1995); 7 : (Lake Waramaug Task Force); 8 : (Kortmann, 2010); 9 : (Verhovek, 1988); 10 : (Lake Waramaug Association); 11 : (CT Institute of Water Resources, 2008); 12 : (Vaux, 2015); 13 : (EPA, 1980); 14 : (Huser et coll., 2016); 15 : (City of Rockland, ME, 2002); 16 : (Charles Eichacker, 2016); 17 : (Maine DEP, 2011); 18 : (Vermont ANR, 2009); 19 : (Meringolo, 2016); 20 : (Purcell & Taylor, P.C., 1981); 21 : (NYSDEC, 2017b); 22 : (Fast et coll., 1975); 23 : (NYSFOLA, 2009); 24 : (Nürnberg, 2007); 25 : (Maine DEP, 2001); 26 : (Sansone, 2016); 27 : (Sansone, 2018).

Tableau 5 : Projets pilotes de contrôle et restauration des lacs tentés au Québec

Plan d'eau	Superficie (ha)	Superficie bassin versant (ha)	Profondeur maximum (m)	Méthode	Année	Résultats	Coût
Lac Heney (Gracefield) Outaouais	1233	5 248	32,5	Immobilisation du phosphore avec le chlorure de fer (217 t, une seule fois). Tentée sur la surface entière du lac (tests préalables sur baie). Le plus gros projet de restauration de lac tenté au Québec.	2007	Les concentrations de phosphore total dans la colonne d'eau seraient passées de 0,024 mg/L avant le traitement à environ 0,015 mg/L après, concentration maintenue durant la période de suivi 2008-2013. La chlorophylle-a aurait aussi diminué de 50 %.	N. d.

Trois lacs (Asbestos)	240	51 000	8	Dragage amphibie à godet-pompe (Amphibex) sur 51 000 m ² (31 % du prévu).	2011-2014	Perception d'augmentation de la circulation des eaux dans les zones draguées, taux de reprise des herbiers faible mesuré sur une période court terme (1 à 3 ans), Diminution de l'épaisseur du dépôt de sédiment	3,04 M\$
Lac Tomcod (Saint-François-Xavier-de-Brompton)	180	1 850	2	Plusieurs solutions visant la réduction des apports en amont du lac, dont l'utilisation des scories d'aciérie. Contrôle de la croissance algale par des Ultrasons (Appareil Quatro-DB de la compagnie AlgaeControl)	217-2018	Efflorescence en août 2017. Présence de cyanobactéries constante à différents stades entre mai et septembre 2018. Depuis 2009, la moyenne annuelle en chlorophylle a se situait à 71,6 ug/l. En 2018, elle se situe à 106,2 ug/l.	N. d.
Lac Bromont (Bromont)	46	2 380	7,6	Immobilisation du phosphore par l'application de Phoslock. 174 tonnes de cette argile (bentonite) enrichie de lanthane ont été dispersées à la grandeur du lac pour capter 1 738 kg de phosphore.	2017	Les concentrations de phosphore total en profondeur (6,2 m), à la fosse au mois de juin 2019 sont de 70 % moins importantes qu'en juin 2017. Cependant, des efflorescences de cyanobactéries ont tout de même été constatées en 2018 et 2019, forçant la fermeture de la plage.	650 000 \$
Lac Pierre-Paul (Mauricie)	61	440	7,9	Précipitation/inactivation du phosphore. Chaulage.	1996 à 2016	Le phosphore total dans les sédiments y serait passé de 2 274 mg/kg en 1996 à 1 233 mg/kg en 2007, soit une réduction d'environ 54 %. Or, des fleurs d'eau de cyanobactéries ont tout de même été recensées six années depuis 2007. Les résultats sur l'efficacité du traitement évalués par le MELCC n'étaient pas probants comme solution efficace de restauration à moyen et long terme.	N. d.
Lac Saint-Augustin (Québec)	62	750	6,1	Immobilisation du phosphore dans les sédiments par l'ajout d'alun pour la coagulation/floculation et de calcite pour le recouvrement actif. Des enclos ont été installés pour tester les différents composés (alun, calcite, alun+calcite, témoin)	2009.	Le traitement utilisant le composé alun+calcite a obtenu la meilleure réduction de phosphore dissous dans la colonne d'eau, celui par alun seul aurait obtenu une réduction au début qui aurait par la suite augmenté. Les auteurs de l'étude recommandent le recouvrement par la calcite seule dans les zones plus profondes. Avant d'aller plus loin, le MELCC recommande un essai in situ intermédiaire de recouvrement par la calcite, ou calcite et alun, dans une zone isolée du lac avec un suivi sur une plus longue période pour vérifier la stabilité.	N. d.

Lac Saint-Augustin (Québec)	62	750	6,1	Dragage hydraulique et mécanique de la couche superficielle de sédiments. Plusieurs enclos ont été installés pour comparer les techniques (dragage hydraulique, mécanique, témoin, station lac).	2011	Une diminution importante du phosphore dissous a été mesurée dans l'enclos avec dragage hydraulique après deux semaines. Quant au dragage mécanique, une tendance à la baisse suite au traitement s'est inversée après une semaine pour devenir une augmentation de la concentration en phosphore qui s'est maintenu durant la durée du suivi.	N. d.
Lac Waterloo (Montérégie)	136	3 040	5,3	Aérateurs/Circulateurs	2004	Malgré leur présence, des fleurs d'eau de cyanobactéries ont éclos et persisté, cette technique ne semblait donc pas efficace ou mal adaptée.	N. d.
Lac Waterloo (Montérégie)	136	3 040	5,3	Retrait des sédiments. Dragage hydraulique de la couche superficielle de sédiments chargés en phosphore.	2009	Après suivi, aucune tendance sur la concentration du phosphore dans la colonne d'eau n'a pu être observée suite au pompage. Tentée sur surface réduite.	Les frais pour la surface complète du lac sont estimés à 37 M\$.
Lac Waterloo (Montérégie)	136	3 040	5,3	Lits flottants de lentilles d'eau (avec et sans brassage des sédiments).	2009	Difficultés rencontrées : développement de lentilles variables, densité optimale de lentilles d'eau difficile à maintenir, répartition des lentilles difficile à contrôler avec le vent, etc. Conclusion : non applicable à l'échelle d'un lac	N. d.
Lac Carré (Laurentides)	14	197	8,4	Aérateurs/Circulateurs Type <i>Speece Cone</i>	De 2002 à 2010	Aucune amélioration quant à l'oxygénation de l'hypolimnion observée depuis son installation. En 2010 et 2011, le lac Carré présentait toujours un hypolimnion anoxique.	N. d.
Lac Selby (Montérégie)	117	1 852	10,3	Éoliennes servant d'aérateurs d'eau		Aucun changement significatif n'aurait été rapporté. Ces éoliennes ont depuis été retirées.	N. d.
Baie Charrette (Saint-Donat)				Retrait de plus de 50 000 m ³ de sédiments.	2011 et 2012	Le but étant aussi d'augmenter la profondeur de la colonne d'eau qui est passée de 0,3-0,5 m avant à 1,5 -2,5 m après traitement.	N. d.
Lac Anguille	98		12	Îlot végétal flottant de 20 m ² comprenant 400 plantes de 8 espèces. Les espèces les plus efficaces étaient : <i>Typha latifolia</i> , <i>Iris pseudocarus</i> , <i>Spartinapectinata</i> et <i>Glyceriacanadensis</i> .	2008-2012	Les résultats indiquent un taux de retrait de 1000 mgP/m ² . La quantité d'îlots flottants nécessaire pour traiter une grande superficie est très importante. Par exemple, au lac à l'Anguille, 1 650 îlots couvrant 3,5 % de la superficie du lac seraient nécessaires pour réduire le phosphore de 50 %.	45 000 \$ par unité de 0,1 ha
Lac Saint-Louis (la)	petit lac urbain		9,8	Irradiation ultrasonique	2008	La Ville aurait constaté une diminution des cyanobactéries, mais les données sont insuffisantes pour tirer des conclusions.	N. d.

Tuque, Mauricie)							
Petit lac de l'Aqueduc (Saguenay)	petit lac urbain			Irradiation ultrasonique	2012	Une baisse de la chlorophylle a été observée, mais une prolifération de macrophytes (plantes aquatiques) également.	
Baie Missisquoi (Venise-en- Québec)	7 800	312 200	4,5	Ramassage/faucardage des macrophytes. Projet de ramassage et de compostage des plantes aquatiques sur 365 m ³ .	2003	Selon les échantillons pris en 2003 à la baie Missisquoi et analysés par le MELCC, les plantes aquatiques contiennent en moyenne 400 mg de P/kg de matière sèche et 2 200 mg d'azote par kilogramme de matière sèche. On multiplie par un facteur 5 pour la matière humide ce qui nous donne pour une récolte d'un mètre carré de plantes aquatiques l'équivalent d'environ 734 mg de phosphore et 4 035 mg d'azote. Permettrait de récolter approximativement 734 kg de phosphore par an dans la baie (environ 1-2 %).	Entre 20 000 et 30 000 \$ par année.

Sources : Boudreau, 2017; Boudreau *et coll.*, 2013; MDDEFP, 2013; Carignan, 2009; Denis Brouard et Associés inc., 2007; EXXEP, 2004; MDDELCC, 2018f; Roy, 2015; Galvez-Cloutier *et coll.*, 2012; Dessau, 2008; Richer-Bond, 2013; Bolduc et Kedney, 2005; Questionnaire OBVBM-MELCC, 2019; OBVBM, 2011; ACBVLB, 2019; Paulin, 2017 et 2018; Roy, 2016; Thibault, 2016.

4.2 Résultats et analyse de l'efficacité, estimation des coûts-avantages et adaptabilité à la baie Missisquoi

L'efficacité et les coûts-avantages des efforts de restauration in situ dans la baie Missisquoi devraient être déterminés par d'autres études et des projets pilotes qui mettent à l'essai des technologies triées sur le volet, de façon semblable au processus entrepris au lac Carmi, au Vermont, et au lac Bromont, au Québec. Le facteur qui prête à confusion ici est que bon nombre des technologies de restauration des eaux, abordées dans le présent chapitre, peuvent ne pas s'adapter à un plan d'eau aussi vaste que la baie Missisquoi, ou devenir très coûteuses si elles sont étendues à l'échelle de la baie.

Une étude à venir sur la baie Missisquoi prévoit une évaluation de l'apport interne et utilisera des outils de modélisation mis à jour pour mieux caractériser l'apport interne de phosphore dans la baie. Cette étude sera financée à l'aide de fonds fournis par l'EPA pour l'exercice 2019 et sera supervisée par le Lake Champlain Basin Program. Les résultats de cette étude pourraient aider à établir un plan d'action pour la baie Missisquoi, y compris pour soutenir la viabilité des efforts de restauration dans le lac.

5 Programmes et politiques influençant les principaux enjeux et leur efficacité

5.1 Historique de la gestion du phosphore dans le bassin du lac Champlain

À la fin des années 1980 et dans les années 1990, les gouvernements des États et des provinces, ainsi que le gouvernement fédéral, ont davantage axé leurs efforts sur le lac Champlain. Ces travaux ont jeté les bases de la gestion du lac Champlain dans les décennies qui ont suivi. En 1988, les trois administrations (Vermont, New York et le Québec) ont signé *l'Entente intergouvernementale sur la coopération en matière d'environnement relativement à la gestion du lac Champlain (Entente)*. En 1990, la *Lake Champlain Management Conference* a donné l'occasion de discuter des cibles de concentration de phosphore dans les eaux de chaque secteur du lac. Dans l'Accord de 1993 relatif à la qualité de l'eau, les trois administrations ont convenu d'objectifs de concentration du phosphore notamment de la baie Missisquoi. Cette Entente a mené à la création du :

- Lake Champlain Basin Program, en 1990;
- Comité directeur de la coordination et de la mise en œuvre de l'Entente;
- Groupe de travail Québec-Vermont sur la réduction du phosphore en 1996.

Le LCBP est un élément clé de la gestion de l'eau du lac Champlain et constitue un forum de coopération entre les administrations concernées. Le Programme a mené à la création de plusieurs comités pour mettre en œuvre l'Entente.

Le premier plan d'action, intitulé « *Opportunities for Action: An Evolving Plan for the Future of the Lake Champlain Basin* », a été approuvé pour la période de 1996 à 2016. La principale priorité de ce plan d'action était la réduction des apports de phosphore dans le lac Champlain. La concentration de 0,025 mg/L adoptée en 1993 pour la baie Missisquoi a été jugée réalisable avant

la date limite de 2016, étant donné que la concentration médiane était de 0,037 mg/L en 1992. Lors de son renouvellement en 2003, le Québec a officiellement accepté de devenir partenaire du Plan et s'est engagé à atteindre ses objectifs. Il a été renouvelé en 2017 et accompagné de nouveau d'un message du premier ministre du Québec à l'appui de ses signataires des États-Unis. La réduction du phosphore demeure la priorité absolue du plan cependant, il ne précise pas tout ce qui devrait être fait pour atteindre ses objectifs dans la baie Missisquoi (LCBP, 2017).

5.1.1 Entente sur la réduction des concentrations de phosphore dans la baie Missisquoi entre le gouvernement du Québec et le gouvernement du Vermont

En 1997, les gouvernements du Québec et du Vermont ont confié au Groupe de travail Québec-Vermont sur la réduction du phosphore le mandat d'évaluer les apports de phosphore provenant du bassin versant et de proposer une répartition des responsabilités entre le Vermont et le Québec. Le rapport déposé en 2000 proposait l'élaboration d'une entente entre le Vermont et le Québec sur la réduction des niveaux de phosphore dans la baie Missisquoi. L'Entente entre le gouvernement du Québec et le gouvernement de l'État du Vermont concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi (Entente Québec-Vermont) a été signée le 26 août 2002 (gouvernement du Québec, 2002a). Cette entente stipule que la réduction des apports de phosphore dans le bassin versant de la baie Missisquoi devait atteindre une cible de 97,2 tonnes métriques par année en 2016 pour atteindre la concentration cible de 0,025 mg/L.

L'Entente Québec-Vermont représente une étape historique dans les efforts de réduction des concentrations de phosphore dans la baie Missisquoi. Cette entente a défini pour la première fois un mécanisme de partage des responsabilités pour atteindre un apport cible de phosphore total provenant du bassin versant de la baie Missisquoi de 38,9 tm/an (40 %) pour le Québec (une réduction de 27,3 tm/an) et de 58,3 tm/an (60 %) pour le Vermont (une réduction de 42,8 tm/an) (CICBM, 2003). Le MELCC est responsable de la mise en œuvre et du renouvellement de cette entente. L'entente a expiré le 31 décembre 2016 et, malgré les efforts déployés, la concentration moyenne de phosphore dans la baie Missisquoi demeure de 0,050 mg/L.

Toutefois, cette entente a donné lieu à plusieurs projets, au financement de quelques études et à l'avancement des connaissances sur les niveaux de phosphore dans le bassin versant de la baie Missisquoi. Le renouvellement de l'Entente concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi par les gouvernements du Québec et du Vermont est d'une importance capitale pour de nombreuses personnes interrogées au Québec en ce qui concerne l'engagement des deux gouvernements à s'attaquer à la dégradation de la baie Missisquoi (entrevue de l'OBVBM, 2018-2019).

Le Comité interministériel de concertation sur la baie Missisquoi - Région Estrie et Montérégie (Comité interministériel) a été créé afin de concerter l'action du gouvernement du Québec et assurer l'arrimage entre les différents ministères dans le cadre de l'Entente concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi. Le Comité interministériel de concertation coordonné par le MELCC regroupe des représentants des ministères suivants : MAPAQ, MAMH, MFFP, MTQ, MSSS, MSP, soit les partenaires interministériels essentiels pour la réalisation de projets favorisant l'atteinte des objectifs.

Un premier plan d'action 2003-2009 concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi a été élaboré en consultation avec le bureau central du MELCC, du MAPAQ et du MAMH. Les mesures énumérées dans ces plans d'intervention sont également incluses dans le plan intitulé « Opportunities for Action » du LCBP. De 2003 à 2009, le gouvernement du Québec et ses partenaires ont investi plus de 25 millions de dollars dans diverses mesures visant à réduire l'apport de phosphore du bassin versant de la baie Missisquoi, y compris 14 millions de dollars provenant de MAMH (eaux usées), 4 millions de dollars provenant du MAPAQ (bonnes pratiques de gestion agricole) et 3,5 millions de dollars pour des projets de recherche dans le bassin versant. Ces fonds s'ajoutent aux sommes importantes investies avant 2003 pour l'assainissement urbain et agricole, soit environ 24 millions de dollars pour les usines de traitement des eaux usées et 3 millions de dollars pour l'entreposage du fumier, pour un total de plus de 52 millions de dollars (Mimeault et Simoneau, 2010).

Un premier bilan de l'entente conclut que : « Bien que la concentration de phosphore n'ait pas diminué dans la baie Missisquoi, il est encourageant d'observer une tendance à la baisse de la concentration et de la charge de phosphore dans la rivière aux Brochets à la suite de la réalisation de l'ensemble des actions prévues au Plan d'action 2003-2009. En 2009, le Comité interministériel a renouvelé le plan initial et adopté le Plan d'interventions 2010-2016. Ce plan s'inscrivait dans la continuité du premier, mais intensifie les actions dans des sous-bassins prioritaires identifiés (Mimeault et Simoneau, 2010). Le bilan des actions du Québec a été en partie intégré dans le document *State of the Lake 2015* et les bilans en ligne d'*Opportunities for Action* du LCBP.

Depuis 2015, le Plan directeur de l'eau (PDE) de l'OBVBM, approuvé par le MELCC, regroupe les actions des différents ministères et les actions énumérées dans le Plan d'action du Comité interministériel (OBVBM, 2015).

5.2 Total maximum daily load

En 2002, les États du Vermont et de New York ont établi une charge quotidienne maximale totale (Total maximum daily load, TMDL) pour le phosphore dans le lac Champlain. En 2011, l'EPA a retiré son approbation en ce qui concerne la TMDL établie pour le Vermont pour deux raisons principales, à savoir que le plan de 2002 ne prévoyait pas de marge de sécurité adéquate pour tenir compte de l'incertitude entourant l'analyse initiale et qu'il ne fournissait pas suffisamment d'assurance qu'il y aurait des réductions d'apports de sources diffuses (U.S. EPA, 2016).

Ce retrait de l'approbation de 2002 relative à la TMDL établie pour le Vermont et la réémission subséquente de la TMDL de 2016 ont été déclenchés à la suite d'une action en justice intentée par la *Conservation Law Foundation* (CLF) (Chapman et Duggan, 2015; *Conservation Law Foundation c. Environmental Protection Agency*, 2008). En 2008, la CLF a intenté une poursuite fédérale en appel de l'approbation par l'EPA de la TMDL établie pour le lac Champlain, citant les motifs susmentionnés et deux autres facteurs, soit le défaut de tenir compte avec exactitude des sources ponctuelles de phosphore et le manque de prise en considération des effets à long terme des changements climatiques dans le bassin (*Conservation Law Foundation c. Environmental Protection Agency*, 2008). En 2010, l'EPA et la CLF ont signé une entente de règlement pour permettre à la région 1 de l'EPA de réexaminer si la TMDL de 2002 était conforme au

paragraphe 303 (d) de *Clean Water Act* (U.S. EPA, 2016). Le retrait en 2011 de l'approbation de la TMDL de 2002 établie pour le lac Champlain par le Vermont a obligé la région 1 de l'EPA (Nouvelle-Angleterre) à rétablir une nouvelle TMDL pour le phosphore afin de se conformer à l'alinéa 303 (d) (2) de la *Clean Water Act* (*Federal Water Pollution Control Act 1978*).

Comme nous l'avons vu aux sections 2.1 et 2.2.2, les TMDL de 2002 et de 2016 fixent des cibles d'apport de phosphore pour chaque secteur du lac Champlain. Douze de ces treize secteurs, à l'exception de la baie Cumberland, sont directement touchés par les sources de phosphore dans la partie du bassin situé au Vermont; cinq secteurs sont entièrement à l'intérieur des frontières du Vermont, et les autres sont partagées avec l'État de New York et (ou) le Québec. Ces cibles distinctes sont basées sur la quantité de phosphore déjà présente dans les eaux du secteur concerné et de la quantité de phosphore provenant du bassin environnant, et tiennent compte du mouvement du phosphore provenant des secteurs adjacents (U.S. EPA, 2016).

5.3 Vermont

5.3.1 *Clean and Clear Action Plan*

En 2003, le gouverneur du Vermont, James Douglas, a publié le *Clean and Clear Action Plan*, une initiative relative à la qualité de l'eau qui vise à accélérer les efforts de réduction du phosphore énoncés dans la publication de 2003 du LCBP, *Opportunities for Action* (Douglas 2003, 2004). À juste titre, le gouverneur Douglas a annoncé ce nouvel effort sur les rives de la baie Missisquoi, avec l'appui du premier ministre du Québec, Jean Charest, et du gouverneur de New York, George Pataki (Douglas 2003).

Le plan d'action *Clean and Clear Action Plan* de Douglas, qui s'échelonne sur une période de six ans, prévoyait une augmentation de 150 millions de dollars pour financer des travaux relatifs à l'assainissement de l'eau, y compris une collaboration avec la délégation du Congrès du lac Champlain pour accroître les crédits fédéraux et une demande à l'Assemblée législative du Vermont d'émettre des obligations environnementales citoyennes. En 2007, le bureau du trésorier de l'État du Vermont a vendu pour environ cinq millions de dollars de ces obligations environnementales citoyennes de série C (Vermont State Treasurer's Office, 2007, 2015a). Celles-ci ont plus tard été remplacées par des obligations vertes plus générales, conçues pour cibler un plus large éventail d'enjeux environnementaux, dont la qualité de l'eau et les eaux usées (Vermont State Treasurer's Office, 2015b). Les efforts déployés par Douglas dans le cadre du plan *Clean and Clear* ont été stimulés par les récentes efflorescences d'algues et de cyanobactéries dans le lac Champlain. Il a proposé d'accorder la priorité à la restauration de l'habitat faunique riverain, l'aménagement des berges érodées, à une meilleure gestion agricole du phosphore et au financement des immobilisations pour améliorer l'élimination des nutriments dans les installations de traitement des eaux usées (Douglas, 2003).

En 2011, l'État du Vermont avait investi plus de 57 millions de dollars pour le lac Champlain dans le programme *Clean and Clear* et avait obtenu un financement fédéral complémentaire de 68 millions de dollars (Vermont State Treasurer's Office, 2015b). Ces fonds ont été distribués à divers programmes de l'État du Vermont, comme ceux portant sur les rejets d'eaux usées, la gestion des cours d'eau, l'amélioration des routes de campagne, la gestion des eaux pluviales et

le contrôle de l'érosion sur les chantiers de construction. N'empêche, en dépit des progrès importants réalisés au chapitre de la réduction du phosphore dans les eaux usées, les eaux de ruissellement diffuses n'avaient pas diminué de façon significative (Smeltzer, Dunlap et Simoneau, 2009; Lake Champlain Basin Program, 2005).

5.3.2 Loi 64: *Vermont's Clean Water Act*

En mai 2015, l'Assemblée générale du Vermont a adopté la loi H.35, « Loi relatif à l'amélioration de la qualité des eaux publiques ». H.35, ultérieurement nommé Loi 64, également connu sous le nom de *Vermont Clean Water Act*, a été promulgué par le gouverneur Peter Shumlin le 16 juin 2015 (U.S.EPA, 2016). Le gouverneur Shumlin avait souligné la nécessité d'une législation complète sur la qualité de l'eau dans son discours sur l'État de l'Union de 2015 (Shumlin 2015). La Loi 64 a traité le TMDL du phosphore du lac Champlain en fixant des délais pour de nombreux programmes requis par l'EPA, en augmentant le personnel et les ressources en eau potable, en exigeant une planification tactique du bassin pour prioriser les sous-bassins les plus nécessaires et les types de projets nécessaires pour réaliser des réductions, et a créé la première source de financement pour le *Vermont Clean Water Fund*. La Loi 64 a créé la première source de financement public pour le Clean Water Fund, en s'appuyant sur un supplément pour tous les transferts immobiliers de plus de 100 000 \$ (Martin 2015).

Parmi de nombreuses modifications de politique plus modestes, la Loi 64 a révolutionné la politique de qualité de l'eau au Vermont de la manière suivante:

- Modification de la politique agricole du Vermont en déplaçant le cadre de réglementation des « pratiques agricoles acceptées » aux « pratiques agricoles requises » (n ° 64. Loi relative à l'amélioration de la qualité des eaux publiques 2015). Cette nouvelle désignation est venue avec du personnel supplémentaire et des ressources financières pour inspecter les fermes et appliquer les règlements, plutôt que de s'appuyer sur l'ancien système basé sur les plaintes. Il exige également que l'Agence du Vermont pour l'agriculture, l'alimentation et les marchés collabore avec l'Agence des ressources naturelles pour mettre en œuvre l'application de la loi et la nouvelle politique de la qualité de l'eau (Martin 2015).
- Mise à jour obligatoire des pratiques de gestion acceptées pour les travaux d'exploitation forestière au Vermont afin d'incorporer de nouvelles pratiques de qualité de l'eau.
- Promulgué un programme de permis visant à réduire les éléments nutritifs et les sédiments des routes locales connu sous le nom de Programme général de permis des routes municipales.
- Promulgué un programme visant à réduire les éléments nutritifs et les sédiments des routes gérées par l'État, connu sous le nom de Programme de permis pour les égouts pluviaux séparés du secteur des transports.
- Promulgué plusieurs programmes visant à gérer le ruissellement des surfaces imperméables et des terrains aménagés. Ces programmes comprenaient des mises à jour du Manuel de gestion des eaux pluviales du Vermont et des programmes connexes de construction d'eaux pluviales et de permis d'exploitation pour tous les nouveaux projets de réaménagement sur une acre. La loi a également créé un nouveau programme exigeant la modernisation de tous les systèmes de gestion des eaux pluviales pour les

parcelles de trois acres ou plus de surface imperméable qui ont été autorisées avant 2002. De même, en 2017, la Loi 64 a été modifiée pour abaisser le seuil de permis d'exploitation des eaux pluviales de 1 acre à un demi-acre.

- Nécessité d'une mise à jour des règles de débordement des égouts combinés gérées par l'État du Vermont.

Depuis la publication de ce rapport, toutes ces exigences ont été mises en place par l'État du Vermont.

5.3.3 Loi sur la prestation de services d'assainissement de l'eau de 2019

En mai 2019, la législature du Vermont a adopté la Loi 76, dénommée *Clean Service Delivery Act* 76 du Vermont, qui établit une source de financement à long terme pour la qualité de l'eau, en désignant 6% de la taxe sur les chambres et les repas du Vermont, confirmant à nouveau le transfert de propriété surtaxée énumérée ci-dessus, et l'affectation de tous les argents du *Vermont Bottle Bill au Clean Water Fund* de l'État. Cela perpétue un investissement public annuel total de 20 millions de dollars dans le Fonds pour la qualité de l'eau, qui devrait croître avec le temps. Couplé avec des fonds supplémentaires de l'État et des dépenses fédérales, le Vermont est prêt à investir plus de 50 millions de dollars par an pour des efforts en matière d'eau potable dans un avenir prévisible.

La loi prévoit également la désignation de fournisseurs de services d'eau potable basés sur les bassins versants pour coordonner et mettre en œuvre des pratiques locales d'assainissement de l'eau et faire rapport à la *Vermont Agency of Natural Resources* chaque année, et établit quatre nouveaux programmes de subventions pour la qualité de l'eau.

5.3.4 Efforts politiques additionnels du Vermont

Bien que le *Clean and Clear Action Plan* et la Loi 64 soient les politiques du Vermont les plus pertinentes pour ce rapport, le Vermont a des lois, des programmes et des règlements supplémentaires qui traitent de la qualité de l'eau.

Le 1er juillet 2014, la législature du Vermont a adopté la *Shoreland Protection Act* (chapitre 49A du titre 10, §1441 et suivants), qui régleme le développement des rives à moins de 250 pieds du niveau d'eau moyen d'un lac pour tous les lacs de plus de 10 acres. L'intention de la Loi est d'empêcher la dégradation de la qualité de l'eau dans les lacs, de préserver l'habitat et la stabilité naturelle des rivages, et de maintenir les avantages économiques des lacs et de leurs rives. La loi vise à équilibrer la bonne gestion des rives et le développement des rives. Tout nouveau développement, réaménagement ou défrichage à moins de 250 pieds du niveau moyen de l'eau peut nécessiter un permis ou un enregistrement.

La loi 250, loi sur l'utilisation et l'aménagement du territoire du Vermont, a été promulguée en 1970 pour régir les nouvelles constructions dans l'État grâce à un processus d'examen public par le *Natural Resources Board* (loi 250: *Land Use and Development*). Cet examen comprend l'évaluation de neuf critères statutaires, dont plusieurs qui peuvent affecter le lac Champlain: la pollution de l'air et de l'eau, l'approvisionnement en eau, l'impact sur la qualité de l'eau, l'érosion et la capacité du sol à retenir l'eau (Vermont Natural Resources Board 2019). Bien que ces critères ne traitent pas explicitement du phosphore ou des cyanobactéries, l'accent mis sur un examen

diligent de l'aménagement des terres à impact élevé a presque certainement affecté la qualité de l'eau du lac Champlain. La Loi 250 a maintenant près de 50 ans et est actuellement dans les dernières étapes de l'examen par une commission d'État pour évaluer le progrès de la loi et s'assurer que la loi aborde adéquatement les défis émergents comme le changement climatique (Dillon 2018).

5.4 New York

Comme la baie Missisquoi n'est pas un secteur du lac Champlain situé dans l'État de New York, nous consacrons moins de temps de ce chapitre à la politique de l'eau de l'État. Cependant, l'État de New York s'est doté d'une politique de réglementation importante qui porte sur la qualité de l'eau du lac Champlain.

Les secteurs du lac sont classés individuellement en fonction de critères définis par l'État de New York : les secteurs du lac principale et du lac au sud sont désignés globalement comme appartenant à la catégorie A, considérés comme une « source d'approvisionnement en eau à des fins de consommation, de transformation culinaire ou alimentaire, de loisirs avec contact primaire et secondaire, et de pêche » (*Class A Special [A-S] Fresh Surface Waters, 1972*). Plus précisément, les eaux riveraines de ces secteurs sont de catégorie A, tandis que les eaux plus profondes libres sont désignées comme appartenant à la catégorie AA, les eaux les plus pures. Il existe deux exceptions : la baie Bulwagga appartient à la catégorie B et la baie Deep appartient à la catégorie C (New York Department of Environmental Conservation 2018; ClassAA Fresh Surface Waters 1972; *Classe B Fresh Surface Waters 1972; Classe C Fresh Surface Waters, 1972*). Cela signifie que leurs utilisations les plus appropriées sont les activités récréatives avec contacts primaires et secondaires, et la pêche. Dans chacune de ces catégories, le phosphore devrait être limité à une quantité qui ne favorise pas le « développement d'algues, de plantes aquatiques et de boues » (*Narrative Water Quality Standards, 1972*). Les pouvoirs de réglementation et de délivrance de permis concernant les plans d'eau de l'État de New York relèvent du *New York Department of Environmental Conservation* (Wroth, 2012).

En 2018, le gouverneur de l'État de New York, Andrew Cuomo, a annoncé dans son discours sur l'État que celui-ci affecterait 65 millions de dollars à la lutte énergique contre les proliférations d'algues et de cyanobactéries nuisibles. Le lac Champlain a été désigné comme une source d'eau potable et un site récréatif hautement prioritaires (Governor's Press Office, 2017). En juin 2018, à la suite de quatre sommets des intervenants préoccupés par les cyanobactéries, le gouverneur Cuomo a annoncé la publication d'un plan d'action adapté au lac Champlain (Governor's Press Office, 2018).

5.5 Québec

Selon la Constitution canadienne, la gestion des ressources naturelles, y compris l'eau, est de compétence provinciale. Le gouvernement fédéral est responsable des eaux navigables et transfrontalières et de la protection de l'habitat du poisson (gouvernement du Québec, 2017).

Le MELCC est responsable de la coordination de la gestion de l'eau au Québec. Afin d'assurer la protection de cette ressource, de gérer l'eau dans une perspective de développement durable et,

ce faisant, de mieux protéger la santé de la population et des écosystèmes, le Québec a mis en œuvre, en 2002, la Politique nationale de l'eau (PNE).

L'approche de la PNE visait à :

- Mettre en œuvre une gestion intégrée de tous les bassins versants pour réformer la gouvernance de l'eau;
- Mettre en œuvre cette méthode de gestion dans le Saint-Laurent tout en reconnaissant le statut particulier et l'importance de cette voie navigable;
- Protéger la qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques;
- Continuer l'assainissement de l'eau et d'améliorer la gestion des services d'eau;
- Promouvoir les activités récréotouristiques reliés à l'eau.

La PNE a mené à la reconnaissance de 33 bassins versants prioritaires, y compris le bassin versant de la baie Missisquoi, et à l'établissement d'un réseau d'organisations de bassins versants (OBV) responsables de leurs mécanismes de gestion intégrée et de collaboration. Dans la baie Missisquoi, cela a mené à la reconnaissance officielle de la Corporation de bassin versant de la baie Missisquoi, qui allait devenir l'Organisme de bassin versant de la Baie Missisquoi en 2009. En outre, la PNE confiait à ces organismes de gestion des bassins versants le mandat d'achever les premiers plans directeurs de l'eau (PDE) et suggérait de les mettre en œuvre dans le cadre d'ententes sur la gouvernance des bassins entre les divers intervenants.

Plus tard, en 2009, l'adoption de la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection* a confirmé le statut juridique des ressources hydriques en tant que partie du patrimoine de la collectivité, a clarifié les responsabilités de l'État en tant que gardien de la ressource au nom des citoyens et défini les droits et les obligations de la collectivité. Cette loi a clarifié la mission des organisations de gestion des bassins versants, dont le nombre s'élève maintenant à 40, à savoir « d'élaborer et de mettre à jour un plan directeur de l'eau pour sa zone de gestion intégrée et d'en promouvoir et suivre la mise en œuvre, en s'assurant d'une représentation équilibrée des utilisateurs et des divers milieux intéressés, dont le milieu gouvernemental, autochtone, municipal, économique, environnemental, agricole et communautaire, dans la composition de cet organisme de bassin versant » (article 14). Cette loi a été modifiée en 2017 et s'appelle maintenant la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés*. Dans le cadre de la mise en œuvre de la gestion intégrée des bassins versants au Québec, le Plan directeur de l'eau aide à structurer le processus et à faciliter la prise de décisions. Ce processus de planification, mené en consultation avec les intervenants du secteur de l'eau d'un bassin versant, se veut adaptatif, itératif et prospectif. Il s'agit ainsi d'un mode de gouvernance participative.

Enfin, en 2018, le gouvernement du Québec a dévoilé la Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030 (Stratégie de l'eau), qui prend la relève de la Politique nationale de l'eau de 2002 (Gouvernement du Québec, 2018).

5.5.1 Cadre de réglementation de l'activité agricole

Le premier encadrement environnemental des activités agricoles au Québec date de 1981 avec l'adoption du Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de

production animale (RPPEPA), qui visait la protection de l'eau par l'étanchéité des ouvrages de stockage des déjections et prévoyait aussi que l'épandage devait se faire sur les superficies disponibles en tenant compte de la concentration d'azote des fumiers et de la capacité d'épandage en fonction des besoins (CAAAQ, 2008). En 1996, le concept de municipalités en surplus a été introduit au RPPEPA. En 1997, le Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole (RRPOA) introduit les plans agroenvironnementaux de fertilisation (PAEF), une norme phosphore et des normes d'épandage des déjections. L'élaboration de plans agroenvironnementaux a mené à une réduction importante des apports en engrais minéraux à l'échelle du Québec, et à une reconnaissance accrue de la valeur fertilisante du lisier, moins perçu comme un déchet à se débarrasser et davantage comme une ressource importante à valoriser (CAAAQ, 2008).

Le concept d'unité animale a par ailleurs été abandonné en raison des trop grandes disparités dans l'alimentation des animaux, ce qui rendait difficile l'utilisation de moyennes pour évaluer les concentrations en phosphore des fumiers (CAAAQ, 2008). Les calculs pour évaluer les besoins d'épandage sont désormais basés sur la saturation du sol en phosphore plutôt que sur la concentration totale (richesse), ce qui permet de considérer les différences entre les types de sols ou entre les sols de même catégorie sous des conditions différentes. À cet effet, des abaques de détermination de dépôts maximums de phosphore à l'hectare ont été mis au point dans le but de remplacer les calculs basés sur les unités animales à l'hectare et parce que cette approche est jugée plus efficace pour prévenir l'eutrophisation des cours d'eau (CAAAQ, 2008).

En 2002, dans le cadre du lancement de la PNE, le RRPOA a été remplacé par le Règlement sur les exploitations agricoles (REA) qui introduit notamment des seuils limites de saturation en phosphore pour les sols agricoles, la restriction de l'accès des animaux aux cours d'eau à partir de 2005, l'obligation de geler les superficies en cultures dans les bassins versants en excès de phosphore, l'obligation d'épandre les lisiers à l'aide d'une rampe basse et la récupération des eaux usées de laiteries de ferme (Gouv. du Québec, 2004).

Gestion des concentrations de phosphore dans le sol

Le REA exige depuis 2010 le dépôt du bilan de phosphore à l'équilibre. Le bilan phosphore est un inventaire des charges de phosphore, produites ou importées, et de la capacité des sols à recevoir ces charges conformément aux dépôts maximums annuels de phosphore prévus par le REA. Il permet de vérifier l'équilibre entre les apports en phosphore et la capacité de dépôt maximum, pour éviter qu'un surplus ne se retrouve dans les cours d'eau et n'altère leur qualité, notamment en favorisant la prolifération d'algues bleu-vert. » (MELCC, 2019b). Le REA exige aux producteurs agricoles le dépôt annuel d'un bilan de phosphore à l'équilibre et le maintien en tout temps de cet équilibre. Par conséquent, l'exploitant doit disposer des superficies suffisantes pour gérer les matières fertilisantes selon les dépôts prévus à l'annexe I du REA.

Les plans agroenvironnementaux de fertilisation (PAEF) ont aussi été développés pour permettre un retour vers l'équilibre des sols et faire en sorte que les quantités de fertilisants épandues ne dépassent pas les besoins des plantes. Mentionnons que les abaques tiennent plus ou moins compte des besoins de la plante. Elles permettent des apports importants dans les sols pauvres, pour les enrichir, et des apports inférieurs aux prélèvements des cultures en sols riches ou saturés, pour réduire le phosphore du sol.

Le PAEF détermine, pour chaque parcelle d'une exploitation agricole et pour chaque campagne annuelle de culture (maximum de 5 années), la culture pratiquée et la limitation de l'épandage des matières fertilisantes (MDDELCC, 2017). Dans le cas où le sol d'une parcelle en culture dépasse un des seuils de saturation en phosphore inscrit à l'annexe I du REA, les recommandations de fertilisation inscrites dans le PAEF d'un lieu d'élevage ou d'épandage doivent faire en sorte de l'abaisser et de la maintenir sous ces seuils.

Les PAEF et bilans phosphore sont complétés par des agronomes engagés par les producteurs agricoles visés. Le suivi de la conformité de ces dispositions est quant à lui assuré par les directions régionales du MELCC. Les données sur les bilans phosphore publiées en 2016 ainsi que les données sur la qualité de l'eau des territoires agricoles du bassin versant de la baie, indiquent qu'il reste du travail à faire pour réduire les taux de saturation des sols en phosphore et ultimement les quantités de phosphore qui sont rejetées vers les cours d'eau et la baie Missisquoi. Malgré la conformité, la capacité de support est largement dépassée.

Les bilans de masse du phosphore (P) et la simulation dynamique des apports, stockage et exportations de P ont fait l'objet de plusieurs études au Vermont (Cassell et al., 1998, 2001, 2002; Meals et al., 2008a, 2008b). Un constat clair qui se dégage de ces études réalisées au tournant de l'an 2000 est que les objectifs à long terme de réduction des charges de phosphore à la baie Missisquoi ne pourront être atteints qu'en s'adressant au déséquilibre entre les importations et les exportations dans le secteur agricole et, lorsqu'approprié, aussi dans l'environnement urbain (Jokela et al., 2002). A l'échelle de la ferme laitière par exemple, des bilans de masse réalisés par des chercheurs Vermontois ont démontré qu'entre 20 et 40% du phosphore importé (fertilisants, moulées, etc) quittait la ferme sous la forme de lait, viande ou autres produits (Anderson et Magdoff, 2000). Avec le temps, le stock de P augmente dans les sols et les zones de déposition dans les plans d'eau, générant des émissions de flux de P de plus en plus importants. Il a ainsi été démontré dans la portion québécoise du bassin versant de la rivière aux Brochets que la richesse du sol et les bilans des apports étaient significativement corrélés entre eux, et contribuaient à expliquer plus de 85% de la variabilité spatiale dans les flux de phosphore (Deslandes et al. 2002a, 2002b). Déjà il y a plus de quinze ans, le tiers des sols d'un sous-bassin de la même région d'étude présentaient des taux de saturation supérieurs au seuil de vulnérabilité pour la perte de phosphore de 10 % (Michaud et al., 2002a, 2002b).

Ce constat ne minimise pas l'importance des pratiques culturales de conservation et d'aménagement anti-érosif des terres et des cours d'eau. Leurs bénéfices ont été démontrés dans le bassin versant de la baie Missisquoi, comme ailleurs dans le Nord-Est américain. Les suivis à long terme en Amérique du Nord des effets de ces pratiques de gestion bénéfiques «traditionnelles» ciblées sur le contrôle du ruissellement, de l'érosion et des charges particulières de P ont cependant démontré que les sites de piégeage du P deviennent, à long terme, des sources d'émission de phosphore soluble (Dodd et Sharpley, 2016). En clair, la principale implication des études à long terme sur le bilan de masse du P et de l'efficacité du contrôle du ruissellement et de l'érosion sur la mobilisation du P est que l'atteinte des charges cibles de P du bassin versant de la baie Missisquoi est compromise sans un équilibre du bilan de masse du phosphore.

Les systèmes de séparation des fractions solides (90% du P) et liquides du lisier, par exemple, sont largement utilisés en Europe et leur efficacité a aussi été démontrée en porcherie au Québec (Godbout et al., 2006). La fraction liquide, relativement pauvre en P mais riche en azote, peut alors être valorisée au champ, tout en limitant l'enrichissement du sol en P et en prévenant les pertes de P au cours d'eau. Ce lisier « à teneur réduite en P » devient particulièrement avantageux pour le secteur de grains biologiques, vulnérables à l'enrichissement excessif du sol en P en raison d'une utilisation continue d'engrais de ferme. En ce qui a trait à la fraction solide récupérable (90% du P; Godbout et al., 2006), une richesse élevée en nutriments et un faible taux d'humidité en facilite la valorisation sur des champs plus éloignés, ou hors-ferme, suivant un traitement de séchage, de compostage ou de granulation.

L'accompagnement des plus grosses entreprises d'élevage pour une gestion efficace des lisiers liquides et solides s'inscrit comme prioritaire sur le plan de la prévention de l'eutrophisation à long terme de la baie Missisquoi. D'une part, la disponibilité de lisiers appauvris en P contribuera à limiter à long terme l'enrichissement des sols en phosphore dans le bassin versant. Aussi, les fractions solides, assainies, pourrait remplacer les apports en engrais minéraux phosphatés, abaissant ainsi le bilan de global des apports en P dans le bassin versant.

La gestion à la source des teneurs en phosphore des engrais organiques passe également par une réduction du phosphore minéral ajouté aux aliments du bétail, en ayant recours dans certaines productions animales à des enzymes permettant une meilleure assimilation du phosphore contenu dans les céréales (ex: phytase). La réalisation de bilans alimentaires permettrait de valider si l'alimentation du bétail des élevages situés dans ce bassin versant profite réellement de cette option.

La MRC de Brome-Missisquoi, au Québec, a mandaté l'*Institut de recherche et de développement en agroenvironnement* (IRDA) pour adapter l'Outil de diagnostic des exportations de phosphore aux besoins de la MRC en matière de gestion et de contrôle des eaux de ruissellement sur son territoire. Cet outil de référence spatiale permet d'estimer et de visualiser le ruissellement superficiel, l'érosion et les taux de transfert de phosphore à la surface. Les principales aires à risque ont donc été localisées pour l'ensemble de la MRC de Brome-Missisquoi.

Par ailleurs, l'OBVBM a commandé à l'IRDA une analyse de scénarios visant à réduire les apports de phosphore de 40 % dans le bassin versant de la rivière de la Roche à l'aide de l'outil GEODEP (Michaud et al., 2019). Les résultats de cette analyse serviront à prioriser les interventions en fonction des gains observés et les résultats seront présentés aux autorités gouvernementales pour la mise en œuvre d'actions. L'IRDA a analysé l'ensemble du bassin versant de la rivière de la Roche pour modéliser des scénarios. Toutefois, la composante relative au rapport coûts-avantages n'a été utilisée que pour la partie du bassin versant située au Québec.

Quatre objectifs ont orienté le choix des nouvelles pratiques de gestion modélisées pour la partie du bassin versant située au Québec :

1. La réduction des taux d'érosion dans les cultures de maïs et de soja par la culture sur résidus et cultures de couverture.
2. L'incorporation superficielle d'engrais de ferme dans l'épandage.
3. L'aménagement de zones riveraines dans les cours d'eau.

4. La protection des zones inondées ou excessivement vulnérables à l'érosion.

Le projet a été financé par le LCBP dans le cadre du volet de soutien à la prévention de la pollution et à la préservation des habitats.

5.5.2 Programmes de soutien agricole

Les principaux programmes de soutien aux producteurs agricoles au Québec sont le Programme canadien de stabilisation du revenu agricole (PCSR), le Programme d'assurance stabilisation des revenus agricoles (ASRA), le Programme d'assurance récolte, utilisé pour pallier les risques naturels et le Programme de crédit de taxes foncières agricoles. Ces programmes sont gérés par la Fédération agricole du Québec (FADQ). Les sommes consacrées à ces programmes varient entre 500 M\$ et 1 G\$ par année. Elles auraient augmenté de près de 250 % entre le début des années 1980 et 2008 en réponse à divers éléments (ex : hausse des taxes foncières, événements climatiques, etc.). L'ASRA est de loin le plus important programme d'aide financière du gouvernement du Québec. Or, les productions sous gestion de l'offre, qui bénéficient déjà d'une protection particulière contre la concurrence étrangère, ne sont pas admissibles à ce programme. Quatre productions non contingentées (maïs-grain, veau d'embouche, porc et porcelet) se partagent au Québec la majorité (environ 65%) des sommes consacrées à ces divers programmes de soutien (CAAAQ, 2008).

Depuis 2008, le respect de la protection des bandes riveraines et l'interdiction d'augmenter les superficies en culture dans certaines municipalités ciblées dans le REA sont des mesures appliquées dans le cadre du programme ASRA et de celui de l'assurance récolte. (Vérificateur générale du Québec 2012).

Programme Prime-Vert

Le programme Prime-Vert est géré par le MAPAQ et cofinancé par les gouvernements fédéral et provincial en vertu des divers partenariats pour l'agriculture. D'abord axé pour soutenir les producteurs agricoles à se doter de structures d'entreposage étanches, ce programme offre depuis 2002 un financement aux producteurs pour la réduction de la pollution diffuse par un soutien aux bonnes pratiques agroenvironnementales. Ainsi, les exploitations agricoles peuvent obtenir l'aide nécessaire pour : gérer l'accès des animaux aux cours d'eau; aménager des bandes de protection riveraines et des haies brise-vent; aménager des ouvrages de protection contre l'érosion dans les champs ou en bordure des cours d'eau; adopter des pratiques culturales de conservation des sols et de l'eau. Le programme Prime-Vert est un programme essentiel pour la réduction de la pollution diffuse en milieu agricole au Québec.

La nouvelle version du Prime-Vert 2018-2023 du MAPAQ apporte certaines nouveautés comme le financement des cultures de couvertures et cultures intercalaires (couvrant au moins 10 000 ha) qui auraient rapidement connu un grand succès avec plus de 350 demandes reçues pour la Montérégie en 2018. Le nouveau programme du Prime-vert prend aussi en compte l'entretien des plantations riveraines ayant été financé par le programme ce qui est un avantage et un incitatif pour la mise en place de ces ouvrages. Le montant mis à la disposition des producteurs a aussi été augmenté passant de 30 000 à 40 000 \$.

Le programme Prime-Vert 2018-2023 du MAPAQ comporte trois volets de financement :

Le Volet 1 – Intervention en agroenvironnement par une entreprise agricole finance autre autres des aménagements agroenvironnementaux (haies brise-vent, bandes riveraines élargies, etc.) et des pratiques et ouvrages de conservation des sols (ouvrages de contrôle de l'érosion, cultures de couverture, etc.)

Le Volet 2 – Approche régionale ou interrégionale en agroenvironnement supporte les actions en liens avec les problématiques agroenvironnementales identifiées dans la Montérégie par le MAPAQ et les partenaires du milieu :

- Dégradation des sols due à la monoculture, à des rotations inappropriées et à des pratiques culturales déficientes -
- Utilisation intensive des pesticides à haut risque sur l'environnement et la santé dans les grandes cultures ainsi que dans les productions horticoles, notamment dans les zones du sud de la Montérégie
- Pollution des cours d'eau et dégradation de la qualité de l'eau causées, en partie, par les intrants d'origine agricole et la perte de sol dans les zones de culture intensive à l'intérieur des bassins versants, notamment dans le bassin versant de la rivière de la Roche.
- Appauvrissement de la biodiversité dans les secteurs agricoles intensifs dont le secteur bassin de la baie Missisquoi.

Le Volet 3 : Appui au développement et au transfert de connaissances en agroenvironnement soutien pour le développement expérimental, l'adaptation technologique et le transfert technologique des connaissances en agroenvironnement, la diffusion; d'information en agroenvironnement et l'appui individuel aux entreprises agricoles pour la réalisation d'essai d'implantation de pratiques agroenvironnementales éprouvées (cultures de couverture, implantation de céréales d'automne) sur une superficie maximale de l'essai est de 5 hectares.

Une diminution importante du nombre de demandes de subvention a été observée entre les périodes de 2009-2013 et de 2013-2018, où le taux de participation total est passé de 64 % à 18 %. Cependant, au cours de cette période 2009-2018, un montant de 4,57 \$ M a été investi par le MAPAQ dans le cadre du Programme Prime-Vert sur le territoire du bassin versant de la baie Missisquoi.

Le programme Prime-Vert a permis la réalisation de projets de bassins versants, de retrait des animaux des cours d'eau, d'ouvrages de conservation de sols (avaloirs, enrochements, de tranchées filtrantes, etc.), de cultures de couvertures, de plantations d'arbustes et de haies brise-vent, d'infrastructures d'entreposage de lisiers et de fumiers et d'achat d'équipement pour la réduction de l'utilisation de pesticides. Des formations sur la méthode du semis direct et autres pratiques de conservation des sols ont aussi été offertes aux producteurs agricoles dont plusieurs ont fait l'achat d'équipements pour transiter vers ces pratiques (Mimeault et Simoneau, 2010).

Le MAPAQ a appuyé techniquement et financièrement plusieurs initiatives réalisées dans le bassin versant de la baie Missisquoi entre 2007 et 2019, pour un montant global de plus de 1,6 M\$, incluant les projets Lisière Verte (2007-2010), le projet ZIPP Baie Missisquoi (2009-2013), le projet ZIPP ruisseau Morpions (2010-2014) et le projet *d'Interventions ciblées sur le contrôle des eaux de ruissellement et la conservation des sols dans la MRC Brome-Missisquoi* de l'OBVBM

(2016-2019). Ce dernier projet a été financé par le programme Prime-Vert (Approche Régionale), la MRC Brome Missisquoi, l'OBVBM et le programme ÉcoAction d'Environnement et changement climatique Canada.

Dans le cadre du projet Interventions ciblées sur le contrôle des eaux de ruissellement et de conservation des sols dans la MRC Brome-Missisquoi, l'OBVBM et la MRC BM travaille de concert pour réduire l'impact des eaux de ruissellement provenant des terres agricoles dans les secteurs les plus vulnérables à l'érosion et dans les bassins versants des travaux d'entretien des cours d'eau. Depuis 2016, les producteurs agricoles ciblés sont accompagnés par l'agronome de l'OBVBM/MRC pour mettre en place des actions pour réduire les apports de nutriments vers les cours d'eau. Les pratiques de culture de couvertures, d'aménagement de bandes riveraines élargies et d'ouvrages hydroagricoles sont fortement recommandées.

Plusieurs intervenants rencontrés ont observé d'importants changements de « mentalités » à l'égard de la protection de l'environnement en milieu agricole. Le territoire du bassin versant de la baie serait un « terreau fertile » pour la réalisation de projets novateurs étant donné un certain intérêt marqué de la part de producteurs et conseillers agricoles (Entrevues OBVBM, 2019). Certaines améliorations seraient perceptibles dans les analyses de qualité de l'eau pondérées avec les débits. Or, les charges demeurent excessives et la gestion des sources diffuses demeure un défi majeur à relever dans le bassin versant de la baie Missisquoi.

5.5.3 Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030

En 2018, le gouvernement du Québec a dévoilé la Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030 (Stratégie de l'eau), qui remplace la Politique nationale de l'eau de 2002 (Gouvernement du Québec, 2018). La Stratégie de l'eau sera mise en œuvre par le truchement de trois plans d'action successifs. Le premier plan d'action de la Stratégie de l'eau 2018-2023 représente des investissements de plus de 550 millions de dollars.

Les sept priorités de la Stratégie de l'eau sont les suivantes :

- Assurer l'accès du public à une eau de qualité.
- Protéger et restaurer les milieux aquatiques.
- Mieux prévenir et gérer les risques liés à l'eau.
- Exploiter le potentiel économique de l'eau.
- Promouvoir une utilisation durable de l'eau.
- Acquérir et partager les meilleures connaissances sur l'eau.
- Assurer et renforcer la gestion intégrée des ressources hydriques.

Les orientations et objectifs concernant l'enjeu de la baie Missisquoi sont l'orientation 1 avec les objectifs 3 et 4. En ce qui a trait à l'objectif 3 qui cible la mise aux normes des infrastructures d'assainissement, certaines mesures visent notamment à assurer un meilleur contrôle des rejets et à favoriser la mise aux normes des installations d'assainissement des eaux usées résidentielles. L'objectif 4, quant à lui, poursuit le virage agroenvironnemental par des actions portant sur le contrôle des sources de contamination des eaux de surface, la réfection des ouvrages de stockage des déjections animales et l'efficacité des bandes riveraines. Également, l'orientation 7 visant à assurer et renforcer la gestion intégrée des ressources en eau comporte une mesure qui consiste

à appuyer la concertation Québec-Vermont-New-York pour la gestion intégrée du lac Champlain, du lac Memphrémagog et de la rivière Richelieu.

Le Plan d'action 2018-2023 de la Stratégie de l'eau renferme 63 mesures administrées par onze organismes gouvernementaux et organisations. Les principales mesures comprennent l'amélioration de la prévention et de la gestion des risques liés à l'eau, y compris les inondations (53 millions de dollars); la conservation et la restauration des milieux aquatiques (32 millions de dollars); la garantie d'un accès à une eau de qualité en quantité suffisante, notamment par l'entremise du Programme pour une protection accrue des sources d'eau potable (34 millions de dollars) (gouvernement du Québec, 2018). La surveillance de la Stratégie de l'eau est effectuée par le MELCC. Chaque année, un rapport d'étape doit être publié, et un rapport de mi-parcours est en cours de préparation. La Stratégie de l'eau vise à favoriser une plus grande cohérence dans les interventions en matière de gestion de l'eau.

Dans le cadre de la Stratégie québécoise de l'eau, le Programme pour une protection accrue des sources d'eau potable (PPASEP) aide les municipalités à mettre en œuvre le Règlement sur la protection de l'eau potable. Le PPASEP est administré par le MELCC et comporte deux volets : le premier aide les municipalités qui doivent effectuer une analyse de la vulnérabilité de leurs sources d'eau potable, et le deuxième aide les municipalités à compenser financièrement les pertes de revenus subies par les producteurs agricoles en raison de certaines restrictions imposées par le Code de gestion des pesticides (MELCC, 2018e). La municipalité de Bedford, dont la source d'eau potable est la baie Missisquoi, procède actuellement à l'analyse de vulnérabilité de sa source.

5.5.4 Efforts politiques additionnels du Québec

Les projets de développement impliquant l'expansion d'un réseau d'égouts d'une superficie totale de plus de deux hectares (en tenant compte de toutes les phases prévues) doivent respecter les exigences en matière d'eaux pluviales, ce qui comprend l'élimination de 60 à 80% des solides en suspension, selon la sensibilité de l'environnement récepteur. Il convient de noter que le MELCC peut, dans le cas d'environnements jugés très sensibles (par exemple, les lacs affectés par les proliférations de cyanobactéries ou les zones de frai des salmonidés), fixer des exigences plus strictes pour l'élimination des matières en suspension et du phosphore ou, à défaut, exiger réduction des coliformes fécaux par désinfection. Pour les projets de moins de deux hectares, le MELCC pourrait exiger la mise en place de mesures de contrôle de la qualité si un problème particulier justifie leur utilisation.

5.6 Recommandations des experts

5.6.1 Québec

Au Québec, l'OBVBM a consulté plus de 65 intervenants de différents organismes, centres de recherche et universités ainsi que des intervenants municipaux et du secteur agricole pour recueillir leurs points de vue et leurs recommandations. Un questionnaire a été élaboré pour chacun des intervenants consultés. Certains ont répondu par écrit, mais la plupart ont été rencontrées dans le cadre d'entrevues réalisées d'octobre 2018 à janvier 2019. Les questions de la gouvernance, des programmes de financement, des règlements actuels et les

recommandations provenant de entrevues ont fait l'objet de discussions, et plusieurs solutions ont été proposées pour réduire les apports de nutriments dans le lac Champlain. Un résumé complet des points de vue exprimés a été réalisé et le GCSC du Québec a évalué les sections d'entrevue les plus pertinentes pour le mandat de la CMI.

L'approche par questionnaire personnalisé produit des résultats plutôt qualitatifs et ne permet pas de quantifier ou de présenter des statistiques. En revanche, les opinions reflétant un certain consensus ou soulevées par plusieurs intervenants ont servi de base à l'élaboration des recommandations du GCSC du Québec énumérées ici.

Agriculture et limitation du phosphore

Les représentants de la communauté scientifique conviennent que le phosphore est la cible à privilégier pour réduire l'eutrophisation dans un plan d'eau et les effets connexes comme les efflorescences de cyanobactéries.

Tel que discuté dans les sections précédentes, l'agriculture est le plus grand contributeur de phosphore à la baie Missisquoi. Afin de limiter la production de cultures intensives dans les zones dégradées, de nombreux incitatifs financiers ont été proposés suite par de nombreuses personnes interrogées pour promouvoir la transition vers les cultures céréalières et fourragères. Les exigences révisées en matière d'engrais applicables à ces outils de contrôle ont été remises en cause à de nombreuses reprises (bonnes pratiques /bilan masse du P) afin d'atteindre les objectifs de restauration de la qualité de l'eau. Le soutien et l'aide financière aux producteurs agricoles, l'écoconformité et la compensation pour les biens et services écologiques rendus devraient, pour bon nombre des intervenants rencontrés, faire l'objet d'une réflexion approfondie afin de proposer des modèles mieux adaptés aux besoins des agriculteurs. On a également recommandé de développer des marchés pour appuyer les cultures céréalières et fourragères afin de réduire la production de maïs et de soja. Plusieurs intervenants ont souligné l'importance de soutenir financièrement les municipalités afin de moderniser les installations de traitement des eaux usées et de réduire les dépassements de capacité.

Politiques, gouvernance et coopération internationale

La plupart des intervenants consultés ont souligné l'importance de renouveler l'Entente entre le gouvernement du Québec et l'État du Vermont qui a pris fin en décembre 2016 concernant la réduction du phosphore à la baie Missisquoi afin de bénéficier d'un engagement officiel des deux gouvernements. Pour assurer l'atteinte des objectifs de cette Entente, les intervenants ont fortement recommandé d'établir une enveloppe budgétaire proportionnelle aux objectifs et de créer un organisme ou un comité d'experts binational chargé d'évaluer et de recommander les mesures et les solutions prioritaires pour la réduction des apports de phosphore à la baie Missisquoi. Afin de suivre l'évolution des objectifs, un rapport annuel devrait être présenté à chacun des organismes concernés et aux intervenants du secteur.

Du point de vue régional, la délimitation des zones de contrainte dans les Schémas d'aménagement et de développement des MRC pourrait permettre de réglementer certaines utilisations du territoire dans les zones de dégradation identifiées. La protection des milieux naturels et des milieux humides a également fait l'objet d'un consensus. En ce qui concerne la réglementation, il y a eu plusieurs lacunes en matière d'application de la loi et de surveillance en raison du manque d'effectifs dans les ministères et du manque de ressources financières des

municipalités, comme dans le cas de la Politique de protection des rives et des plaines inondables, qui est généralement peu respectée.

Cyanobactéries et santé publique

Il y a peu d'information disponible sur les plans d'eau touchés par les cyanobactéries au Québec. Le MELCC ne produit plus de rapport annuel depuis 2016 et le suivi est effectué par des bénévoles. Les propriétaires de plage et les municipalités ne diffusent pas suffisamment l'information transmise par le ministère de la Santé sur les instructions de suivi lorsqu'un plan d'eau est affecté par les cyanobactéries. Le fait que le MELCC n'échantillonne plus systématiquement les plans d'eau où ce problème est récurrent, comme la baie Missisquoi, donne à penser que le problème est réglé. Pour beaucoup, il y a là un risque de banalisation de la situation. Cela aurait un effet négatif sur la mise en œuvre de mesures visant à réduire les apports en nutriments. Pour de nombreux intervenants, le gouvernement devrait exiger que les propriétaires de plages et les municipalités informent les citoyens et les visiteurs des risques pour la santé.

Au Vermont, dans le cadre de l'exercice de revue de la littérature, le LCBP a rencontré des professionnels des bassins versants pour discuter de la qualité de l'eau du lac Champlain et de la gestion des cyanobactéries. Ces experts étaient affiliés à de petits groupes de bassins versants et des représentants municipaux locaux, ainsi qu'aux autorités de réglementation des gouvernements fédéraux des États. Ces entrevues semi-structurées informelles ont été guidées par une série de questions normalisées sur la qualité de l'eau et les cyanobactéries dans le bassin du lac Champlain (Annexe 2). Ces discussions ont porté principalement sur les programmes, les facteurs et les efforts qui ont réussi à régler le problème de l'apport de nutriments et des cyanobactéries dans le lac Champlain, ou ont échoué à le faire, ainsi que sur des recommandations pour les efforts futurs, en tenant compte du niveau ou de l'augmentation du financement. Les entrevues aux États-Unis ont été réalisées en décembre 2018 et en janvier 2019 et duraient habituellement environ une heure. Nos premières entrevues ont été menées auprès des membres du GCSC du Vermont; des entrevues subséquentes ont été sollicitées auprès de professionnels des bassins versants suggérés par les membres du GCSC.

Les réponses des personnes interrogées aux États-Unis ont été regroupées par thème en catégories générales : politique, réglementation et distribution des fonds; les apports de phosphore prioritaires et les solutions possibles; l'éducation, la sensibilisation et la collaboration à l'échelle des bassins versants. Pour chacune de ces catégories, nous avons énuméré les sujets suivants mentionnés par les personnes interrogées : les programmes/projets réussis et les facteurs de réussite; les programmes/projets qui ont échoué et les facteurs d'échec; et les recommandations. Ces réponses sont présentées au Tableau 6 et décrites plus en détail ci-dessous.

5.6.2 États-Unis

Les réponses des personnes interrogées aux États-Unis ont été classées par thème en catégories générales: politique, réglementation et distribution des fonds; contributions au phosphore hautement prioritaires et solutions potentielles; et l'éducation, la sensibilisation et la collaboration à l'échelle du bassin versant. Pour chacune de ces catégories, nous avons répertorié les mentions des personnes interrogées sur les sujets suivants: programmes, projets et facteurs réussis; programmes, projets et facteurs infructueux; et recommandations générales. Ces réponses sont répertoriées dans le tableau 6 et discutées plus en détail ci-dessous.

Tableau 6. Réponses des répondants américains classées par thème. Le nombre entre parenthèses après chaque point représente le nombre de personnes interrogées qui ont mentionné le sujet. Les sujets qui comportent moins de deux mentions ne sont pas énumérés.

	Programmes/projets réussis et facteurs de réussite	Programmes/projets réussis et facteurs d'échec	Recommandations
Politique, réglementation et distribution des fonds	<ul style="list-style-type: none"> Loi 64 du Vermont et modification réglementaires connexes (4), et en particulier les nouvelles pratiques agricoles obligatoires (4). 	<ul style="list-style-type: none"> Système actuel de distribution du financement pour l'eau potable (5). Loi 64 du Vermont et modifications réglementaires connexes (2). L'organisation des programmes d'assainissement de l'eau fait en sorte qu'il est difficile pour les intervenants de comprendre leur rôle (2). 	<ul style="list-style-type: none"> Maintenir la stabilité du financement actuel et évaluer le succès (4). Administrer un nouveau système pour distribuer les fonds plus efficacement (4). Donner plus de pouvoir aux groupes de bassins versants (4). Réduire les exigences administratives et en matière de rapports en ce qui concerne les subventions pour l'assainissement de l'eau (4).

		<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter le financement de la recherche (3). • Consacrer une partie du financement à des projets pilotes coûteux (3). • Régler le problème des infrastructures vieillissantes (2). • Tenir compte des changements climatiques dans la prise de décisions stratégiques (2) 	
Apports de phosphore prioritaires et solutions possibles	<i>Aucune mention</i>	<ul style="list-style-type: none"> • L'accent actuel est sur l'intervention en cas de crise plutôt que sur des mesures proactives (2). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre l'accent sur les principaux apports de phosphore (6). • Traiter le phosphore résiduel des sédiments du lac Champlain (5). • Offrir plus de soutien aux producteurs (4), peut-être en modernisant la structure de prix du lait (4).

			<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre des PEG relatives aux eaux pluviales (4). • Prioriser les solutions de qualité de l'eau axées sur les mécanismes naturels (3). • Mettre en œuvre un système de plafonnement et d'échange pour le phosphore (2). • Restaurer les corridors riverains (2).
Éducation, sensibilisation et collaboration à l'échelle des bassins versants	<ul style="list-style-type: none"> • Les programmes d'éducation et de sensibilisation existants (5). • Le Lake Champlain Monitoring Program (4). • L'idée voulant que l'amélioration de la qualité de l'eau soit 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de responsabilité à l'égard des problèmes de qualité de l'eau et diminution de la collaboration intergouvernementale (2). 	<ul style="list-style-type: none"> • Encourager l'adhésion des intervenants en matière d'eau potable (4). • Faciliter une plus grande collaboration à l'échelle du bassin versant (4). • Éduquer et sensibiliser davantage,

<p>une responsabilité é partagée entre les intervenants (4).</p> <ul style="list-style-type: none"> • La collaboration entre l'État de New York, le Vermont et le Québec (4). • La surveillance des cyanobactéries par les citoyens (2). • Les groupes de défense de l'eau potable (2). 	<p>en particulier auprès des collectivités et des groupes mal desservis (2).</p>
--	--

Les répondants étaient partagés en ce qui concerne la loi 64, la loi sur l'assainissement de l'eau du Vermont. Les pratiques agricoles obligatoires (Required Agricultural Practices) établies par cette loi ont été reçues favorablement. D'une façon générale, la loi a suscité des commentaires positifs de la part des fonctionnaires fédéraux et de l'État. Bien que certains aient fait remarquer que l'adoption de la loi en 2015 est peut-être encore trop récente pour que celle-ci ait entraîné des retombées positives mesurables, elle « a le potentiel de réussir ». En revanche, les répondants des administrations locales et des organisations à but non lucratif du bassin versant ont reçu la loi et les lois connexes de façon moins favorable, soulignant que même si le processus tactique de planification du bassin peut générer des renseignements utiles, il est difficile pour les intervenants de le comprendre et d'y participer. Ils ont aussi souligné que la loi 64 risquait d'imposer une part de responsabilité injuste aux municipalités plutôt qu'à la *Vermont Agency of Natural Resources*.

On a demandé aux répondants où ils voyaient des possibilités d'amélioration des politiques, de la recherche et de la mise en œuvre. Lorsqu'on leur a présenté un scénario de financement par niveaux, plusieurs répondants ont suggéré de maintenir la stabilité des crédits actuels pour la qualité de l'eau et d'évaluer le succès. Cette opinion était particulièrement prédominante chez les fonctionnaires fédéraux et de l'État qui ont participé à l'élaboration de la loi 64, la Vermont's

Clean Water Act, et ils ont demandé qu'on leur accorde plus de temps pour déterminer si les initiatives en cours produisaient les résultats escomptés.

Les répondants étaient moins loquaces lorsqu'on leur a demandé de donner des exemples de programmes et d'efforts qui n'avaient pas réussi à améliorer la qualité de l'eau et à réduire les cyanobactéries dans le lac Champlain. Le sujet le plus important, partagé par cinq répondants, est que la structure actuelle de distribution du financement pour l'assainissement de l'eau est inefficace et qu'elle pourrait être améliorée. N'empêche, les points de vue particuliers sur ce sujet variaient considérablement. En effet, plusieurs répondants estimaient qu'une trop grande proportion du financement total est consacrée aux coûts rattachés au soutien administratif et à la production de rapports, et que davantage de ressources devraient être consacrées à la mise en œuvre plutôt qu'à la recherche et à la surveillance, tandis que d'autres ont suggéré que les fonds soient distribués en fonction des résultats des mesures d'assainissement, par exemple selon la réduction de l'apport de phosphore calculée en livres. Apports de phosphore prioritaires et solutions possibles.

Plusieurs répondants ont souligné l'importance d'optimiser la distribution du financement majoré. Certains ont suggéré que l'administration d'une enveloppe de financement majorée soit confiée à l'*Agency of Natural Resources*. Comme il est déjà très difficile de distribuer des fonds en temps opportun et de manière efficace, il serait de mise que jusqu'à un tiers des fonds supplémentaires servent à financer les coûts du personnel chargé de les distribuer sous forme de subventions de projets dans l'État. Cependant, d'autres répondants, principalement des municipalités et des groupes de bassins versants, se sont dit en désaccord avec cette proposition et ont plutôt suggéré que les gouvernements fédéral et des États tentent de s'aligner plus étroitement sur les organismes sans but lucratif locaux et exploite au maximum leur financement en éliminant les obstacles que ces organismes doivent surmonter, comme le processus de demande de subventions qui exige beaucoup de temps qu'un mécanisme de distribution régulière du financement, et la quantité importante de documents à produire. D'autres répondants ont aussi suggéré de décentraliser les responsabilités du gouvernement de l'État afin de mieux soutenir les municipalités, notamment en déployant 80 % du personnel de l'ANR de Montpelier dans des collectivités mal desservies dans tout le Vermont. Ces points de vue divergents illustrent la division claire des perceptions des priorités et des défis entre les employés de l'État et du gouvernement fédéral qui participent à l'élaboration et à la promotion du cadre de réglementation actuel, et le personnel municipal et les groupes de gestion des bassins versants qui effectuent des travaux de mise en œuvre sur le terrain.

Parmi les suggestions les plus fréquentes par rapport à l'utilisation d'un financement accru, on a suggéré de cibler les sources de phosphore hautement prioritaires et de prioriser les efforts d'éducation et de sensibilisation. En ce qui concerne les zones de phosphore hautement prioritaires, les réponses ont varié, mais bon nombre d'entre elles étaient axées sur l'agriculture. Plusieurs ont mentionné l'importance d'encourager l'État, les municipalités et les groupes de bassins versants à racheter des fermes dans les zones abritant des sources critiques de phosphore, particulièrement dans le bassin versant du lac Carmi. Bien que l'agriculture soit considérée

comme un élément fondamental du paysage du bassin hydrographique, l'agriculture est le principal exportateur de phosphore dans le lac Champlain et il faut s'y remédier. Une façon relativement simple de réduire le phosphore de source agricole pourrait consister à offrir un soutien et des incitatifs aux agriculteurs pour qu'ils abandonnent les productions à fort impact comme la culture du maïs et la production laitière. Les fonds destinés à l'éducation des agriculteurs, les subventions pour l'achat d'équipement et la mise en place de pratiques exemplaires de gestion (BMP's) et un accès facilité à des plans personnalisés de gestion des nutriments comptent parmi les suggestions mentionnées pour soutenir les agriculteurs.

On a aussi suggéré de moderniser la structure fédérale des prix du lait. La plupart des prix du lait versés aux producteurs sont fixés sur une base mensuelle, conformément aux ordonnances fédérales de commercialisation du lait, en fonction d'une combinaison des prix du lait déterminés par le marché et des coûts de production estimés, des rendements et de l'emplacement (MacDonald, Cessna et Mosheim, 2016). La production laitière s'est déplacée vers les plus grandes fermes, et ces celles-ci peuvent gagner beaucoup plus par unité de lait que les petites exploitations, ce qui les incite fortement à prendre de l'expansion. Ces augmentations de la taille des fermes ont entraîné une diminution des coûts de production du lait des grands producteurs de 1998 à 2012, et incidemment, une diminution des prix du lait (MacDonald, Cessna et Mosheim 2016). En 2010, la taille médiane nationale du cheptel laitier était de 900 têtes, comparativement à 80 en 1987 (MacDonald, Cessna et Mosheim, 2016). Au Vermont, la taille moyenne du cheptel était de 125 têtes, une augmentation par rapport à 60 en 1990 (Parsons, 2010). Ces statistiques descriptives ne sont pas directement comparables, mais elles donnent à penser que même si la taille des cheptels laitiers du Vermont a presque doublé, elle demeure beaucoup plus petite que celle des cheptels laitiers de l'industrie à l'échelle nationale. L'industrie laitière du Vermont a été qualifiée d'industrie « en crise » (Heintz, avril 2018), et les pressions exercées sur les agriculteurs pour qu'ils regroupent un plus grand nombre de bêtes sur la même parcelle de terre augmentent l'impact environnemental de la production laitière. Les hausses spectaculaires de la volatilité des prix du lait ont eu des répercussions négatives sur les agriculteurs (Bolotova, 2016). L'élimination ou la modernisation du régime fédéral d'établissement des prix du lait est un sujet de recherche et de discussion depuis plusieurs décennies (Manchester et Blayney, 1997; McNew, 1999).

Bien qu'il soit crucial d'intervenir dans les secteurs du lac Champlain les plus durement touchés par le problème de l'apport de nutriments et des cyanobactéries, plusieurs répondants ont également souligné l'importance de protéger et de conserver des zones intactes et bien préservées. La protection et la conservation des ressources naturelles maximisent la valeur celles-ci sur le plan de la qualité de l'eau, et préconisent un virage des solutions entièrement tributaires de l'innovation technologique vers des solutions « naturelles » pour régler ces problèmes continus.

Plusieurs répondants ont recommandé de miser sur la technologie : un financement permettrait l'installation et la mise à l'essai de nouveaux systèmes coûteux pour éliminer le phosphore et améliorer la qualité de l'eau. Parmi les projets pilotes possibles, mentionnons l'installation d'une chaîne de traitement du phosphore; l'achat et la mise en œuvre d'unités de traitement amélioré

(UTE) au lieu des fosses septiques traditionnelles pour éliminer plus d'azote et de phosphore et la gestion des sédiments à forte teneur en phosphore dans le lac. Plus particulièrement, les répondants ont suggéré des projets pilotes pour mettre en évidence la valeur des écoservices pour éventuellement déployer les projets pilotes concluants à plus grande échelle – par exemple, en déployant le projet de chaîne de traitement à plus grande échelle, peut-être à l'embouchure de la rivière de la Roche.

5.6.3 Éducation, sensibilisation et collaboration à l'échelle du bassin

L'importance de la collaboration à l'échelle du bassin du lac Champlain est l'un des thèmes importants qui se dégagent des entrevues. Plusieurs des répondants ont souligné la valeur de la collaboration entre les États-Unis et le Canada, et ont suggéré que les règlements couronnés de succès – qu'ils proviennent du Vermont, de l'État de New York ou du Québec – soient mis en œuvre dans d'autres pays également. Les répondants ont insisté sur le besoin de communication et de collaboration avec le Québec et ont suggéré de mettre en place un processus commun de planification et d'informatique pour le bassin, et que l'État de New York et le Québec envisagent d'adopter le système *Municipal Roads General Permit du Vermont*.

La plupart des répondants ont souligné qu'ils reconnaissent l'importance de la collecte de données et de la recherche. Plusieurs ont cité le *Lake Champlain Monitoring Program* comme exemple de programme qui a réussi à améliorer la qualité de l'eau et à réduire les efflorescences de cyanobactéries. Ce programme administré par deux États, mis en œuvre en 1990, fournit des données à long terme sur de nombreux paramètres de la qualité de l'eau du lac Champlain, y compris le phosphore total et dissous. Il a fourni une base scientifique pour plusieurs mesures réglementaires et politiques dans le bassin. Les répondants ont souligné qu'en plus du caractère probant des données recueillies par le programme de surveillance à long terme, le programme citoyen de surveillance des cyanobactéries coordonné par le VTDEC, VT DOH et le comité du lac Champlain a donné aux intervenants l'occasion d'en apprendre davantage sur la qualité de l'eau et de participer à la recherche sur le lac.

Un grand nombre de répondants se sont exprimés en faveur de l'éducation et de la sensibilisation. Les activités qui encouragent la mobilisation des intervenants et la participation du public ont été particulièrement bien accueillies, notamment le programme de formation des enseignants du LCBP (Champlain Basin Education Initiative) et le programme *Boat Launch Steward* (bien que ces étudiants se consacrent principalement à la prévention des espèces envahissantes, ils interagissent avec de nombreux utilisateurs de rampes de mise à l'eau achalandées sur le lac, et discutent souvent de la question du phosphore et des cyanobactéries avec les intervenants concernés). Plusieurs répondants ont mentionné l'importance et la difficulté d'atteindre de nouveaux publics; la télévision, la radio et les nouveaux médias sociaux comme Facebook et Twitter ont été mentionnés comme des avenues possibles à cette fin. D'abondantes discussions ont également porté sur le besoin de réfléchir en fonction des générations à venir – en mobilisant des intervenants plus jeunes dans la gestion du lac.

Un dernier point de vue commun qui se dégage des entrevues était l'importance de la responsabilité personnelle et de la réflexion sur les perspectives à long terme. L'état du lac Champlain et, plus précisément, de la baie Missisquoi, est le résultat de centaines d'années d'utilisation humaine des terres, et plusieurs répondants ont fait remarquer que le délai de 20 ans de la TMDL ne sera probablement pas suffisant pour mener à bien les travaux d'assainissement. Les intervenants du bassin doivent mieux comprendre l'échelle de temps qu'exigent des changements majeurs de la qualité de l'eau.

Dans l'ensemble, la plupart des répondants ont fait remarquer que même si la gestion du phosphore et des cyanobactéries constitue un défi de taille, il faut accorder une attention particulière aux initiatives visant à renseigner les résidents du lac Champlain sur leurs répercussions et les responsabilités personnelles en cette matière. Dans un réseau aussi complexe, diversifié et couvrant de multiples territoires de compétences que celui du lac Champlain, les progrès sont réalisés dans plusieurs secteurs à la fois. Il se dégage clairement de ces discussions qu'il est important de prioriser les sources de phosphore à fort impact, de continuer à compiler des données de grande qualité pour éclairer les politiques, de sensibiliser les intervenants et de leur fournir de l'information et du soutien.

6 Recommandations pour la réduction des apports de nutriments et des efflorescences de cyanobactéries dans la baie Missisquoi

La baie Missisquoi est depuis longtemps dégradée par des apports excessifs de phosphore provenant du bassin versant de la baie. En effet, elle présente dans ses eaux l'une des concentrations de phosphore les plus élevées de tous les secteurs du lac Champlain (Lake Champlain Basin Program, 2018). Bien que l'aire de drainage à la baie Missisquoi ne représente que 15 % de la superficie totale du bassin versant du lac, elle contribue à environ 23 % de l'apport de phosphore total du lac. Les effets de cet apport de phosphore disproportionné provenant du bassin versant de la baie sont aggravés par sa faible profondeur et sa connectivité limitée avec les autres secteurs du lac. Les concentrations excessives de phosphore qui en résultent menacent l'écosystème de la baie Missisquoi, l'alimentation publique en eau potable et les usages récréatifs.

Malgré les progrès réalisés par les gouvernements du Québec et de l'État du Vermont (les Parties) dans le bassin versant de la baie Missisquoi par la mise en œuvre de mesures d'assainissement dans les secteurs urbain et agricole, la cible de concentration de phosphore de 0,025 mg/L n'avait pas été atteinte au 30 décembre 2016, date à laquelle l'accord entre les Parties concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi a expiré.

Comme il est mentionné dans de nombreuses sections du présent rapport, les changements climatiques constituent un facteur de stress permanent important pour la qualité des eaux de la baie Missisquoi. Bien que les recommandations présentées ci-dessous portent précisément sur la qualité de l'eau, une recommandation prépondérante veut que les gouvernements du Canada et des États-Unis, ainsi que ceux du Québec et du Vermont, mettent en œuvre des mesures de contrôle rigoureuses des émissions de carbone. Si rien n'est fait, le réchauffement continuera et

les répercussions hydrologiques connexes compromettront de plus en plus l'atteinte de nos objectifs en matière de qualité de l'eau.

Les recommandations de gestion ci-dessous s'adressent aux gouvernements fédéraux du Canada et des États-Unis, et à leurs partenaires, dans le but de réduire les apports de nutriments dans la baie Missisquoi et réduire la fréquence et la gravité des efflorescences de cyanobactéries dans ce secteur de lac.

Ces recommandations sont basées sur les rapports du Groupe consultatif scientifique du lac Champlain (GCSC) de la CMI sur la situation au Québec et aux États-Unis, sur les renseignements fournis par d'autres experts, sur les politiques dans la région et sur les points de vue des participants à un atelier technique qui s'est tenu en mai 2019.

Les recommandations suivantes reconnaissent plusieurs facteurs sous-jacents essentiels à la compréhension de la problématique des apports de nutriments et des efflorescences d'algues nuisibles dans la baie Missisquoi, notamment les effets des changements climatiques :

- L'historique de l'utilisation du territoire du bassin versant a une incidence sur la distribution, l'état, la connectivité et le potentiel de rétention des nutriments des forêts et des milieux humides.
- Le rapport bassin-eau du bassin versant de la baie Missisquoi est d'environ 40 pour 1, ce qui est relativement élevé comparativement à 18 pour 1 dans le cas du lac Champlain et à moins de 3,5 pour 1 dans le cas des bassins versants des Grands Lacs.
- Les changements climatiques, ainsi que l'augmentation potentielle de la température et les effets d'événements extrêmes connexes, pourraient entraîner une augmentation de l'apport de nutriments et de la fréquence des proliférations de cyanobactéries.
- Il a été établi que les nutriments provenant de sources agricoles dans le bassin versant de la baie Missisquoi sont la principale cause de la dégradation de l'eau de la baie (Smeltzer et Simoneau, 2008; U.S. EPA, 2016 b).

6.1 Consultation publique

Ce rapport et les recommandations ci-dessous ont été rédigés par l'OBVBM, LCBP et NEIWPC, sur la base d'une revue de la littérature existante et de consultations avec des experts du bassin versant. Ce matériel a été examiné par le GCSC et rendu public dans plusieurs lieux:

- L'ébauche du rapport a été publiée en ligne pour consultation publique; cette période de consultation publique s'est clôturée le 14 décembre 2019.
- Des réunions publiques ont eu lieu à Venise-en-Québec, QC le 20 novembre, et à Saint-Albans, VT le 21 novembre 2019.

Les réponses de la période de commentaires du public en ligne et des deux réunions publiques ont été compilées et sont incluses à l'annexe 3. Plusieurs sections du rapport ont été révisées pour tenir compte des commentaires qui ont été fournis pendant la période de commentaires du public.

6.2 Recommandations prioritaires

1. Établir et coordonner un groupe de travail binational sur la réduction du phosphore afin de renforcer la coopération et l'imputabilité des parties afin d'atteindre des objectifs convenus d'un commun accord

Bien que bon nombre des recommandations du présent rapport doivent être prises en compte par les cadres supérieures des administrations, plusieurs d'entre elles devraient l'être dans le cadre du plan d'action qui sera élaboré par le groupe de travail sur la réduction du phosphore de la baie Missisquoi.

Bien que l'Accord entre le gouvernement du Québec et le gouvernement de l'État du Vermont concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi ait expiré en décembre 2016, les principes énoncés dans celui-ci devraient continuer d'orienter les Parties.

- a. Convenir de maintenir la concentration cible annuelle moyenne à 0,025 mg/L.
- b. Mettre sur pied un groupe de travail binational permanent sur la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi en tant que sous-comité du comité directeur du lac Champlain, qui sera chargé d'examiner et d'élaborer des mesures pour atteindre la cible ci-dessus et aider à leur mise en œuvre des mesures. Le plan d'action binational devrait inclure les exigences des plans de gestion de la qualité de l'eau applicables, et le groupe de travail devrait contribuer à l'élaboration des futures itérations de ces plans. Ce groupe coordonnerait les plans de gestion existants en place au Québec et au Vermont et serait chargé de définir et d'aider à la mise en œuvre des mesures, et d'appuyer le suivi de la qualité de l'eau et les progrès grâce à des indicateurs de performance.
- c. Le groupe de travail binational sur la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi s'assurera de l'uniformité des procédures de collecte de données transfrontalières, de la qualité de celles-ci et de l'accès multilingue pour le public aux données sur le phosphore, dans le but d'harmoniser les méthodes scientifiques dans le bassin versant de la baie Missisquoi et de transmettre un message cohérent à la population sur l'état d'avancement des initiatives et les progrès réalisés.
- d. Le groupe de travail binational sur la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi présentera un rapport annuel au comité directeur du lac Champlain, au conseil d'administration de l'OBVBM et à la population sur les progrès réalisés vers l'atteinte de ces objectifs. Le plan d'action comprendra un élément relatif à l'imputabilité voulant que le rapport annuel présente un résumé des objectifs énoncés dans le plan d'action qui ont été atteints.
- e. Les gouvernements de la province de Québec et de l'État du Vermont, ainsi que les gouvernements fédéraux des États-Unis et du Canada, devraient fournir le financement continu nécessaire pour atteindre les objectifs.

2. Développer un bilan masse binational sur les importations et les exportations de phosphore dans le bassin versant de la baie Missisquoi

Il sera essentiel de déterminer la quantité de phosphore importée de sources externes dans le bassin de la baie Missisquoi, de comprendre son déplacement dans l'écosystème et de connaître la quantité de phosphore qui est exportée, que ce soit à partir de la baie et des autres secteurs du lac Champlain ou à partir du bassin versant, en raison de l'activité humaine, si l'on veut réduire la fréquence des efflorescences de cyanobactéries à long terme. Un modèle binational du bilan masse du phosphore qui tient compte des déplacements du phosphore dans l'écosystème du bassin de la baie Missisquoi aidera à éclairer les décisions de gestion et à mesurer les progrès vers l'atteinte des objectifs convenus.

- a. Élaborer un bilan de masse binational de phosphore dans le bassin versant de la baie Missisquoi et faire progresser les travaux transfrontaliers qui portent sur la réduction des apports de phosphore total, des exportations et sur la rétention à l'échelle du bassin versant en fonction de l'utilisation du territoire.
- b. Élaborer et mettre en œuvre une stratégie pour réduire l'importation de phosphore afin de gérer l'équilibre entre les importations et les exportations de phosphore dans le bassin versant.

3. Réduire l'utilisation de phosphore sur les terres du bassin versant de la baie Missisquoi

Bien qu'une grande partie de l'apport de phosphore dans la baie Missisquoi provienne de sources agricoles, il est important de tenir compte des sources de phosphore générées par toutes les utilisations du territoire dans le bassin de la baie Missisquoi. Selon la TMDL de 2016 que le Vermont a établie pour la baie Missisquoi, on estime qu'une réduction de 64,3 % de l'apport de phosphore total est nécessaire pour respecter la portion attribuée au secteur de la baie Missisquoi.

Dans de nombreux cas, le rapport azote-phosphore dans les engrais est plus faible que nécessaire pour la plupart des cultures. Par conséquent, pour atteindre des taux d'application d'azote minimaux, le phosphore est sur-appliqué aux sols agricoles augmentant leur richesse en phosphore. Ce phosphore peut ensuite se déplacer vers l'aval dans la baie Missisquoi lors des ruissellements. Si les cultures sont fertilisées avec des engrais organiques avec l'objectif de combler les besoins en azote, les doses de phosphore apportées sont alors largement supérieures aux besoins de la culture et contribueront à l'enrichissement des sols, puis aux pertes de phosphore vers les milieux hydriques. Environ 33 % des sols analysés dans les municipalités du bassin versant de la rivière aux Brochets affichaient des taux de saturation supérieurs au seuil de vulnérabilité de 10 % pour une perte de phosphore (Deslandes et al., 2004; Michaud et al., 2004; Deslandes et al., 2006), ce qui illustre le rôle que joue le phosphore résiduel dans les sols.

Pour réduire ces impacts et limiter l'enrichissement des sols, les gestionnaires des ressources et les producteurs agricoles doivent réduire les apports de phosphore à la source.

- a. Réduire les apports de nutriments en tenant compte des besoins réels en phosphore des plantes et adapter les recommandations agronomiques pour mettre l'accent sur la capacité des sols à soutenir le phosphore.

- b. Mettre en œuvre des pratiques de gestion et de conservation des sols qui réduisent le phosphore résiduel dans les sols, en particulier dans les zones sources critiques, et élaborer des protocoles de gestion durable à long terme du phosphore dans les sols.
- c. Au Québec, réviser les abaques de dépôts maximums annuels décrits dans le Règlement sur les exploitations agricoles pour réduire les utilisations maximales autorisées de l'abaque du Règlement sur les exploitations agricoles.
- d. Éliminer le risque inhérent à la réduction des apports de phosphore grâce à un programme de compensation financière pour les pertes de rendement potentielles.
- e. Étudier les processus et les marchés pour le phosphore récupéré et élaborer des solutions novatrices pour transformer le phosphore en marchandises et l'exporter du bassin versant.

4. Augmenter la proportion des systèmes de cultures qui produisent moins au phosphore

L'agriculture est importante pour l'économie régionale, la collectivité et le sentiment d'appartenance des résidents de la région de la baie Missisquoi, au Québec et au Vermont. Les mesures de gestion axées sur les interventions agricoles dans ce bassin devraient reconnaître l'importance de ces facteurs sociaux. Toutefois, l'agriculture est aussi la principale source de phosphore et de sédiments dans la baie Missisquoi, et des efforts importants doivent être déployés pour réduire les apports de polluants provenant de l'activité agricole si l'on veut réduire la fréquence des efflorescences de cyanobactéries nocives à l'avenir.

Au cours des 30 dernières années, le bassin versant de la baie Missisquoi a connu une augmentation importante des cultures annuelles de maïs et de soja, au détriment des prairies et des petites cultures céréaliers. Comme la protection contre l'érosion assurée par le chaume dans les cultures de soja et de maïs ensilage ainsi que le labour dans les cultures de maïs n'est pas suffisante et compte tenu de l'importance relative de la superficie des cultures de maïs labourées à l'automne, une proportion importante des superficies du bassin versant est laissée dénudée à la fin de l'automne et devient vulnérable aux eaux de ruissellement et à l'érosion à l'hiver et au printemps. De plus, ces cultures n'offrent pas de fenêtre pour l'épandage estival d'engrais organiques agricoles et les applications en pré semis ou après la récolte présentent un risque accru de compactage du sol et de ruissellements.

Il est essentiel d'offrir des incitatifs financiers aux producteurs du bassin versant pour qu'ils fassent la transition vers d'autres cultures et mettre en place des méthodes qui contribuent à réduire la quantité de phosphore.

- a. Soutenir les programmes qui favorisent la conversion des exploitations d'élevage de bétail à des cultures fourragères vivaces (prairies), en particulier dans les champs vulnérables à l'érosion.
- b. Encourager la transition du système de culture du maïs et du soja à la culture céréales à paille et à d'autres cultures qui procurent des avantages sur le plan de la qualité du sol et de l'eau, et fournir un soutien financier pour développer de nouveaux marchés pour ces cultures. Cela peut comprendre le développement de marchés du foin et des céréales de

grande qualité et le réexamen des répercussions des programmes de subventions comme ceux qui portent sur l'éthanol.

- c. Augmenter la superficie des cultures céréalières printanières et automnales qui amélioreront la santé des sols et réduiront l'érosion.
- d. Introduire des cultures de couverture dans les cultures de maïs ensilage, de soja, des céréales de printemps et d'autres cultures annuelles.
- e. Promouvoir la gestion des résidus de culture au printemps plutôt qu'à l'automne afin de réduire le risque d'érosion du sol, en effectuant par exemple le déchaumage et le semis direct au printemps.

5. Accroître la protection et augmenter la superficie des corridors de rivière et des bandes riveraines, des plaines inondables, des milieux humides et forestiers et veiller à ce qu'ils soient reconnectés pour favoriser la rétention des éléments nutritifs

Les gestionnaires des ressources ont commencé à examiner des solutions « vertes » ou naturelles pour réduire les apports de polluants dans le lac Champlain. Les solutions naturelles peuvent offrir des options moins coûteuses pour atténuer la charge polluante et offrir de nombreux avantages connexes, comme le refroidissement thermique, l'atténuation des inondations et l'amélioration de l'habitat pour les espèces aquatiques et riveraines, qui ne procurent habituellement pas les pratiques traditionnelles de gestion des nutriments.

De nombreuses caractéristiques naturelles qui historiquement ont servi à ces fins ont été supprimées ou modifiées par l'homme à diverses fins, notamment pour la construction de barrages, le redressement et le dragage de rivières et l'élimination de la végétation riveraine et des forêts, et ont considérablement modifié l'hydrologie du bassin versant de la baie Missisquoi. La restauration de ces caractéristiques naturelles, comme les milieux terres humides, les plaines inondables et les forêts, peut réduire les effets érosifs des tempêtes violentes et capter les sédiments, les nutriments et d'autres polluants avant qu'ils n'atteignent la baie Missisquoi.

- a. Poursuivre activement la protection des corridors de rivières et la restauration des cours d'eau en favorisant et en rétablissant l'équilibre dynamique et la fonction géomorphique.
- b. Élargir les programmes de retrait et de conservation des terres et reconnaître les avantages connexes, comme l'atténuation des inondations, la protection des habitats fauniques et les nouvelles possibilités récréatives.
- c. Promouvoir des techniques inspirées de la nature, comme les milieux humides artificiels, pour compléter les solutions naturelles, comme la reconnexion des plaines inondables et la plantation de zones riveraines tampons.
- d. Offrir des incitations financières et techniques pour la mise en œuvre stratégique de solutions pérennes naturelles ou inspirées par la nature, y compris des incitatifs à certaines pratiques forestières et des paiements fondés sur le progrès.

6. Inciter les intervenants publics à s'engager dans l'atteinte des objectifs relatifs à la salubrité de l'eau et des écosystèmes

Bon nombre des recommandations contenues dans le présent rapport exigent des interventions réglementaires ou du financement de la part d'organismes ou de ministères gouvernementaux pour appuyer la recherche visant à optimiser l'effet des fonds investis dans les ressources afin d'atteindre les objectifs de qualité de l'eau. Les intervenants qui vivent et travaillent dans le bassin versant de la baie Missisquoi et dans la grande région du lac Champlain peuvent se mobiliser pour réaliser des jalons importants du plan de gestion de la baie et du lac. Les programmes de sensibilisation du public peuvent enrichir les discussions sur la protection du lac et les pratiques que les gens peuvent adopter sur leurs propres terres ou dans leur vie quotidienne pour promouvoir et améliorer la santé du lac Champlain. Ces intervenants peuvent aussi tenir leurs élus imputables des objectifs de qualité de l'eau établis pour le lac Champlain.

La communication transfrontalière entre les groupes d'intervenants est essentielle à une compréhension commune des objectifs et des besoins en matière de gestion du lac Champlain. Les programmes qui appuient et accroissent l'éducation locale sur les enjeux et les pratiques de gestion du lac aideront à accroître le soutien à l'amélioration de la qualité de l'eau de la baie Missisquoi et du lac Champlain.

- a. Encourager la participation et l'engagement des intervenants à l'égard des objectifs en matière d'eau potable et de santé des écosystèmes. Cela peut se faire en partie en élargissant les efforts actuels d'éducation et de sensibilisation sur la qualité de l'eau dans le bassin du lac Champlain, en particulier pour joindre les collectivités et les groupes mal desservis, et en encourageant les activités d'apprentissage, de rencontres scientifiques et de participation citoyennes.
- b. Faciliter une plus grande coopération à l'échelle des bassins versants et des opportunités d'échange en matière d'éducation et de mobilisation entre les partenaires potentiels, y compris les États-Unis et le Canada, le Vermont, l'État de New York et le Québec, et entre les municipalités locales, les groupes de bassins versants et les établissements d'enseignement supérieur.
- c. Le groupe de travail binational sur la réduction de l'apport de phosphore de la baie Missisquoi créera des tribunes pour communiquer de l'information aux groupes d'intervenants, y compris un site internet et une présence dans les médias, afin de recevoir les demandes de renseignements des intervenants et d'y répondre. La communication devrait traiter notamment des délais entre la mise en œuvre des pratiques dans les bassins versants et des effets sur la qualité de l'eau dans les eaux réceptrices.

6.3 Recommandations additionnelles par thème

Zones urbaines

Bien que l'utilisation des terres à des fins agricoles soit la principale source de phosphore dans la baie Missisquoi et le lac Champlain, d'autres activités humaines contribuent aussi aux apports de

phosphore. Le soutien à la gestion des nutriments provenant de ces secteurs d'utilisation du territoire est essentiel à la réalisation des objectifs de qualité de l'eau dans la baie Missisquoi.

Par unité de surface, les milieux urbains génèrent plus d'apports de phosphore que les terres agricoles. Les surfaces imperméables, comme les stationnements et les toits, évacuent rapidement les eaux pluviales pendant les pluies, et favorisent ainsi le rejet de phosphore et d'autres polluants dans les affluents et la baie Missisquoi. Des infrastructures vertes de drainage des eaux pluviales ont été utilisées avec succès pour ralentir le débit des eaux pluviales pour qu'elles puissent pénétrer dans le sol, ce qui réduit l'apport de phosphore et d'autres polluants dans les cours d'eau.

Des progrès importants ont été réalisés dans la gestion des eaux usées, mais il reste encore beaucoup à accomplir. Depuis les années 1980, le gouvernement du Québec utilise une approche fondée sur les objectifs environnementaux de rejet (OER), qui sont établis en fonction des critères de qualité des eaux de surface, des caractéristiques de l'environnement récepteur et des utilisations environnementales. Le MELCC a élaboré des normes plus strictes pour les rejets de phosphore provenant des installations de traitement des eaux usées, y compris de nouvelles exigences précisées dans les certifications d'assainissement, qui réduisent la concentration maximale autorisée à 0,3 mg/L depuis le 1^{er} janvier 2017. Au Vermont, des allocations de charge de phosphore plus strictes pour les installations de traitement des eaux usées ont été établies dans le cadre de la mise à jour de la TMDL de 2016 pour le lac Champlain.

- a. Intégrer la recherche sur la gestion des eaux pluviales et les options d'application novatrices des méthodes de gestion aux efforts de planification aux échelles municipale et régionale visant à réduire l'apport en eau dans les réseaux d'assainissement mixtes et à appuyer la mise en œuvre de pratiques écologiques de gestion des eaux pluviales afin de réduire les débits des eaux de surface. Les possibilités d'aménagement qui protègent ou restaurent la qualité de l'eau devraient être encouragées par des outils réglementaires.
- b. Mettre à jour les règlements régissant les infrastructures municipales et privées (y compris les fosses septiques individuelles et commerciales) et les appliquer pour assurer leurs conformités. Les programmes créés par *la Clean Water Act* du Vermont fournissent un modèle qui pourrait être adopté à l'échelle du bassin.
- c. Trouver des sources de financement pour appuyer les évaluations des grandes infrastructures et les mises à niveau des installations de contrôle de la pollution de l'eau afin d'assurer le respect continu des exigences relatives aux rejets de phosphore.

Agriculture

- a. Au Vermont, communiquer des prévisions météorologiques précises et en temps opportun à la communauté agricole afin d'encourager l'utilisation des engrais et de l'épandage de fumier de façon avisée, comme Agro météo au Québec.
- b. Accroître l'application et la conformité aux exigences actuelles en matière de pratiques agricoles, en particulier celles qui traitent des bandes riveraines et des restrictions sur l'épandage de fumier.

- c. Renforcer les cadres réglementaires régissant l'application, l'entreposage et l'exportation du fumier, y compris ceux concernant l'utilisation de l'injection et de l'incorporation de fumier dans le sol.
- d. Accorder la priorité à la mise en œuvre de pratiques de gestion à l'égard des sources critiques afin de réduire la contribution du phosphore biodisponible provenant de ces sources.
- e. Promouvoir l'amélioration de la santé des sols et de la productivité des cultures par la mise en œuvre de bonnes pratiques de gestion en milieu agricole.
- f. Continuer de mettre en œuvre et d'encourager les bonnes pratiques de gestion qui se sont avérées les plus efficaces. L'État du Vermont et la province de Québec devraient envisager un financement soutenu et, dans la mesure du possible, nouveau pour leur mise en œuvre.
- g. Élaborer un processus de paiements progressifs afin de dédommager les agriculteurs qui ont franchi certaines étapes de projets visant à améliorer la qualité de l'eau sur leurs terres.

Réglementation et financement

Bien que d'importantes ressources fédérales, étatiques, provinciales et locales aient été consacrées à l'amélioration de la qualité de l'eau dans la baie Missisquoi, il reste du travail à accomplir. L'harmonisation des objectifs de gestion et des politiques efficaces de part et d'autre de la frontière pourrait permettre aux administrations de collaborer à de nouvelles initiatives de réglementation et aider à combattre la perception voulant que les gouvernements et les intervenants d'autres administrations n'en fassent pas assez pour relever les défis relatifs à la qualité de l'eau de la baie Missisquoi.

Le financement destiné à l'assainissement des eaux est limité. Ainsi, ces ressources limitées devraient être consacrées aux domaines, aux pratiques et aux techniques qui optimiseront la réduction de l'apport de phosphore pour chaque dollar investi. Une évaluation de l'efficacité des ressources humaines et financières des organismes fédéraux, étatiques et locaux pourrait aussi permettre d'optimiser le processus pour atteindre les objectifs relatifs à l'assainissement des eaux.

- a. Viser l'atteinte de normes transfrontalières communes par une réglementation applicable à l'ensemble du bassin versant, en respectant le cadre réglementaire des administrations respectives. Il s'agirait notamment d'élaborer des règlements applicables à des secteurs particuliers en ce qui concerne l'utilisation du territoire, y compris les milieux urbains, forestiers et agricoles, ainsi que des initiatives stratégiques d'application de la loi.
- b. Élargir les programmes d'incitatifs afin d'accroître la mise en œuvre de pratiques exemplaires de gestion en offrant d'autres volets de financement, y compris des paiements progressifs liés au progrès et d'autres incitatifs fiscaux qui s'appliquent à une

multitude d'utilisations des superficies dans l'ensemble du bassin, y compris les milieux urbains, forestiers et agricoles.

- c. Utiliser les ressources de gestion limitées de manière à obtenir le meilleur rendement du capital investi dans l'atteinte des objectifs de gestion. L'efficacité des systèmes actuels de distribution des fonds fédéraux, étatiques et autres aux programmes de réduction des nutriments devrait être évaluée, en tenant compte des niveaux de dotation et de l'organisation aux échelles fédérale, étatique et locale.
- d. Investir certaines ressources dans l'étude de projets pilotes potentiellement à risque élevé qui pourraient produire des réductions élevées de l'apport de phosphore par dollar investi.

Recherche

Il est essentiel d'appuyer la recherche pour éclairer notre compréhension des processus écologiques du réseau de la baie Missisquoi pour atteindre les objectifs de qualité de l'eau fixés pour la baie Missisquoi et le lac Champlain. Une meilleure connaissance des gains d'efficacité que procurent les pratiques exemplaires de gestion, les nouvelles pratiques de gestion ou relativement non éprouvées et la recherche éclairant notre compréhension des systèmes et des processus écologiques sont autant de pistes essentielles pour optimiser l'utilisation des ressources de gestion futures afin d'atteindre les objectifs de qualité de l'eau.

- a. Augmenter le financement de la recherche sur la réduction des nutriments applicable à la gestion du bassin du lac Champlain et axer ce financement de la recherche sur les zones de sources critiques et les secteurs qui contribuent le plus aux apports de phosphore.
- b. Continuer d'appuyer la recherche qui améliore la compréhension des différentes formes de biodisponibilité du phosphore dans la baie Missisquoi et renforce la compréhension de la dynamique de l'azote et du phosphore dans ses eaux.

Sédiments résiduels phosphorés dans la baie Missisquoi

Une partie importante des apports annuels de sédiments et de phosphore s'accumule au fond de la baie Missisquoi, ce qui crée une charge latente de phosphore et d'autres contaminants. Ce problème est exacerbé par le fait que les sédiments s'accumulent plus rapidement qu'ils ne sont libérés par les eaux dans le débit sortant. En effet, 42 % des apports de phosphore finissent par être déplacés jusque dans la colonne d'eau, tandis que 58 % s'accumulent dans les sédiments (HydroQual Inc., 1999).

La réduction de la fréquence et de la gravité des proliférations de cyanobactéries dans la baie Missisquoi ne peut être réalisée sans d'abord réduire la quantité de phosphore provenant du bassin versant (apport externe). Éventuellement, il faudra quand même régler le problème de la quantité de phosphore provenant des sédiments (apport interne) relargué jusque dans la colonne d'eau.

- a. Utiliser des modèles de circulation du phosphore à l'intérieur des eaux pour faciliter l'étude des techniques de gestion permettant l'élimination ou de l'inactivation du phosphore dans les sédiments de la baie Missisquoi, en tenant compte de

l'hydrodynamique connue de la baie et de la circulation de l'eau à travers le pont-jetée Alburgh-Swanton.

7 Références

- ACBVLB, 2019. Premiers résultats de la qualité de l'eau au lac Bromont, 8 juillet 2019. Communiqué. Jean-Baptiste Wart, président de l'Action conservation du bassin versant du lac Bromont.
- Act 76: An Act relating to the provision of water quality services. 2019.
- Act 250: Land Use and Development Law. 1970.
- Agrosol, 2002. Édition spéciale : baie Missisquoi, Revue de l'Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement. Décembre 2002, vol 13 no 2. 148 p.
- Blais, S., 2002. La problématique des cyanobactéries (algues bleu-vert) à la baie Missisquoi en 2001, Sylvie. Blais, Revue Agrosol, IRDA. Décembre 2002, vol. 13, no 2, pp. 103 à 110.
- _____, S., 2014. État de situation sur les cyanobactéries à la baie Missisquoi de 2000 à 2008 en lien avec les seuils provisoires pour les eaux récréatives, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-71485-9 (PDF), 44 p. + 13 ann.
- Bolotova, Y. V. 2016. « An Analysis of Milk Pricing in the United States Dairy Industry. » *Agribusiness* 33 (2): 194–208.
- Boluwade, CA. and C. Madramootoo, 2015. Determining the influence of land use change and soil heterogeneities on discharge, sediment and phosphorus. *Journal of Environmental Informatics* 25-2:126-135.
- Boudreau, 2017. Les projets pilotes de restauration de lacs : un bilan. MDDELCC. Boyer, G., M. Watzin, A. Shambaugh, M. Satchwell, B. Rosen, T. Mihuc, 2004. The occurrence of cyanobacterial toxins in Lake Champlain. in *Lake Champlain: Partnership and Research in the New Millennium*, pp 241-257.
- Bowling, L., S. Blais, M. Sinotte, 2015. Hétérogénéité spatiale et temporelle de la distribution des cyanobactéries à la baie Missisquoi du lac Champlain : analyse d'une série de neuf ans de données. *Journal of Great Lakes Research* 41: 164-179.
- CAAAQ, 2008. Agriculture et agroalimentaire : assurer et bâtir l'avenir Propositions pour une agriculture durable et en santé Rapport de la Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois. Jean Pronovost, président Mario Dumais, commissaire Pascale Tremblay, agr., commissaire Suzanne Dion, secrétaire générale Yvon Boudreau, collaboration spéciale et rédaction. Remis à Québec, le 31 janvier 2008 Monsieur Laurent Lessard Ministre de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.
- CBVBM, 2004a. Profils historiques du bassin versant de la baie Missisquoi. Portrait du bassin versant de la baie Missisquoi. Corporation bassin versant Baie Missisquoi. 100 p. + cartes et tableaux.
- CEHQ, 2013. Suivi hydrologique de différentes stations hydrométriques. En ligne : <https://www.cehq.gouv.qc.ca/suivihydro/default.asp>. Consulté en 2013.
- CEHQ, 2015. Atlas hydroclimatique du Québec méridional – Impact des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050. Québec, 2015, 81 p.
- CICBM, 2003. Comité interministériel de concertation sur la baie Missisquoi – Région Montérégie. Plan d'action 2003-2009 sur la réduction du phosphore. Baie Missisquoi, octobre 2003.

- Chapman, M., and J. Duggan. 2015. "The Transition Towards the 2016 Lake Champlain TMDL: A Survey of Select Water Quality Litigation from Vermont 2003-2015." *Vermont Journal of Environmental Law* 17 (1): 629–650.
- Charles Eichacker. 2016. "Monmouth Selectmen Support Treatment of Cochnewagon Lake to Control Algae Blooms." *Centralmaine.Com*, 2016. <https://www.centralmaine.com/2016/05/29/monmouth-selectmen-support-treatment-of-cochnewagon-lake-to-control-algae-blooms/>.
- City of Rockland, ME. 2002. "City of Rockland, 2002 Comprehensive Plan, Chapter 3." <http://www.rocklandme.govoffice3.com/vertical/sites/%7BDE9EDD66-EFF4-4A6B-8A58-AA91254C1584%7D/uploads/Ch. 3 - Natural Resources.pdf>.
- Class A Special (A-S) Fresh Surface Waters. 1972. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/nywqs-section1.pdf>.
- Class AA Fresh Surface Waters. 1972. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/nywqs-section1.pdf>.
- Class B Fresh Surface Waters. 1972.
- Class C Fresh Surface Waters. 1972. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/nywqs-section1.pdf>.
- CMI (Commission Mixte Internationale), 2005. Impacts transfrontaliers du pont-jetée de la baie Missisquoi et du projet de construction d'un nouveau pont sur la baie Missisquoi, Rapport aux Gouvernements des États-Unis et du Canada, Commission mixte internationale Canada et États-Unis.
- CMI, 2012. Rapport final à la Commission mixte internationale. Groupe d'étude international sur la baie Missisquoi. Membres du Groupe d'étude : Erik Beck (coprésident) États-Unis, Eric van Bochove (coprésident) Canada, Eric Smeltzer Vermont, Daniel Leblanc, Québec
- Connor, Jody N., and Michael R. Martin. 1989. "An Assessment of Sediment Phosphorus Inactivation, Kezar Lake, New Hampshire." *Water Resources Bulletin* 25 (4): 845–53.
- Conservation Law Foundation v. Environmental Protection Agency. 2008.
- Cooke, D. 2005. *Restoration and Management of Lakes and Reservoirs*, Third Edition. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420032109>.
- Covabar. 2015. Plan directeur de l'eau – Portrait du bassin versant de la Rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent. Beloeil: Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu, 278 p.
- CT Institute of Water Resources. 2008. « Connecticut Institute of Water Resources Annual Technical Report FY 2008. »
- Davis, T., D. Berry, G. Boyer, C. Gobler, 2009. The effects of temperature and nutrients on the growth and dynamics of toxic and non-toxic strains of microcystis during cyanobacteria blooms. *Harmful Algae* 8-5: 715-725.
- DEH, 2018. Limites des bassins versants du Québec. UDH 15 Février 2018. Données géomatiques.
- Direction de l'expertise hydrique, 2018b. Document d'accompagnement de l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018, 34 p.
- Dillon, John. 2018. Act 250's "Next 50 Years": Commission Looks At Future Of Vt. *Development Review Law*. Colchester, Vermont. <https://www.vpr.org/post/act-250s-next-50-years-commission-looks-future-vt-development-review-law#stream/0>.
- Deslandes, J., A.R. Michaud and F. Bonn. 2004. Use of GIS and remote sensing to develop indicators of phosphorus non-point source pollution in the Pike River basin. In: T.O.

- Manley, P.L. Manley and T.B. Mihuc, eds., Lake Champlain: partnerships and research in the new millennium. Kluwer Academic/Plenum Pub. New York, NY. pp 271-290
- Deslandes, J., I. Beaudin, A. R. Michaud, F. Bonn and C. A. Madramootoo. 2006. Influence of landscape and cropping system on phosphorus mobility within the Pike River watershed of Southwestern Québec. *Revue canadienne des ressources hydriques* 32 (1) : 21-42. Janvier.
- Doering, P., C. Oviatt, B. Nowicki, E. Klos, L. Reed, 1995. Phosphorus and nitrogen limitation of primary production in a simulated estuarine gradient. *Marine Ecology Progress Series* 124: 271-287.
- Dodds, W., W. Bouska, J. Eitzmann, T. Pilger, K. Pitts, A., Riley, J. Schloesser, D. Thornbrugh, 2009. Eutrophication of U.S. Freshwaters: Analysis of Potential Economic Damages. *Environmental Science & Technology* 43-1: 12-19.
- Dodd, R.J., Sharpley, A.N. Conservation practice effectiveness and adoption: unintended consequences and implications for sustainable phosphorus management. *Nutr Cycl Agroecosyst* 104, 373–392 (2016). <https://doi.org/10.1007/s10705-015-9748-8>
- Douglas, James H. 2003. Clean and Clear Water Action Plan. Vermont, USA. <https://web.archive.org/web/20081120122609/http://governor.vt.cdc.nicusa.com/sites/gov/files/speeches/clean-and-clear-water.html>.
- . 2004. Governor’s State of the State Message, Journal of the Joint Assembly of the State of Vermont Adjourned Session. Montpelier, Vermont, USA. <http://www.leg.state.vt.us/docs/legdoc.cfm?URL=/docs/2004/journal/ja040106.htm>.
- Duy, T. N., Lam, P.K.S., Shaw, G.R. et Connell, D. W., 2000. Toxicology and risk assessment of freshwater cyanobacterial (blue-green algal) toxins in water, *Rev Environ Contam Toxicology*, 163: 113-186.
- Enright, P. AND C. A. Madramootoo. 2004. Phosphorus losses in surface runoff and subsurface drainage waters on two agricultural fields in Québec. In *Proceedings of the Eighth International Drainage Symposium*, Sacramento, California, March 21, 2004. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.
- Entrevues OBVBM, 2019. Entrevues réalisées dans le cadre du mandat de la CMI sur la qualité de l’eau de la baie Missisquoi. OBVBM, Bedford.
- EPA. 1980. « Lake Restoration in Cobbossee Watershed. » Capsule Report EPA-625/2-80-027.
- . 2001. “Section 319 Success Stories Volume III: Successful Implementation of the Clean Water Acts Section 319 Nonpoint Source Pollution Program.” <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockkey=20004UJH.txt>.
- EXXEP, 2004. Gestion de la qualité de l’eau à la baie Missisquoi : Regard sur les solutions. Document préparé pour la Corporation bassin versant baie Missisquoi par EXXEP Environnement. 136 pages + 1 annexe.
- Facey, Douglas E., J. Ellen Marsden, Timothy B. Mihuc, and Eric A. Howe. 2012. “Lake Champlain 2010: A Summary of Recent Research and Monitoring Initiatives.” *Journal of Great Lakes Research* 38: 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2011.12.001>.
- Falconer, I.R. and Humpage, A.R. 2005. Health Risk Assessment of Cyanobacterial (Blue-green Algal) Toxins in Drinking Water. *Int J Environ Res Public Health*. 2005 May; 2(1): 43–50.
- Fallu and Roy, 2015. Restauration de lacs : Où en sommes-nous? 5 novembre 2015. Marie-Andrée Fallu, Agente de liaison scientifique, GRIL, Louis Roy, Direction du suivi de l’état de l’environnement, MDDELCC. 40e Congrès de l’Association des Biologistes du Québec (ABQ), Orford.

- Fast, Arlo W., Victor A. Dorr, and Robert J. Rosen. 1975. "A Submerged Hypolimnion Aerator." *Water Resources Research* 11 (2): 287–93. <https://doi.org/10.1029/WR011i002p00287>.
- Federal Water Pollution Control Act. 1978. Washington D.C., United States of America.
- Fortin, N., V. Munoz-Ramos, D. Bird, B. Levesque, L. Qhyte, C. Greer, 2015. Toxic cyanobacterial bloom triggers in Missisquoi Bay, Lake Champlain, as determined by next generation sequencing and quantitative PCR. *Life* 5-2: 1346-1380.
- Francy, D., J. Graham, E. Stelzer, C. Ecker, A. Brady, P. Struffolino, K. Loftin, 2015. Water quality, cyanobacteria, and environmental factors and their relations to microcystin concentrations for use in predictive models at Ohio Lake Erie and Inland Lake recreational sites, 2013-14. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report.
- Giles, C., P. Isles, T. Manley, Y. Xu, G. Druschel, A. Schroth, 2016. The mobility of phosphorus, iron, and manganese through the sediment-water continuum of a shallow eutrophic freshwater lake under stratified and mixed water-column conditions. *Biogeochemistry* 127: 15-34.
- Giroux, M., Enright, P., Vézina, L., Royer, R. ET Berrouard, A., 2002. Concentrations et charges d'azote et de phosphore perdues dans les drains souterrains selon les cultures et les modes de fertilisation. Québec, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. 33 p
- Gobler, C., J. Burkholder, T. Davis, M. Harke, T. Johengen, C. Stow, D. Van de Waal, 2016. The dual role of nitrogen supply in controlling the growth and toxicity of cyanobacterial blooms. *Harmful Algae* 54: 87-97.
- Governor's Press Office. 2017. "Governor Proposes \$65M Investment to Combat Algal Blooms That Threaten Recreational Use of Lakes as Well as Drinking Water State's Water Quality Rapid Response Team to Convene Regional HABS Forums, Develop Community-Specific Action Plans and Cutting-Edge." Albany, New York. <https://www.governor.ny.gov/news/governor-cuomo-unveils-12th-proposal-2018-state-state-protecting-new-yorks-lakes-harmful-algal>.
- . 2018. « Action Plans for Twelve Priority Waterbodies Identify Contributing Factors and Provide Strategies to Reduce Pollution Sources Lessons Learned from Regional HABS Summits Include Innovative Solutions That Can Be Replicated in Waterbodies Across the State. » Albany, New York. <https://www.governor.ny.gov/news/governor-cuomo-announces-action-plans-combat-harmful-algal-blooms>.
- Gouvernement du Québec, 2018. Communiqué de presse, Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030 – L'eau, source de richesse et de fierté pour tous. Laval, le 27 juin 2018. En ligne : <http://mddelcc.gouv.qc.ca/infuseur/communiqu.asp?no=4023>
- _____, 2004. Règlement sur les exploitations agricoles. Chapitre Q-2, r. 26. En ligne : <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2026>
- _____, 2002a. Entente entre le gouvernement du Québec et le gouvernement de l'État du Vermont concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi.
- Hart, E., N. Gotelli, R. Gorney, M. Watzin, 2013. Population dynamics of harmful algal blooms in Lake Champlain: a tale of two phases. *PeerJ PrePrints*.
- Hébert, S. et D. Blais, 2017. Territoire et qualité de l'eau : développement de modèles prédictifs, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement et Direction de l'expertise en biodiversité, ISBN 978-2-550-77770-0 (PDF), 30 p.
- Hébert, C., 2018. La Ville de Bedford investit 1,8 M\$ dans ses infrastructures. L'Avenir et des Rivières, le 25 janvier 2018. En ligne : <https://www.laveniretdesrivieres.com/ville-de-bedford-investit-18-m-infrastructures/>

- Healy, Denis, and Kenneth Kulp. 1995. « Water-Quality Characteristics Of Selected Public Recreational Lakes And Ponds in Connecticut. » 1995. <https://pubs.usgs.gov/wri/1995/4098/report.pdf>.
- Hegman, W., D. Wang, C. Borer, 1999. Estimation of Lake Champlain Basin-Wide Phosphorus Export. Lake Champlain Basin Program Technical Report 31.
- Hilborn, E.D.; Beasley, V.R. One Health and Cyanobacteria in Freshwater Systems: Animal Illnesses and Deaths Are Sentinel Events for Human Health Risks. *Toxins* 2015, 7, 1374-1395
- Hyenstrand, P., P. Blomqvist et A. Petterson (1998) Factors determining cyanobacterial success in aquatic systems - a literature review. *Archiv für Hydrobiologie Special Issues of Advanced Limnology* 51: 41-62.
- Huser, Brian J., Sara Egemose, Harvey Harper, Michael Hupfer, Henning Jensen, Keith M. Pilgrim, Kasper Reitzel, Emil Rydin, and Martyn Futter. 2016. "Longevity and Effectiveness of Aluminum Addition to Reduce Sediment Phosphorus Release and Restore Lake Water Quality." *Water Research, Special Issue on Geo-engineering to Manage Eutrophication in Lakes*, 97 (June): 122–32. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.06.051>.
- ISQ, 2018. Institut de la statistique du Québec, Estimations de la population et Statistique Canada, Estimations de la population. Adapté par l'Institut de la statistique du Québec. 13-02-2018.
- Isles, Peter D F. 2016. "A Multiscale Analysis of the Factors Controlling Nutrient Dynamics and Cyanobacteria Blooms in Lake Champlain." University of Vermont.
- Isles, P., C. Giles, T. Gearhart, Y. Xu, G. Drushcel, A. Schroth, 2015. Dynamic internal drivers of a historically severe cyanobacteria bloom in Lake Champlain revealed through comprehensive monitoring. *Journal of Great Lakes Research* 41-3: 818-829.
- Isles, P., D. Rizzo, Y. Xu, A. Schroth, 2017. Modeling the drivers of interannual variability in cyanobacterial bloom severity using self-organizing maps and high-frequency data. *Inland Waters* 7-3: 333-347.
- Jamieson, A., C.A. Madramootoo et P. Enright, 2003. Phosphorus losses in surface and subsurface runoff from a snowmelt event on an agricultural field in Quebec. *Canadian biosystems engineering*, vol 45, p. 1.1-1.7.
- Koerting, Katrina. 2018. "Waramaug Task Force Turns Lake from Green to Clean." *NewsTimes*. August 18, 2018. <https://www.newstimes.com/local/article/Waramaug-Task-Force-turns-lake-from-green-to-clean-13164381.php>.
- Koliba, C., A. Zia, A. Schroth, A. Bomblies, J. Van Houten, D. Rizzo, 2016. The Lake Champlain Basin as a complex adaptive system: insights from the Research on Adaptation to Climate Change (RACC) Project. *Vermont Journal of Environmental Law* 17-4: 533-563.
- Kortmann, Robert W. 1994. "Lake Waramaug 1975–1993... What We've Learned." *Lake and Reservoir Management* 9 (1): 65–71. <https://doi.org/10.1080/07438149409354727>.
- Kortmann, Robert W. 2010. "Long-Term Restoration Project Synopsis." *Ecosystem Consulting Service, Inc.*
- Lake Champlain Basin Atlas. 2018. <http://atlas.LCBP.org>
- Lake Champlain Basin Program. 2018. "2018 State of the Lake and Indicators Report." Grand Isle, VT: Lake Champlain Basin Program.
- Lake Champlain Basin Program. 2005. "State of the Lake: Lake Champlain in 2005—A Snapshot for Citizens." Grand Isle, VT: Lake Champlain Basin Program.
- Lake Champlain Basin Study. 1979. "Shaping the Future of Lake Champlain: The Final Report of the Lake Champlain Basin Study." Burlington, VT, USA: New England River Basins Commission.

- Lake Waramaug Association. 2018. "Lake Waramaug Association, Inc. 101st Annual Membership Meeting Minutes." <http://www.waramaugassoc.org/June2018Minutes.pdf>.
- . n.d. "Lake Waramaug Association - Meeting Minutes." Accessed January 9, 2019. <http://www.waramaugassoc.org/minutes.html#June15>
- Lake Waramaug Task Force. n.d. "About —." Accessed January 24, 2019. <https://www.lakewaramaug.org/about/>.
- . n.d. "In-Lake Restoration Systems and Other Task Force Facilities." <https://www.lakewaramaug.org/science/>.
- Langendoen, R., A. Simon, L. Klimetz, N. Bankhead, M. Ursic, 2012. Quantifying sediment loadings from streambank erosion in selected agricultural watersheds draining to Lake Champlain. Lake Champlain Basin Program Technical Report 72.
- Levesque, B. ET COLL., 2014. Prospective study of acute health effects in relation to exposure to cyanobacteria. Publié dans Science of the Total Environment 466-467 (2014) 397-403.
- Levine, S.N., A. LINI, M.L. Ostrofsky, L. Bunting, H. Burgess, P. R. Leavitt, D. Reuter, A. Lami, ET P. Guilizzoni. 2012. The eutrophication of Lake Champlain's northeastern Arm: Insights from paleolimnological analyses. J. Great Lakes Res. vol. 38 (suppl. 1), p. 35–48. doi:10.1016/j.jglr.2011.07.007.
- Lewtas, Kimberly, Michael Paterson, Henry David Paterson, and Dimple Roy. 2015. "Manitoba Prairie Lakes: Eutrophication and in-Lake Remediation Treatments Literature Review."
- Limnotech, 2012. Development of a Phosphorus Mass Balance Model for Missisquoi Bay. Lake Champlain Basin Program Technical Report 65.
- MacDonald, J. M., J. Cessna, and R. Mosheim. 2016. "Changing Structure, Financial Risks, and Government Policy for the U.S. Dairy Industry." 205. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Maine DEP. 2001. "Sebasticook Lake Total Maximum (Annual) Load." DEPLW 2000-110. <https://www.maine.gov/dep/water/monitoring/tmdl/2001/tmdlsebrep.pdf>.
- . 2011. "Nonpoint Source Management Program 2010 Annual Report." DEPLW-1205. <https://www.maine.gov/dep/water/grants/319-documents/reports/2010/2010%20Annual%20Report.pdf>.
- Manley, T.O., K.L. Hunkins, J.H. Saylor, G.S. Miller, P.L. Manley, 1999. Aspects of Summertime and Wintertime Hydrodynamics of Lake Champlain. in Lake Champlain in Transition: From Research MaToward Restoration. American Geophysical Union, Washington, DC.
- Manley, T.O., Z. Perzan, L. Herdman, T. Chen, 2018. Missisquoi Bay Circulation Dynamics and 3D Hydrodynamic Modeling of the Restricted Arm of Lake Champlain- A Question of Water Quality and Causeways. Poster presented at Lake Champlain Research Conference, Burlington, VT January 2018.
- Manchester, A.C., and D. P. Blayney. 1997. "The Structure of Dairy Markets: Past, Present, and Future." 757. United States Department of Agriculture Economic Research Service.
- Marsden, J. E., R. Langdon, 2012. The history and future of Lake Champlain's fishes and fisheries. Journal of Great Lakes Research 38:19-34.
- MAPAQ, 2019a. Programme de crédit de taxes foncières agricoles. En ligne : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/taxes/conditionsd'admissibilite/Pages/conditionsd'admissibilite.aspx>
- , 2019b. Programme Prime-Vert. En ligne : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/md/programmesliste/agroenvironnement/Pages/Prime-Vert.aspx>

- _____, 2019c. En ligne :
<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Transformation/md/programmesliste/developpementindustrietransformation/Pages/ProgrammeServicesConseils.aspx>
- _____, 2018 c. Données du programme Prime-Vert pour le bassin versant de la baie Missisquoi entre 2013 et 2018. G. Poisson et L. Lemieux, MAPAQ, mai 2018
- MDDEP, 2009. Bulletin no 1, Suivi de l'action 1.4 du Plan d'intervention gouvernemental sur les algues bleu-vert 2007-2017 Atelier – Projets pilotes de restauration des lacs. En ligne :
<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/bulletin/atelier1.pdf>
- MDDELCC, 2017. Guide de référence du Règlement sur les exploitations agricoles. 2017. 185 pages. [En ligne]. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieuagricole/guide-reference-REA.pdf>
- Medalie L, (2014). Concentration and flux of total and dissolved phosphorus, total nitrogen, chloride, and total suspended solids for monitored tributaries of Lake Champlain, 1990-2012. 2014-1209. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/ofr20141209>
- Medalie L, (2016). Concentration, flux, and trend estimates with uncertainty for nutrients, chloride, and total suspended solids in tributaries of Lake Champlain, 1990–2014. 2016-1200. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/ofr20161200>
- Medalie L, Hirsch RM, Archfield SA (2012) Use of flow-normalization to evaluate nutrient concentration and flux changes in Lake Champlain tributaries, 1990–2009 *Journal of Great Lakes Research* 38, Supplement 1:58-67.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jglr.2011.10.002>
- MELCC, 2019b. Bilan de phosphore. En ligne :
http://www.environnement.gouv.qc.ca/milieu_agri/agricole/phosphore/bilan.htm
- Martin, T. 2015. “The Vermont Clean Water Act: Water Quality Protection, Land Use, and the Legacy of Tropical Storm Irene.” *Vermont Journal of Environmental Law* 17 (1): 688–709.
- McCarthy, M, W. Gardner, M. Lehmann, A. Guidon, D. Bird, 2016. Benthic nitrogen regeneration, fixation, and denitrification in a temperate eutrophic lake: effects on the nitrogen budget and cyanobacteria blooms. *Limnology and Oceanography* 61-4: 1-19.
- McNew, K. 1999. “Milking the Sacred Cow: A Case for Eliminating the Federal Dairy Program.” *Policy Analysis*, no. 362: 1–16.
- Mendelsohn, D., C. Swanson, T. Isaji, 1997. Hydrodynamic Modeling of Missisquoi Bay in Lake Champlain. Vermont Agency of Natural Resources.
- Meringolo, Dominic. 2016. “Proactive Management of HAB’s Using In-Lake Phosphorus Inactivation Technologies.” May 27.
- Michaud, A.R., I. Beaudin, J. Deslandes, F. Bonn et C. A. Madramootoo. 2007. SWAT-predicted influence of different landscape and cropping systems alterations on phosphorus mobility within the Pike River watershed of South-western Quebec. 2007. *Canadian journal of soil science* 87(3) 329-344. Mai.
- Michaud, A.R., Lauzier, R., et M. R. Laverdière. 2004. Temporal and spatial variability in non-point source phosphorus in relation to agricultural production and terrestrial indicators. In: T. O. Manley, P. L. Manley and T. B. Mihuc ed., *Lake Champlain: partnerships and research in the new millennium*. Kluwer academic/plenum pub. New York NY. Pp. 97-121
- Michaud, A.R. and m.R. Laverdière. 2004. Effects of cropping, soil type and manure application on phosphorus export and bioavailability. *Canadian Journal of Soil Science*, 38: 295-305. Erratum 84 (4) p. 525.

- Michaud, A.R., M. Niang, L. Belzile, F. Chouinard and J. Bérubé. 2019. Analyse coûts-efficacité des actions proposées pour réduire de 40% les charges de phosphore de la rivière de La Roche à la baie Missisquoi. IRDA. 70p
- Mimeault Martin et Marc Simoneau, 2010. Suivi environnemental des eaux du bassin versant de la baie Missisquoi, Séance d'information de la Commission mixte internationale à Saint-Armand, Québec le 13 octobre 2010. Non publié
- MRC Brome-Missisquoi (Municipalité régionale de comté de Brome-Missisquoi), 2013. Schéma d'aménagement révisé deuxième remplacement, amendé par le projet de règlement 06-1013 (Projet de règlement). [En ligne : http://www.mrcbm.qc.ca/fr/docu_reglement.php]
- Moore, J. 2016. Tile Drainage and Phosphorus Losses from Agricultural Land. Lake Champlain Basin Program Technical Report Number 83.
- Morgan, T. J., E. Moye, Eric Smeltzer, and V. Garrison. 1984. "Lake Morey Diagnostic-Feasibility Study. Final Report." Vermont Department of Water Resources and Environmental Engineering. https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/WSMD/Lakes/Docs/lp_moreyfinalreport.pdf.
- Morrisey, L. and D. Rizzo, 2010. Quantifying sediment loading due to stream bank erosion in impaired and attainment watersheds in Chittenden County, VT using advanced GIS and remote sensing technologies.
- NALMS, 1990. "Lake and Reservoir Restoration Guidance Manual, Second Ed..Pdf."
- Nabout, J.C., B. da Silva Rocha, F.M. Carneiro, C.L. Sant'Anna, 2013. How many species of cyanobacteria are there? Using a discovery curve to predict the species number. *Biodiversity and Conservation* 22-12: 2907-2918.
- Narrative Water Quality Standards. 1972. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-12/documents/nywqs-section1.pdf>.
- New York Department of Environmental Conservation. 2018. Lake Champlain Waterbody Inventory/Priority Waterbodies List. https://www.dec.ny.gov/docs/water_pdf/wichamplchamplain.pdf.
- Nürnberg, Gertrud K. 2007. "Lake Responses to Long-Term Hypolimnetic Withdrawal Treatments." *Lake and Reservoir Management* 23 (4): 388–409. <https://doi.org/10.1080/07438140709354026>.
- Nürnberg, Gertrud K., Rosemary Hartley, and Edward Davis. 1987. "Hypolimnetic Withdrawal in Two North American Lakes with Anoxic Phosphorus Release from the Sediment." *Water Research* 21 (8): 923–28. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(87\)80009-X](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(87)80009-X).
- NYSDEC. 2017a. « Irondequoit Bay 2016 Lake Classification and Inventory Survey. » https://www.dec.ny.gov/docs/water_pdf/lci16rptirondbay.pdf.
- . 2017 b. « Lake Waccabuc 2017 CSLAP Report. »
- NYSFOLA. 2009. *Diet for a Small Lake: The Expanded Guide to New York State Lake and Watershed Management*. 2nd ed. New York State Federation of Lake Associations, Inc. https://www.dec.ny.gov/docs/water_pdf/dietlakech7.pdf.
- OBVBM, 2015. Plan directeur de l'eau du bassin versant de la baie Missisquoi. OBVBM, Bedford
- Omernik, J. M. (1987), Ecoregions of the Conterminous United States. *Annals of the Association of American Geographers*, 77: 118-125. doi:10.1111/j.1467-8306.1987.tb00149.
- Osswald, J., S. Rellan, A. Gago, V. Vasconcelos, 2007. Toxicology and detection methods of the alkaloid neurotoxin produced by cyanobacteria, anatoxin-a. *Environment International* 33-8:1070-1089.
- Patoine, Michel. 2017. Charges de phosphore, d'azote et de matières en suspension à l'embouchure des rivières du Québec – 2009 à 2012 [en ligne]. Québec : Ministère du

- Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 25 p.
- Paulin, 2017. Rapport d'étape saison 2017, Projet pilote de traitement des cyanobactéries par ultrason, Association du lac Tomcod. En ligne : <https://www.associationdulactomcod.org/resources/rapport%20d%C3%A9tape%20cya%20no%202017.pdf>
- _____, 2018. Rapport d'étape saison 2018, Projet pilote de traitement des cyanobactéries par ultrason, Association du lac Tomcod. En ligne : <https://www.associationdulactomcod.org/resources/rapport%20d%C3%A9tape%20cya%20no%202018.pdf>
- Parsons, B. 2010. « Vermont's Dairy Sector: Is There a Sustainable Future for the 800 Lb. Gorilla? » 4. Burlington, VT, USA: University of Vermont Center for Rural Studies.
- Pearce, A., D. Rizzo, M. Watzin, G. Drushcel, 2013. Unraveling associations between cyanobacteria blooms and in-lake environmental conditions in Missisquoi Bay, Lake Champlain, USA, using a modified self-organizing map. *Environmental Science & Technology* 47-24: 14267-14274.
- Poirer, S.C., J.L. Whalen and A.R. Michaud. 2012. Bioavailable Phosphorus in Fine-Sized Sediments Transported from Agricultural Fields. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 76:258-267.
- Potter, F., R. Sims, T. Alexander, B. Sylvester, R. Godfrey, J. Wood, 2008. The Missisquoi Areawide Plan.
- Purcell & Taylor, P.C. 1981. "Final Report on Restoration Efforts Nutting Lake Restoration Program Billerica, Massachusetts."
- Reservoir Environmental Management. 2018. « Model Simulations of Mixing Technologies to Reduce Cyanobacteria in Lake Carmi. » https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/documents/VDEC_LakeCarmiPhase2FinalReport_2018-08-24_Revised_2018-10-22.pdf.
- Robert, C., 2008. Résultats de cyanobactéries et cyanotoxines à sept stations de production d'eau potable (2004-2006), Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 23 pages et 2 annexes.
- Robert, C., H. Tremblay et C. Deblois, 2004. Cyanobactéries et cyanotoxines au Québec : suivi à six stations de production d'eau potable (2001-2003), Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, envirodoq : ENV/2005/0099, 58 p. et 3 ann.
- Rosen, B., A. Shambaugh, L. Ferber, F. Smith, M. Watzin, C. Eliopoulos, P. Stangel, 2001. Evaluation of potential blue-green algal toxins in Lake Champlain, Summer 2000. Lake Champlain Basin Program Technical Report 39.
- Roy, A. 2016. Résultats du projet pilote de restauration du lac à l'Anguille, volet 2 : expérimentation d'un marais filtrant pour réduire les apports de phosphore au lac. Groupe AIM inc., Rimouski (Québec) Canada. 50 p. et annexes. ISBN 978-2-9815799-1
- Sansone, Andrew. 2016. « Irondequoit Bay 2015 Monitoring Report. »
- . 2018. « Irondequoit Bay Monitoring Summary 2016-17. »
- Scheinert, S., A. Zia, J. He, R. Kujawa, C. Koliba, 2014. Value of water quality and public willingness to pay for water quality policy and project implementation. Research on Adaptation to Climate Change in the Lake Champlain Basin and Vermont's Waterways (RACC). Vermont EPSCoR.
- Schuett, E., 2012. Blue-green algae kills thousands of fish in Missisquoi Bay. *Montreal Gazette*. August 27, 2012.

- Shambaugh, Angela. 2016. "Cyanobacteria and Human Health Concerns on Lake Champlain." *Vermont Journal of Environmental Law* 17 (4): 516-32.
- Shambaugh, A., S. Vose, B. O'Brien, L. Fisher, H. Campbell, 2017. Cyanobacteria Monitoring on Lake Champlain Summer 2016.
- Shumlin, P. 2015. Governor's State of the State Message, Journal of the Joint Assembly of the State of Vermont Adjourned Session. Montpelier, Vermont, USA.
- Simoneau, 2017B. Qualité de l'eau des tributaires de la baie Missisquoi : évolution 1979-2015 et portrait récent 2013-2015. Marc Simoneau, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement (DGSEE), Direction de l'information sur les milieux aquatiques (DIMAQ).
- Simoneau, 2018. Qualité de l'eau des tributaires de la baie Missisquoi : évolution temporelle 1999-2015 et portrait récent 2015-2017. Assemblée générale annuelle de l'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi – Saint-Armand, 18 juin 2018. Direction de l'information sur les milieux aquatiques (DIMAQ).
- Sklenar, K., J. Westrick, D. Szlag, 2016. Managing cyanotoxins in drinking water: a technical guidance manual for drinking water professionals. American Water Works Association and Water Research Foundation.
- Smeltzer, E. and M. Simoneau, 2008. Phosphorus loading to Missisquoi Bay from sub-basins in Vermont and Québec, 2002-2005. Missisquoi Bay Phosphorus Reduction Task Force.
- Smeltzer, E. 1999. "Phosphorus Management in Lake Champlain." In *Lake Champlain in Transition: From Research Toward Restoration*, edited by T.O. Manley and P.L. Manley, 435–451. American Geophysical Union.
- Smeltzer, E., A. Shambaugh, P. Stangel, 2012. Environmental change in Lake Champlain Revealed by Blong-Term Monitoring. *Journal of Great Lakes Research* 38: 6-18.
- Smeltzer, E., F. Dunlap, and M. Simoneau. 2009. "Lake Champlain Phosphorus Concentrations and Loading Rates, 1990-2008." 57. Grand Isle, VT: Lake Champlain Basin Program.
- Smeltzer, E., and S. Quinn. 1996. "A Phosphorus Budget, Model, and Load Reduction Strategy for Lake Champlain." *Lake and Reservoir Management* 12 (3): 381–393. <https://doi.org/10.1080/07438149609354279>.
- Smeltzer, Eric. 1990. "A Successful Alum/Aluminate Treatment of Lake Morey, Vermont." *Lake and Reservoir Management* 6 (1): 9–19. <https://doi.org/10.1080/07438149009354691>.
- Smeltzer, Eric, Richard A. Kirn, and Steven Fiske. 1999. "Long-Term Water Quality and Biological Effects of Alum Treatment of Lake Morey, Vermont." *Lake and Reservoir Management* 15 (3): 173–84. <https://doi.org/10.1080/07438149909354115>.
- Smeltzer, Eric, and Edward B Swain. 1984. "Answering Lake Management Questions with Paleolimnology." In *Lake and Reservoir Management: Practical Applications*, Proceedings of the Fourth Annual Conference and International Symposium of the North American Lake Management Society, October, 268–74.
- Stamm, C., Flübler, H., Gächter, R., Leuenberger, J., Wunderli, H. 1998. Preferential Transport of Phosphorus in Drained Grassland Soils. *J. Environ. Qual.* 27 :515-522.
- Statistique Canada, 2006. Recensement de l'agriculture de 2006. Compilation effectuée par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. [En ligne : http://www.statcan.ca/francais/freepub/95-629-XIF/2007000/tables_menu_f.htm]
- TetraTech, 2015. Lake Champlain Basin SWAT Model Configuration, Calibration and Validation. TetraTech, Inc., Fairfax, VA.
- Therriault, R., 2013. Identification des sources de nitrate et des facteurs contrôlant sa distribution dans les sols agricoles et les eaux souterraines des bassins versants Ewing et Walbridge (Montérégie Est), Institut national de recherche scientifique, Québec, 163 pp.

- Thibeault, 2016. Le dragage des Trois-Lacs et autres projets pilotes de restauration des lacs.
Karine Thibault, consultante en environnement, 2016. En ligne :
http://www.grobec.org/pdf/projets/2016-09-16_Karine_Thibault.pdf
- Thorne, P. and W. Schlesinger, 2017. Science Advisory Board Review of Lake Erie Nutrient Load Reduction Models and Targets.
- Troy, A., D. Wang, D. Capen, J. O’Neil-Dunne, S. MacFaden, 2007. Updating the Lake Champlain Basin Land Use Data to Improve Prediction of Phosphorus Loading.
https://www.uvm.edu/giee/pubpdfs/Troy_2007_Lake_Champlain_Basin_Program.pdf
- U.S. Census Bureau 2010. “2010 Census: Vermont Profile.”
- U.S. EPA 2016. “Phosphorus TMDLs for Vermont Sectors of Lake Champlain.” June 2016.
- U.S. EPA 2019. “Health Effects from Cyanotoxins”. August 2019.
<https://www.epa.gov/cyanohabs/health-effects-cyanotoxins>. Accessed January 2020.
- Vaughan, M.C.H. (2019), Concentration, load, and trend estimates for nutrients, chloride, and total suspended solids in Lake Champlain tributaries, 1990 – 2017. Lake Champlain Basin Program Technical Report #86.
http://lcbp.org/techreportPDF/86_LC_Tributary>Loading_Report.pdf
- Vaux, P. 2015. « Maine Lakes: Geographic & Morphometric Information. » Maine Dept. Environmental Protection, Maine Dept. Inland Fisheries & Wildlife, Maine Office of GIS, Augusta, Maine.
http://www.gulfofmaine.org/kb/2.0/record.html?recordid=9680&save_record=1&.
- Verhovek, Sam Howe. 1988. “Slow Death Of a Lake Is Stopped.” The New York Times, September 4, 1988, sec. N.Y./Region.
<https://www.nytimes.com/1988/09/04/nyregion/slow-death-of-a-lake-is-stopped.html>.
- Vermont ANR. 2008. “Phosphorus TMDL for Lake Carmi.” October 2008.
https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/documents/WSMD_mapp_2009_Carmi%20P%20tmdl.pdf.
- . 2009. “Phosphorus Total Maximum Daily Load (TMDL) for Ticklenaked Pond.”
- Vermont DEC. 2013. « Missisquoi Bay Basin Water Quality Management Plan. »
http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/documents/WSMD_mapp_BasinPlan_MissqBay_2013.pdf.
- Vermont Department of Environmental Conservation. 2009a. “Total Maximum Daily Load to Address Biological Impairment in Rugg Brook (VT05-07), Franklin County, Vermont.” Boston, MA: United States Environmental Protection Agency - Region 1.
- . 2009b. “Total Maximum Daily Load to Address Biological Impairment in Stevens Brook (VT05-07), Franklin County, Vermont.” Boston, MA: United States Environmental Protection Agency - Region 1.
- . 2019. Clean Water Fund. <https://dec.vermont.gov/watershed/cwi/cwf>.
- Vermont Department of Health, 2018. Drinking Water Guidance.
http://www.healthvermont.gov/sites/default/files/documents/pdf/ENV_DW_Guidance.pdf
- Vermont Department of Health, 2015. Cyanobacteria guidance for Vermont communities.
http://www.healthvermont.gov/sites/default/files/documents/2016/12/ENV_RW_CyanobacteriaGuidance.pdf.
- Vermont Natural Resources Board. 2019. What Are the 10 Criteria?
<https://nrb.vermont.gov/act250-permit/criteria>.
- Vermont State Treasurer’s Office. 2007. “State of Vermont General Obligation Bonds.” Montpelier, Vermont, USA: Vermont State Treasurer’s Office.

- . 2015a. \$115 Million in Bonds Successfully Sold by the State of Vermont. Montpelier, Vermont, USA: Vermont State Treasurer's Office.
<https://secure.vermont.gov/portal/government/article.php?news=5676>.
- . 2015b. \$115 Million in Bonds Successfully Sold by the State of Vermont. Montpelier, Vermont, USA: Vermont State Treasurer's Office.
<https://secure.vermont.gov/portal/government/article.php?news=5676>.
- VT DEC Watershed Management Division. n.d. "Lake Morey - Lake Score Card - Current Trends And Status." VT DEC Watershed Management Division - IWIS. Accessed March 5, 2019.
https://anrweb.vt.gov/DEC/IWIS/ReportViewer3.aspx?Report=LakeScoreCard_CurrentTrendsAndStatus&ViewParms=False&LakeID=MOREY.
- Voigt, B., J. Lees, J. Erickson, 2015. An assessment of the economic value of clean water in Lake Champlain. Lake Champlain Basin Program Technical Report 81.
- Water Resources Services, INC. 2018. "Morses Pond Annual Report: 2018."
<https://www.wellesley.ma.gov/DocumentCenter/View/13648/Morses-Pond-2018-Annual-Report-PDF>.
- WATZIN, 2005. Ecosystem Indicators and an Environmental Scorecard. Lake Champlain Basin Program. Technical Report No.46. Prepared by Mary C. Watzin, Robyn L. Smyth, E. Alan Cassell, W. Cully Hession, Robert E. Manning, and Deane Wang Rubenstein School of Environment and Natural Resources, University of Vermont, Burlington, VT.
- Way, Phelp's, and P O Box. 2005. "Comprehensive Plan For The Management of Morses Pond."
- Wetzel, R, 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. 3rd Edition, Elsevier.
- Winchell, M., D. Meals, S. Folle, J. Moore, D. Braun, C. DeLeo, K. Budreski, 2011. Identification of Critical Source Areas of Phosphorus Within the Vermont Sector of Missisquoi Bay Basin. Lake Champlain Basin Program Technical Report 63B.
- Winchell, M., S. Folle, D. Meals, J. Moore, R. Srinivasan, E. Howe, 2015. Using SWAT for sub-field identification of phosphorus critical source areas in a saturation excess runoff region. Hydrological Sciences Journal 60:5 (844-862).
- Winslow, M., 2016. A natural and human history of Lake Champlain. Vermont Journal of Environmental Law 17-4: 482-500.
- Wironen, M., E. Bennett, J. Erickson, 2018. Phosphorus flows and legacy accumulation in an animal-dominated agricultural region from 1925 to 2012. Global Environmental Change 50: 88-99.
- Wroth, L. Kinvin. 2012. "Six Flags over Champlain: Starting Points for a Comparative Analysis." Journal of Wurtsbaugh, Wayne A., "Relationships between eutrophication, cyanobacteria blooms and avian botulism mortalities in the Great Salt Lake" (2011). Watershed Sciences Faculty Publications. Paper 880
- Great Lakes Research 38 (SUPPL. 1) : 167 –175. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2011.02.008>.
- Zilliges, Y., J.C. Kehr, S. Meissner, K. Ishida, S. Mikkat, M. Hagemann, A. Kaplan, T. Borner, E. Dittmann, M. Otto, 2011. The cyanobacterial hepatotoxin microcystin binds to proteins and increases the fitness of microcystis under oxidative stress conditions. PLoS ONE 6-3:1-11.

Appendix 1: Lettre de nomination du GCSC de la CMI

Le 26 juillet 2018

Madame,

Monsieur,

Nous avons le plaisir de confirmer votre nomination à titre de membre du groupe consultatif international de l'étude sur le lac Champlain pour la période allant du 1 août 2018 au 19 octobre 2019.

Le Groupe consultatif de l'étude sur le lac Champlain (GCEC) a été mis sur pied pour aider la Commission à se pencher sur le volet portant sur la baie Missisquoi et le lac Champlain dont il est question dans la lettre de renvoi du 19 octobre 2018 des gouvernements sur la qualité de l'eau des lacs Champlain et Memphrémagog. Le GCEC sera composé d'un nombre égal de membres des États-Unis et du Canada (12 membres au total). Les membres du GCEC aideront la Commission à titre personnel et professionnel, et non en tant que représentants de leur organisme ou de leur employeur. On s'attend à ce que les membres agissent de façon impartiale et qu'ils s'acquittent de leurs fonctions pour le bien commun des deux pays. La participation au GCEC est à titre bénévole ; aucune compensation ne sera donc octroyée pour le travail effectué pendant la nomination. Les membres du GCEC seront tenus d'assister à des événements, à des réunions et à des ateliers. Ils devront aussi assumer leurs propres dépenses, à moins que la Commission n'en décide autrement. Des réunions et des ateliers auront lieu dans la région visée par l'étude.

Deux organismes actifs dans le bassin, soit le Lake Champlain Basin Program (LCBP) et l'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM), produiront un rapport technique pour la CMI. Ce rapport visera à cerner l'éventail des problèmes préoccupants relatifs à l'apport des nutriments dans le bassin du lac Champlain. Ils formuleront aussi des recommandations préliminaires sur la façon dont les efforts actuels des agences gouvernementales et non gouvernementales et les approches de gestion pourraient être renforcés (voir le renvoi des gouvernements à la CMI, ci-joint). Ce rapport doit être soumis à la CMI d'ici le 19 juillet 2019. En se fondant sur ce rapport, la Commission produira son propre rapport qu'elle soumettra aux gouvernements d'ici le 19 octobre 2019.

Le rôle des membres du GCEC consistera à fournir une orientation et des conseils de haut niveau aux organismes du bassin sur tous les aspects du projet, y compris les recommandations préliminaires. Vous trouverez ci-joint un document décrivant les responsabilités du GCEC et le temps que les membres devraient s'attendre à y consacrer.

La Commission mixte internationale est un organisme binational des États-Unis et du Canada établi en vertu du Traité des eaux limitrophes de 1909; un lien à ce sujet est joint à titre d'information (<http://laws.justice.gc.ca/fra/lois/I-17/page-1.html>). Vous pouvez également consulter le site Web <http://www.ijc.org/> pour obtenir de plus amples renseignements sur la Commission.

En tant que secrétaires de la Commission, nous tenons à vous féliciter pour votre nomination. Nous espérons que celle-ci constituera une expérience enrichissante et bénéfique, autant pour vous que pour la Commission. Si vous avez des questions au sujet

du GCEC ou de vos fonctions en tant que membre du Groupe, n'hésitez pas à communiquer avec Glenn Benoy (6139950433 ou benoyg@ottawa.ijc.org) ou Michael Laitta (2027369022 ou laittam@washington.ijc.org).

Veillez agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Camille Mageau et Chuck Lawson

Secrétaires de la CMI

Annexe 2: Questions normalisées pour les entrevues d'experts

Avant de commencer l'entrevue, le LCBO a présenté le projet et un aperçu des objectifs de l'entrevue (en complément de la revue de la littérature et des opinions d'experts du bassin versant).

1. Dans votre rôle, à quelle fréquence vous vous préoccupez de la qualité de l'eau et des cyanobactéries?
 - a. Cette préoccupation est-elle saisonnière?
2. Dans quelle mesure interagissez-vous avec les intervenants? Dans quelle mesure se préoccupent-ils de la qualité de l'eau et des cyanobactéries?
3. En ce qui concerne la qualité de l'eau et les cyanobactéries du lac, quels sont certains programmes et projets qui, à votre avis, ont été couronnés de succès? Pourquoi?
4. Quels sont les programmes et les projets qui, à votre avis, ont échoué? Pourquoi?
5. Où voyez-vous des possibilités d'amélioration?
 - a. Si le financement était illimité?
 - b. S'il était majoré dans une mesure réaliste?
 - c. S'il n'y a pas d'augmentation du financement, comment distribueriez-vous les ressources?
6. Désirez-vous ajouter quelque chose en tant qu'intervenant anonyme du lac et du bassin versant?
7. Désirez-vous suggérer des personnes à contacter?

Annexe 3: Commentaires publiques

A3.1 Commentaires en ligne

Au total, trois commentaires ont été soumis à la CMI via leur portail de commentaires en ligne:

Commentaire 1:

Bonjour,

Je m'appelle Jade et je suis à la maîtrise en biologie à l'UQAM. Mes recherches sont portées sur l'impact des changements climatiques sur la dynamique des cyanobactéries dans la Rivière-aux-Brochets et fait partie d'un grand projet en collaboration avec le consortium OURANOS sur les changements climatiques. J'ai donc fait beaucoup de terrain sur la rivière (dans la réserve écologique à son embouchure avec la Baie Missisquoi) durant l'été 2019. De plus je connais bien les lois et politiques sur la gestion des bandes riveraines, ayant travaillé pour un organisme de bassin versant au QC. C'est donc avec ses connaissances que je permettrais les commentaires suivants:

Il devrait y avoir un petit budget alloué à plus d'inspecteurs du MAPAQ afin d'aller donner des amendes aux contrevenants qui déversent leurs fosses à purin et autres matières fécales directement dans les cours d'eau du bassin versant de la Baie, en vertu du Règlement sur les exploitations agricoles (chapitre Q-2, r.26). Aussi, en vertu de ce règlement, je demanderais aux inspecteurs d'aller faire respecter soit le règlement municipal quant à la bande riveraine obligatoire, ou sinon en son absence, faire respecter le règlement de la bande riveraine de 3m de tout cours d'eau/milieu humide et de 1m des fossés agricoles.

De plus, pour les municipalités du bassin versant de la Baie Missisquoi qui n'ont pas de règlement sur la bande riveraine, j'en instaurerais un, basé sur la Politique des rives, du littoral et des plaines inondables, produite par le MELCC et révisée en 2015.

Je crois que du côté QC, ce serait déjà un grand pas dans la bonne direction, en plus des autres efforts déjà mis en œuvre et qui donnent de bons résultats.

Merci de votre attention,

Jade

Commentaire 2:

ken sturm

U.S. Fish and Wildlife Service

Missisquoi NWR

29 Tabor Road

Swanton, VT 05488

United States

Phone

8028684781

Fax

8028682379

Submitted by MNWR on Fri, 11/22/2019 - 14:25

Thank you for your work and the development of actionable recommendations for reducing phosphorus inputs into Lake Champlain and particularly the Missisquoi Bay. As the manager of the Missisquoi National Wildlife Refuge (NWR) I find water quality issues to be one of my top concerns for the future biological integrity of this National Wildlife Refuge. Missisquoi NWR was designated a Ramsar Wetland of International Importance in 2013, the 36th such site in the United States. This designation is well deserved as this refuge protects the largest and likely most biologically significant wetland complex in the Lake Champlain Basin. Hosting tens of thousands of waterfowl and thousands of other water birds the refuge hosts the largest concentration of these species during fall migration in the Champlain Valley. Couple that with the many state threatened and endangered birds, fish and freshwater mussels, this sanctuary is of extreme importance for a variety of federal and state trust wildlife species.

And yet as the manager of this amazing area, I am unable to truly ensure its future protection against the persistent eutrophication emanating from upstream sources.

There are areas in the country that have suffered extreme wildlife impacts because of cyanobacteria blooms. These blooms have been known to aid cycles of avian (type C) botulism in western lakes such as the Salton Sea resulting in large-scale water bird mortality events. There is speculation that ingestion of toxins produced by cyanobacteria are responsible for bird mortality events as well, such as the mass die-off of eared grebes at the Salton Sea in the early 1990's. Given the current trajectory of warming waters, extended summer weather and longer cyanobacteria blooms, it is possible that this will coincide with the fall migration of thousands of waterfowl at Missisquoi NWR. My fear is that some day in the future this will begin a cycle of avian botulism impacting thousands of waterfowl and shorebirds that the Missisquoi NWR was established to protect.

Of course, there are direct wildlife impacts to cyanobacteria bloom cycles occurring right now in Missisquoi Bay. Since I have been the manager of this refuge, I have witnessed two different die-offs of native mussels and one smaller fish kill in Missisquoi Bay. While not on refuge property, it is obviously troubling. The large-scale degradation of blooms creating anoxic conditions can kill thousands of native fresh water mussels, some of which are state endangered or threatened.

My intent on writing these comments was to bring forward my concerns as a wildlife manager for the future of Missisquoi Bay and the Missisquoi National Wildlife Refuge. While we currently

see direct impacts on recreation and tourism, I fear that we may realize impacts to wildlife from these events in the future. I would like to recognize the threat to wildlife on this National Wildlife Refuge and the Missisquoi Bay from eutrophication cycles. I fully support your work to find ways to reduce phosphorus in the Missisquoi River and the Missisquoi Bay, for the benefit of wildlife as well as for tourism and public water-based activities.

Commentaire 3:

Dear CSAG Members,

The Lake Champlain Committee (LCC) submits the following public comments (attached PDF) in regard to the Draft Study Report on Nutrient Loading and Impacts in Lake Champlain, Missisquoi Bay, and the Richelieu River. Thank you for your consideration of our comments. We welcome the opportunity to further discuss them with you.

We also submitted our comments via the provided email (lclm@ottawa.ijc.org).

December 14, 2019 Champlain Study Advisory Group (CSAG)

Re: Draft Study Report on Nutrient Loading and Impacts in Lake Champlain, Missisquoi Bay, and the Richelieu River

Dear CSAG Members: The Lake Champlain Committee (LCC) submits the following public comments in regard to the Draft Study Report on Nutrient Loading and Impacts in Lake Champlain, Missisquoi Bay, and the Richelieu River. Our comments are laid out in the framework of your six “Priority Recommendations.” We encourage the CSAG Members to recommend a total phosphorus target load reduction from the Missisquoi Bay watershed that is greater than 97.2 metric tons per year, as the average phosphorus concentration is 0.050 mg/L, double the 2016 target concentration of 0.025 mg/L.¹ In all of your work, we encourage the incorporation of a clear structure for tasks and deadlines, as well as a coordinated public outreach campaign, that reflect the urgency of the reduction goals.

1. Create and coordinate a Bi-national Phosphorus Reduction Task Force to strengthen cooperation and accountability between the Parties in order to achieve mutually agreed goals.

We agree that this is a logical step and recommend that the Task Force include Missisquoi Bay Watershed science experts, a human geographer, a visual communicator, and representatives from identified underserved populations to strengthen cooperation and accountability between stakeholders. The state and provincial agencies need to work in partnership to provide incentives, as well as regulations for reductions. When resource users—for example, farmers—are brought into the problem-solving process, the results are better. We recommend the Task Force engage with agriculturalists to understand their stories. Farmers are the experts on their own practices, why they do them, and what options they have to engage in on-farm changes to contribute to the health of the lake. A trained social scientist knows how to apply a socioecological approach to problem solving; results from this type of work can help state and provincial agencies to work with one another, alongside Missisquoi Bay Watershed communities, to meet reduction goals.

2. Develop a binational mass balance analysis for phosphorus imports and exports in the Missisquoi Bay watershed

We support this recommendation and think the Task Force should proactively explore options for how to lower imports of fertilizer and feed in both Vermont and Québec.

3. Reduce phosphorus application to land in the Missisquoi Bay watershed

We support this recommendation. A way this effort might be improved is through a formalized framework where farmers learn from other farmers. Are there farms with exemplary Nutrient Management Plans that other farmers can learn from? These farmers could be paid to act as resources for how to implement effective phosphorus mitigation practices. The Task Force should recommend more research on how to address legacy phosphorus however, we stress that the issue of phosphorus entering Missisquoi Bay needs to be addressed first.

4. Increase the proportion of crop systems that contribute less phosphorus This is critical and needs to be addressed. State and provincial agencies need to play a leadership role in helping farms transition to crops that contribute significantly less phosphorus, as well as to connect farmers to new markets.

5. Increase the protection and enhancement of floodplains, wetlands, and forest and ensure their reconnection for nutrient storage

It is important to pair regulations with non-regulatory projects to reach nutrient reduction goals. Vermont's Act 76 restructures the current clean water grant programs into a block grant system that will expand the opportunity for such non-regulatory projects; this allows for nutrient reduction goals that couldn't be achieved through regulation alone. Further, these projects will offer a variety of co-benefits and help protect and maintain high quality waters. The current policy of the state of Vermont is no net loss of wetlands. This policy should be modernized with a goal of a net gain of wetlands by encouraging both protection and restoration efforts. Rather than expanding exemptions to fill or drain wetlands, policies should focus on the restoration and enhancement of wetlands to reap the ecosystem services they provide. Additionally, we suggest that the value and wetland restoration potential of Class III wetlands not be underestimated. We also suggest that opportunities be explored to utilize state funds as a non-federal match for other federal grant programs that can support floodplain restoration, such as the Pre-Disaster Mitigation Grant Program and the Hazard Mitigation Grant Program, administered through state emergency management agencies.

6. Engage with public stakeholders to commit to clean water and healthy ecosystem goals

We recommend that the Task Force identify and engage critical public stakeholder groups; a socio-ecological approach would be beneficial. For example, the use of focus groups or surveys could inform ecological recommendations and decisions.

We encourage the IJC and CSAG to expand public outreach efforts to citizens and groups like ours about the study. We did not receive a press release or copy of the draft report, though we read about it in the press. We'd be happy to provide a list of organizations that could be

contacted if there is another opportunity to provide comments before release of the final report in 2020.

Thank you for your consideration of our comments. We welcome the opportunity to further discuss them with you.

Sincerely,

Lauren Sopher

Director of Science & Water Programs, Lake Champlain Committee

Lori Fisher

Executive Director, Lake Champlain Committee

A3.2 Venise-en-Québec, Québec

Résumé sommaire des commentaires de la réunion publique

- Sensibilisation / message public du Canada
 - De nombreuses préoccupations ont été exprimées concernant le manque de bandes riveraines et d'application de la loi.
 - Les participants craignaient que les objectifs de réduction du P ne soient pas atteints, ainsi que le délai nécessaire pour atteindre les objectifs et le traitement des sédiments dans la baie.
 - Les programmes, les fonds et l'action du MAPAQ et du MELCC ont suscité beaucoup de questionnement pour atteindre les objectifs de gestion communs.
 - Des demandes de renseignements ont été faites au sujet de la dernière étude sur le retrait de la chaussée Alburgh-Swanton

A3.3 Saint-Albans, Vermont

Résumé sommaire des commentaires de la réunion publique

- Sensibilisation / message public aux États-Unis
 - Des inquiétudes ont été exprimées quant au fait que les messages ne parviennent pas efficacement au grand public.
 - Les participants ont commenté le manque de participation à la réunion, surtout par rapport à la réunion au Québec la veille.
 - L'accent a été mis sur le fait que le moment de la sensibilisation au Vermont est essentiel pour obtenir la participation, car la population fluctue avec la saison.
 - La discussion a également porté sur la nécessité de moderniser les méthodes de sensibilisation pour assurer la connexion avec les jeunes générations.
 - Il est nécessaire de créer des opportunités de coordination binationale au niveau des citoyens, concernant spécifiquement les agriculteurs.
 -
- Efficacité des efforts de gestion / réduction du phosphore

- La discussion a porté sur la question de savoir si nous avons des données pour démontrer que les efforts déployés commencent à apporter un changement. Il a été partagé que les tendances à grande échelle peuvent être difficiles à reconnaître, mais que les projets à petite échelle (par exemple, les rivières individuelles, les ruisseaux) sont couronnés de succès.
- Agriculture
 - VT a travaillé à la mise en œuvre des PGB et connaît un taux significatif d'adoption par les agriculteurs.
 - Un préposé a indiqué que davantage de recherches sont nécessaires pour comprendre le taux de ruissellement élevé en maïs-soja qui a été montré dans un graphique pendant la présentation.

Étude sur les apports de nutriments et leurs impacts sur le lac Memphrémagog



**Présenté par le
Groupe consultatif de l'étude sur le Memphrémagog (GCEM)**

**Pour la
Commission mixte internationale**

19 janvier 2020

Étude des apports de nutriments et leurs impacts sur le lac Memphrémagog

Photo de couverture: Photohelico

Étude rédigée et coordonnée par:

Kendall Lambert, Directrice administrative, Memphremagog Watershed Association (MWA) & Ariane Orjikh, Directrice générale, Memphrémagog Conservation inc. (MCI)

Étude dirigée par le Groupe consultatif de l'étude sur le Memphrémagog (GCEM)

Membres initiaux du GCEM :

Membres du GCEM du Canada	Membres du GCEM des États-Unis
Sébastien Bourget <i>Spécialiste de l'environnement, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)</i>	Ben Copans <i>Coordonnateur des bassins versants, Vermont Department of Environmental Conservation, Division de la gestion des bassins versants, (VDEC)</i>
Alain Gagnon <i>Conseiller en agroenvironnement et en qualité de l'eau, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)</i>	Frank Maloney <i>Planificateur, Northeastern Vermont Development Association (NVDA)</i>
Julie Grenier (coprésidente du GCEM) <i>Coordonnatrice de projet, Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François (COGESAF)</i>	Mark Mitchell <i>Spécialiste de l'environnement, Vermont Department of Environmental Conservation, Lakes and Ponds Program (VDEC)</i>
Daniel Leblanc <i>Directeur régional, Estrie et Montérégie, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)</i>	Perry Thomas (coprésidente du GCEM) <i>Gestionnaire de programme, Vermont Department of Environmental Conservation, Lakes and Ponds Management and Protection Program (VDEC)</i>
Alexandra Roy <i>Anciennement coordonnatrice de projet en développement durable, Municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog, puis chef et attachée politique de bureau de circonscription, Canton d'Orford, Assemblée nationale du Québec</i>	Beth Torpey <i>Professeure, Community College of Vermont, membre du conseil d'administration, Memphremagog Watershed Association (MWA)</i>
Serge Villeneuve <i>Analyste principal, Écologie et eau, Environnement et Changement climatique Canada (ECCC)</i>	Bruce Urie <i>Directeur de l'intendance, Vermont Land Trust (VLT)</i>

En raison de changements de personnel et de disponibilité durant la période du projet, Alain Gagnon, Daniel Leblanc et Perry Thomas n'ont pu participer au projet jusqu'à la fin. À l'été 2019, Mikael Guillou de la Direction des pratiques agroenvironnementales du MAPAQ, Nathalie Provost, directrice générale de l'analyse et de l'expertise, MELCC, et Peter Laflamme, directeur de la Division de la gestion des bassins versants du VDEC, se sont joints au GCEM. Ben Copans, du VDEC, a assumé le rôle de coprésident à partir de ce moment.

Ces personnes ont servi à titre professionnel et possèdent l'expertise et les connaissances clés nécessaires à l'élaboration du rapport.

Sommaire

En octobre 2017, la Commission mixte internationale (CMI) a reçu une demande des gouvernements du Canada et des États-Unis lui demandant de cerner l'éventail des problèmes d'apports en nutriments touchant le bassin versant du lac Memphrémagog et de formuler des recommandations quant à la façon dont les efforts actuels peuvent être renforcés. Le public est préoccupé par les niveaux de phosphore et la prolifération d'algues dans le lac Memphrémagog qui peuvent nuire à la santé humaine, aux écosystèmes et aux activités récréotouristiques des deux côtés de la frontière. Cette étude binationale dresse un portrait de l'état actuel du bassin versant du lac Memphrémagog (chapitre 2), passe en revue les efforts de gestion actuels (chapitre 3), présente une analyse scientifique et politique (chapitre 4), propose des initiatives découlant du réseautage avec les principaux intervenants (chapitre 5) et recommande des moyens de consolider et d'améliorer les efforts binationaux actuels visant à réduire les concentrations de nutriments et la prolifération de cyanobactéries et de plantes aquatiques qui en sont la cause au lac Memphrémagog (chapitre 6). Cette étude a été rédigée et coordonnée par le Memphremagog Conservation inc. et le Memphremagog Watershed Association sous la supervision du Groupe consultatif de l'étude sur le lac Memphrémagog formé de 12 membres locaux. Pour compléter l'étude et formuler des recommandations, une revue de littérature, un sondage de réseautage et un atelier binational de science et politiques ont été réalisés et les rapports correspondants ont été produits.

La conclusion de cette étude est claire : il est impératif de prendre des mesures rapides et décisives pour réduire la charge en éléments nutritifs sur l'ensemble du bassin versant afin de réduire les concentrations en éléments nutritifs ainsi que la fréquence et la gravité des proliférations d'algues nuisibles (PAN) dans le lac Memphrémagog. Bien que de nombreux efforts soient en cours au Québec et au Vermont pour atteindre cet objectif, l'analyse de la science et des politiques ainsi que les résultats du sondage de réseautage présentés dans ce rapport révèlent des lacunes et des opportunités pour des actions ainsi que des programmes supplémentaires. De plus, en raison des effets des changements climatiques et de l'état actuel du bassin versant, il est urgent d'agir immédiatement et de façon binationale pour compenser les futurs impacts, empêcher une dégradation supplémentaire et progresser vers l'amélioration de la qualité de l'eau du lac.

Sommaire des préoccupations sur la qualité de l'eau et des programmes actuels

Le lac Memphrémagog couvre une superficie de 97 km², dont les trois quarts se trouvent au Québec et un quart au Vermont. Le lac Memphrémagog est une source d'eau potable pour environ 175 000 Canadiens et Canadiennes et sert à diverses activités humaines, dont la baignade, la navigation de plaisance et la pêche, qui attirent un grand nombre de touristes et de résidents. Ces utilisations sont limitées par les niveaux élevés de nutriments dans le lac et les proliférations de cyanobactéries qui en résultent, dont 156 ont été signalées entre 2006 et 2018.

Bien qu'il soit difficile de mesurer les autres impacts de la charge en éléments nutritifs sur le lac Memphrémagog, ils peuvent avoir plusieurs effets, tels que la diminution de la biodiversité et des changements dans les espèces; l'augmentation de la biomasse végétale et animale; l'augmentation de la turbidité de l'eau et de la matière organique entraînant une importante sédimentation; et le développement de conditions anoxiques. Ces effets peuvent nuire à la santé humaine et à

l'économie locale, notamment en affectant à la qualité ou le traitement de l'eau potable, la valeur esthétique et récréative du lac; la navigation; et la présence d'espèces de poissons d'intérêt sportif.

Les concentrations de phosphore et la qualité de l'eau du lac Memphrémagog varie selon sa géographie. Le lac est considéré comme oligo-mésotrophe selon les concentrations de phosphore total. Les concentrations de chlorophylle-*a* suggèrent que le lac est mésotrophe dans la moitié sud du lac et oligo-mésotrophe dans la moitié nord du lac, signifiant que les niveaux de nutriments sont modérés au sud du lac et diminuent dans la portion nord du lac. Les baies Fitch et South sont des sections isolées et distinctes du lac et sont considérées comme eutrophes avec de fortes concentrations de nutriments et des proliférations fréquentes de cyanobactéries. Les niveaux de phosphore mesurés au Vermont ont atteint en moyenne 18 µg/L, dépassant la norme de qualité de l'eau de 14 µg/L. Les indicateurs de la qualité de l'eau suggèrent que les niveaux de nutriments dans le lac sont stables depuis les 20 dernières années, mais on prévoit que les changements climatiques augmenteront la charge en nutriments et la prolifération d'algues dans les lacs de la région. Il y a donc un besoin immédiat d'élaborer des solutions binationales pour contrôler la charge en nutriments afin de réduire les proliférations actuelles de cyanobactéries et de se préparer aux changements climatiques dans le bassin versant du lac Memphrémagog qui couvre une superficie de 1 779 km², dont 71 % se trouvent au Vermont et 29 % au Québec.

Au Québec, plusieurs intervenants travaillent à réduire la charge en nutriments dans le lac Memphrémagog. Le gouvernement du Québec est le principalement responsable de la gestion des ressources en eau, mettant en œuvre une gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant et reconnaissant le Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François (COGESAF) pour la mise en œuvre d'un plan d'action dans la zone de gestion intégrée de l'eau Saint-François, qui inclut le bassin versant du lac Memphrémagog. La Municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog est responsable de l'établissement des lignes directrices pour la gestion du territoire. Les municipalités ont un rôle important à jouer, en réglementant l'aménagement du territoire et les activités par des permis et des règlements et en adoptant des mesures non réglementaires et des projets sur le terrain. Plusieurs initiatives et projets sur le terrain sont également pris en charge par des organismes à but non lucratif, comme le Memphrémagog Conservation inc. (MCI).

Au Vermont, les efforts de réduction des apports de nutriments sont supportés par un partenariat entre les agences d'État et du fédéral, les organisations locales et les propriétaires fonciers. Ce travail est guidé par un bilan de phosphore pour le lac, nommé la charge quotidienne maximale totale (TMDL), qui établit à 29% la cible de réduction des charges de phosphore pour les portions du Vermont du bassin versant. Les stratégies pour atteindre cet objectif sont décrites dans un plan stratégique de bassin versant qui sera mis à jour aux cinq ans et qui suivra les progrès vers cet objectif de réduction de phosphore. Les règlements de l'État et le financement pour supporter les efforts de réduction de phosphore pour chaque secteurs sources ont été inclus dans la *Act 64* (2015) et la *Act 76* (2019). Les organisations locales ont développé des partenariats afin de guider ces efforts, incluant un programme collaboratif sur les eaux pluviales du Memphrémagog et un programme de partenariat de conservation régional ciblant les terres agricoles.

L'analyse scientifique et politique présentée au chapitre 4 a conclu que la réduction des charges en nutriments au lac Memphrémagog exigera une planification minutieuse et une bonne compréhension de l'état actuel de la qualité de l'eau, des secteurs préoccupants et des objectifs de réduction. De plus, même si de nombreux efforts et projets sont en cours pour mettre en œuvre des pratiques de gestion optimales (PGO) pour réduire les apports en nutriments, l'adoption généralisée des PGO, la surveillance et l'investissement dans les projets pour améliorer la qualité de l'eau devront être renforcés afin de réduire ces apports. Le Comité directeur Québec-Vermont est un groupe de leadership établi pour le bassin versant du lac Memphrémagog qui offre un forum binational pour la présentation de documents et d'analyses approfondies, ainsi que pour la collaboration environnementale dans le bassin versant.

Les recommandations pour une approche binationale visant à réduire les apports en nutriments causant la prolifération des cyanobactéries dans le lac Memphrémagog sont les suivantes :

1. Établir des objectifs de réduction des charges en nutriments dans le bassin versant au moyen d'un modèle binational de bassin versant;
2. Adopter et développer des solutions pratiques pour réduire la charge en nutriments par type d'utilisation du sol par la mise en place de PGO, la surveillance et l'investissement dans des projets d'amélioration de qualité de l'eau :
 - 2.1. Agriculture – Adopter de façon généralisée des PGO en terres agricoles supportés par des ressources pour leur mise en œuvre et des fournisseurs de services directs;
 - 2.2. Terres aménagées – Adopter des PGO et des règlements relatifs aux eaux pluviales pour les nouveaux projets de développement et accroître la mise en œuvre de projets d'amélioration des infrastructures existantes d'eaux pluviales;
 - 2.3. Terres naturelles – Déterminer les secteurs prioritaires pour la conservation qui assurent les services écologiques essentiels fournis par les milieux naturels du bassin versant et mettre en œuvre des programmes et offrir des incitatifs pour conserver et restaurer ces milieux;
 - 2.4. Afin d'appuyer toutes les solutions pratiques pour tous les types d'utilisation du sol, il est en outre recommandé d'intégrer les éléments suivants à chaque recommandation :
 - a) Intégrer les impacts des changements climatiques dans toutes les décisions afin de s'assurer que les objectifs de charges en nutriments sont atteints, que les investissements dans les PGO sont garantis à long terme et que les ressources limitées sont utilisées efficacement;
 - b) Procéder à une analyse de l'application actuelle de la réglementation afin de déterminer s'il y a des lacunes dans les domaines d'application et d'élaborer un plan pour combler ces lacunes et cerner les possibilités d'amélioration;
 - c) Afin d'appliquer la réglementation, il est recommandé que les organismes d'État et provinciaux et ceux investis de pouvoirs d'application de la loi disposent de ressources accrues et ciblent plus efficacement les systèmes d'application pour atteindre cet objectif;

- d) Axer les initiatives de financement provenant de sources étatiques, provinciales et fédérales sur l'atteinte des objectifs binationaux élaborés à partir des présentes recommandations;
 - e) Intégrer l'éducation et la sensibilisation à tous les projets afin d'assurer la mise en œuvre d'un plus grand nombre de PGO, ainsi qu'une participation accrue aux projets à l'échelle locale, provinciale/étatique et fédérale.
3. Renforcer la coopération par l'entremise du Comité directeur Québec-Vermont pour mettre en œuvre une stratégie à long terme.

Ces recommandations sont décrites plus en détail au chapitre 6.

Table des matières

Sommaire.....	iii
Liste des figures	xi
Liste des tableaux.....	xii
Liste des acronymes	xiii
Chapitre 1 Introduction	1
1.1. Contexte du projet.....	1
1.2. Approche de l'étude.....	2
Sommaire du chapitre 2 Aperçu du bassin versant du lac Memphrémagog	5
Chapitre 2 Description du lac Memphrémagog et de son bassin versant.....	9
2.1. Aperçu du bassin versant du lac Memphrémagog	9
2.1.1. Emplacement et superficie du bassin versant.....	9
2.1.2. Hydrologie et géomorphologie	11
2.1.3. Topographie, géographie et sol	12
2.1.4. Climat.....	13
2.1.5. Impacts des changements climatiques	14
2.1.6. Frontières administratives, population et données démographiques	15
2.1.7. Usages du lac	18
2.1.8. Utilisation des terres	19
2.1.9. Aires protégées	22
2.2. Données de qualité de l'eau : le lac Memphrémagog et ses tributaires	22
2.2.1. Données sur la qualité de l'eau des tributaires	22
2.2.1.1. Données sur la qualité de l'eau des tributaires du Québec.....	22
2.2.1.2. Données sur la qualité de l'eau des tributaires du Vermont.....	23
2.2.2. Données de qualité de l'eau du lac Memphrémagog	25
2.2.2.1. Données de qualité de l'eau du lac Memphrémagog : sites d'échantillonnage au Québec	27
2.2.2.2. Données de qualité de l'eau du lac Memphrémagog : sites d'échantillonnage au Vermont.....	35
2.3. Sources de nutriments	38
2.3.1. Sources agricoles — estimations de la TMDL.....	40
2.3.2. Terrains aménagés — estimations de la TMDL.....	41

2.3.3.	Sources ponctuelles — estimations de la TMDL	41
2.3.4.	Sources récréatives - estimations de la TMDL.....	42
2.3.5.	Autres — Estimations de la TMDL	43
2.4.	Effets des nutriments sur l'écosystème du lac Memphrémagog	43
2.4.1.	Proliférations de cyanobactéries	44
2.4.2.	Hypoxie	45
2.4.3.	Effets sur la faune et la flore aquatiques	46
2.4.4.	Répercussions sur la santé humaine et impacts socio-économiques	47
Annexe 2-1 Bathymétrie du lac Memphrémagog.....		51
Annexe 2-2 Côté canadien du bassin versant du lac Memphrémagog : pentes abruptes et zones d'élévation supérieures à 350 m		53
Annexe 2-3 Carte de l'utilisation des terres du bassin versant du lac Memphrémagog		55
Annexe 2-4 Aires protégées dans le bassin versant du lac Memphrémagog, Canada et États-Unis		57
Annexe 2-5 Observations signalées de cyanobactéries dans le lac Memphrémagog, au Canada et aux États-Unis.....		59
Annexe 2-6 Concentrations d'oxygène dissous à 8 stations du lac Memphrémagog entre 2014 et 2016.....		63
Sommaire du chapitre 3 Examen des efforts de gestion existants		72
Chapitre 3 Examen des efforts de gestion existants.....		77
3.1.	Description des principaux intervenants du bassin versant.....	77
3.1.1.	Description des principaux intervenants du bassin versant au Canada.....	77
3.1.1.1.	Gouvernement fédéral.....	77
3.1.1.2.	Gouvernement provincial.....	78
3.1.1.3.	Municipalités	78
3.1.1.4.	Organisations non gouvernementales	79
3.1.1.5.	Secteur privé.....	80
3.1.2.	Description des principaux intervenants du bassin versant aux États-Unis.....	81
3.1.2.1.	Gouvernement fédéral.....	81
3.1.2.2.	Gouvernement de l'État	81
3.1.2.3.	Municipalités	82
3.1.2.4.	Organisations non gouvernementales	82
3.1.2.5.	Secteur privé.....	82
3.1.3.	Comité directeur Québec-Vermont.....	83
3.2.	Inventaire des efforts de gestion des nutriments.....	83
3.2.1.	Inventaire des efforts canadiens de gestion des nutriments	83
3.2.1.1.	Politiques, lois et règlements en matière de protection de la qualité de l'eau..	83

3.2.1.2.	Échantillonnage et recherche.....	95
3.2.1.3.	Outils d'aide à la prise de décisions.....	100
3.2.1.4.	Mise en œuvre actuelle des pratiques de gestion optimales (PGO) dans le bassin versant	103
	a) Multisectoriel	103
	b) Secteur agricole	103
	c) Terres aménagées	105
	d) Sources ponctuelles	107
	e) Terres naturelles	108
	f) Secteur du tourisme récréatif	111
3.2.1.5.	Mise en œuvre de mesures de restauration dans le lac et ses tributaires	112
3.2.2.	Inventaire des efforts américains en matière de gestion des nutriments.....	113
3.2.2.1.	Politiques, lois et règlements des États-Unis en matière de protection de la qualité de l'eau.....	113
3.2.2.2.	Charge quotidienne maximale totale (Total Maximum Daily Load – TMDL) en phosphore dans le lac Memphrémagog	116
3.2.2.3.	Surveillance et recherche	121
3.2.2.4.	Outils d'aide à la prise de décisions.....	124
3.2.2.5.	Mise en œuvre actuelle des pratiques de gestion optimales (PGO) dans le bassin versant aux États-Unis	126
	a) Secteur agricole	126
	b) Terres aménagées	130
	c) Terres naturelles	134
	d) Sources ponctuelles : stations d'épuration des eaux usées	137
	e) Secteur du tourisme récréatif	137
3.2.3.	Inventaire des efforts binationaux de gestion des nutriments	138
Annexe 3-1 Liste des intervenants canadiens.....		140
Annexe 3-2 Liste des intervenants américains		145
Annexe 3-3 Sites d'échantillonnage surveillés depuis 2006 dans les tributaires de la partie québécoise du bassin versant.....		150
Sommaire du chapitre 4 Analyse de la science et des politiques.....		152
Chapitre 4 Analyse de la science et des politiques		161
4.1.	Analyse de la science et des politiques au Canada	161
4.1.1.	Analyse de la science canadienne	162
4.1.2.	Analyse des politiques canadiennes.....	164

4.2. Analyse des politiques et de la science aux États-Unis.....	176
4.2.1. Analyse de la science aux États-Unis	177
4.2.2. Analyse des politiques aux États-Unis.....	178
4.3. Analyse de la science et des politiques au Québec et au Vermont.....	189
4.3.1. Québec et Vermont : Analyse de la science	190
4.3.2. Québec et Vermont : Analyse des politiques	192
Chapitre 5 Suggestions des parties prenantes de pratiques de gestion optimales et d'initiatives	194
5.1. Initiatives canadiennes.....	195
5.1.1. Secteur agricole	195
5.1.2. Terrains aménagés	196
5.1.3. Terres naturelles.....	197
5.1.4. Sources ponctuelles.....	197
5.1.5. Secteur du tourisme récréatif.....	198
5.1.6. Surveillance de la qualité de l'eau	198
5.1.7. Suggestions générales	199
5.2 Initiatives des États-Unis.....	199
5.2.1. Secteur agricole	199
5.2.2. Terres aménagées.....	201
5.2.3. Terres naturelles.....	203
5.2.4. Sources ponctuelles.....	204
5.2.5. Secteur du tourisme récréatif.....	205
Chapitre 6 Recommandations pour une approche binationale	207
Liste des références	218
Bibliographie	230

Liste des figures

Figure S2- 1: Bassin versant du lac Memphrémagog	5
Figure S2-2 : Utilisation des terres au Vermont et au Québec en km ² et pourcentage de la superficie du bassin versant	6
Figure S2-3 Estimation de la charge de phosphore par type d'utilisation du sol dans le lac Memphrémagog en tonne métrique par année et en pourcentage de charge.....	8
Figure S2-4 Fleur d'eau de cyanobactéries dans le lac Memphrémagog.....	8
Figure 2-1. Bassin versant du lac Memphrémagog	10
Figure 2-2. Niveaux d'eau du lac Memphrémagog	11
Figure 2-3. Utilisation des terres au Québec et au Vermont en km ² et pourcentage de couverture terrestre du bassin versant	20
Figure 2-4. Médianes des concentrations de phosphore total entre 2005 et 2018 pour les tributaires de la partie québécoise du bassin versant.	23
Figure 2-5. Médianes de concentration du phosphore total de 2005 à 2016 pour les tributaires de la partie du bassin versant du Vermont. Les zones où les concentrations moyennes de phosphore sont élevées sont également indiquées, car il s'agit de zones cibles pour les efforts d'amélioration de la qualité de l'eau au Vermont.	24
Figure 2-6. Emplacement des sites de surveillance de la qualité de l'eau dans le lac Memphrémagog	26
Figure 2-7. Diagramme de l'état trophique des lacs, utilisé par le MELCC	28
Figure 2-8. Concentrations annuelles moyennes de PT pour les périodes de 1999-2018 (9 stations, graphique du haut) et de 2002-2018 (10 stations, graphique du bas).	32
Figure 2-9. Concentrations annuelles moyennes de chlorophylle-a pour les périodes de 1999-2018 (9 stations, graphique du haut) et de 2002-2018 (10 stations, graphique du bas).....	35
Figure 2-10. Station de surveillance Memph 03 : Carte de pointage du lac Memphrémagog — Tendances et état de la situation avec données de 1985 à 2018.....	36
Figure 2-11. Station de surveillance de South Bay : Carte de pointage de South Bay — Tendances et état de la situation avec données de 2005 à 2018.....	37
Figure 2-12. Estimation de la charge de phosphore par type d'utilisation du sol dans le lac Memphrémagog en tonnes métriques par année et en pourcentage de charge	39
Figure 3-1 Sites d'échantillonnage surveillés depuis 2006 dans les tributaires de la partie québécoise du bassin versant.....	151

Liste des tableaux

Tableau 2-1. Municipalités du Vermont du bassin versant du lac Memphrémagog	15
Tableau 2-2. Municipalités canadiennes dans le bassin versant du lac Memphrémagog	16
Tableau 2-3. Concentrations moyennes de phosphore total et état trophique aux stations du lac Memphrémagog	29
Tableau 2-4. Concentrations moyennes de chlorophylle-a et état trophique aux stations du lac Memphrémagog.	30
Tableau 2-5. Résultats des tests de tendance de Mann-Kendall sur les concentrations annuelles moyennes de PT aux stations du lac Memphrémagog.	31
Tableau 2-6. Résultats des tests de tendance de Mann-Kendall sur les concentrations annuelles moyennes de chlorophylle-a aux stations du lac Memphrémagog.	33
Tableau 2-7. Estimation de la charge de phosphore par type d'utilisation du sol dans le lac Memphrémagog en tonnes métriques par année et en pourcentage de charge.....	40
Tableau 2-8 Estimations des charges annuelles de phosphore pour chaque ITEU	42
Tableau 3-1 Pourcentage de réduction par utilisation du sol.....	118

Liste des acronymes

ACA	Appalachian Corridor Appalachien
AMFE	Agence de mise en valeur de la forêt privée de l'Estrie
AMC	Affaires mondiales Canada
AMP	<i>Acceptable Management Practices for forestry (VT)</i> / Pratiques de gestion acceptable en foresterie (VT)
APLS	Association des propriétaires du lac des Sitelles
ARDBLM	Association pour la revitalisation du delta et des Baies du lac Memphrémagog
CAEE	Club agroenvironnemental de l'Estrie
CCAE	Clubs-conseils en agroenvironnement
Chl- <i>a</i>	Chlorophylle- <i>a</i>
CMI	Commission mixte internationale
COGL	Commission des pêches des Grands Lacs
COGESAF	Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François
CWA	<i>Clean Water Act (US)</i> / Loi sur la qualité de l'eau (É-U)
CWSRF	<i>Clean Water State Revolving Fund (VT)</i> / Fonds renouvelable de l'État pour la qualité de l'eau (VT)
CWSP	<i>Clean Water Service Provider (VT)</i> / Fournisseur de service pour la qualité de l'eau (VT)
DOS	<i>United States Department of State</i> / Département d'État des États-Unis
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
EPA	<i>United States Environment Protection Agency</i> / Agence de la protection de l'environnement des États-Unis
EQIP	<i>Environmental Quality Incentives Program (US)</i> / Programme d'incitatifs pour la qualité de l'environnement (É-U)
FAP	<i>Farm Agronomics Program (VT)</i> / Programme d'agronomie (VT)
FFQ	Fondation de la Faune du Québec
FMM	Fondation Marécages Memphrémagog
FRFCE	Fiducie de recherche sur la forêt des Cantons-de-l'Est
GCEM	Groupe consultatif de l'étude sur le Memphrémagog
IRDA	Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
LAMRAC	Association du Marais-de-la Rivière-aux-Cerises
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
MAMOT	Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire
MAMH	Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MCI	Memphrémagog Conservation inc.
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

MFFP	Ministère des Forêts, Faune et Parcs
MRC	Municipalité régionale de comté
MRGP	<i>Municipal Roads General Permit (VT)</i> / Permis général de la voirie municipale (VT)
mT/an	Tonne métrique par année
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
MTQ	Ministère des Transports du Québec
MWA	<i>Memphremagog Watershed Association</i> / Association du bassin versant du lac Memphrémagog
NEWSVT	New England Waste Services of Vermont Inc.
NMP	<i>Nutrient Management Plan</i> / Plan de gestion des nutriments
NPDES	National Pollutant Discharge Elimination System Permit (US) / Permis national de système d'élimination des rejets de polluants
NRCD	<i>Natural Resources Conservation District</i> / District de conservation des ressources naturelles
NRCS	<i>Natural Resources Conservation Service</i> / Service de conservation des ressources naturelles
NVDA	<i>Northeastern Vermont Development Association</i> / Association de développement du nord-est du Vermont
NWSC	<i>NorthWoods Stewardship Center</i>
OBV	<i>Organisme de bassin versant</i> / Watershed organization
OCNRCD	<i>Orleans County Natural Resources Conservation District</i> / District de conservation des ressources naturelles du comté d'Orleans
OER	Objectifs environnementaux de rejets
PAA	Plan d'accompagnement agroenvironnemental
PAN	Prolifération d'algues nuisibles
PDE	Plan directeur de l'eau
PGO	Pratique de gestion optimale
PRMHH	Plan régional des milieux humides et hydriques
PT	Phosphore total
RAPPEL	Regroupement des Associations pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des bassins versants
RAPs	<i>Required Agricultural Practices (VT)</i> / Pratiques agricoles requises (VT)
RCPP	<i>Regional Conservation Partnership Program</i> / Programme de partenariat pour la conservation régional
REA	Règlement sur les exploitations agricoles
REI	<i>Road erosion inventory</i> / Inventaire de l'érosion des routes
RSVL	Réseau de surveillance volontaire des lacs
SAD	Schéma d'aménagement et de développement
SCLL	Société de Conservation du lac Lovering

SEPAQ	Société des établissements de plein air du Québec
SGA	<i>Stream Geomorphic Assessment (VT)</i> / Évaluation géomorphologique de cours d'eau (VT)
SQE	Stratégie québécoise de l'eau
SWC	<i>Memphremagog Stormwater Collaborative</i> / Collectif sur les eaux pluviales de Memphrémagog
TBP	<i>Tactical Basin Plan (VT)</i> / Plan stratégique de bassin versant (VT)
TMDL	<i>Total Maximum Daily Load (US)</i> / Charge quotidienne maximale totale
UPA	Union des producteurs agricoles
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i> / Département de l'agriculture des États-Unis
USGS	<i>United States Geological Survey</i> / Commission géologique des États-Unis
UQAM	Université du Québec à Montréal
VAAFM	<i>Vermont Agency of Agriculture, Food, & Markets</i> / Agence de l'agriculture, de l'alimentation et des marchés du Vermont
VANR	<i>Vermont Agency of Natural Resources</i> / Agence des ressources naturelles du Vermont
VDEC	<i>Vermont Department of Environmental Conservation</i> / Département de la conservation environnementale du Vermont
VDH	<i>Vermont Department of Health</i> / Département de la santé du Vermont
VFPR	<i>Vermont Department of Forest, Parks, and Recreation</i> / Département des forêts, des parcs et des loisirs du Vermont
VFWD	<i>Vermont of Fish and Wildlife Department</i> / Département du poisson et de la faune du Vermont
VLMP	<i>Vermont Lay Monitoring Program</i> / Programme d'échantillonnage citoyen du Vermont
VLT	Vermont Land Trust
VTrans	<i>Vermont Agency of Transportation</i> / Agence des transports du Vermont
WCA	Watersheds Consulting Associates

Chapitre 1

Introduction

1.1. Contexte du projet

La Commission mixte internationale (CMI) est une organisation internationale guidée par le Traité des eaux limitrophes signé par le Canada et les États-Unis en 1909. Le traité énonce des principes généraux afin de prévenir et de résoudre les différends au sujet de l'utilisation des eaux que se partagent les deux pays et de régler d'autres problèmes transfrontaliers. La CMI étudie et recommande des solutions aux problèmes transfrontaliers lorsque les gouvernements nationaux la lui demandent. Lorsque la CMI reçoit une demande du gouvernement, appelée renvoi, elle nomme un conseil composé d'un nombre égal d'experts de chaque pays (CMI, 2018).

Le 19 octobre 2017, la CMI a reçu un renvoi d'Affaires mondiales Canada (AMC) et du Département d'État des États-Unis concernant la qualité de l'eau des lacs « Champlain et Memphrémagog ». Le renvoi demandait à la CMI de cerner l'éventail des problèmes de charge en éléments nutritifs préoccupants dans le bassin du lac Memphrémagog et de formuler des recommandations sur la façon dont les efforts actuels peuvent être renforcés (Affaires mondiales Canada, 2017; Département d'État des États-Unis, 2017). Il convient de noter que des préoccupations concernant l'impact environnemental du site d'enfouissement de New England Waste Services of Vermont Inc. (NEWSVT) à Coventry ont été soulevées par le public au cours de l'étude. Comme pour les autres industries, la charge de phosphore provenant du site d'enfouissement est représentée dans les estimations de charge présentées dans le rapport. Comme le renvoi se concentre uniquement sur les apports en éléments nutritifs, une analyse plus globale du site d'enfouissement et de ses autres impacts sur le lac Memphrémagog est en dehors de la portée de ce renvoi.

Le 19 février 2018, la CMI a élaboré un plan de travail initial pour la partie du renvoi portant sur le lac Memphrémagog. Peu après, la CMI a passé un contrat avec les organismes de bassin Memphrémagog Conservation inc. (MCI) de Magog (Québec) et la Memphremagog Watershed Association (MWA) de Newport (Vermont) afin d'examiner les mesures et les

programmes actuels qui ciblent les niveaux élevés de nutriments et les proliférations d’algues, et afin d’aider la CMI à formuler des recommandations sur la façon de renforcer ces efforts.

Au départ, le MCI et la MWA devaient soumettre le rapport final à la CMI le 19 juillet 2019 afin qu’il soit publié par la CMI le 19 octobre 2019. Toutefois, en raison de la fermeture du gouvernement des États-Unis à compter de décembre 2018 et jusqu’en janvier 2019, le projet a été retardé. Le 1^{er} mars 2019, la CMI a accordé à l’étude une prolongation de six mois, et le MCI et le MWA soumettront le rapport final à la CMI le 19 janvier 2020.

1.2. Approche de l’étude

Au début du projet, les organismes de bassin ont travaillé en étroite collaboration avec la CMI pour établir le Groupe consultatif de l’étude sur le Memphrémagog (GCEM). Ce groupe s’est réuni et a fourni des commentaires et des conseils sur le rapport et le processus tout au long du projet. Les premiers membres du GCEM étaient les suivants :

Membres du GCEM du Canada	Membres du GCEM des États-Unis
Sébastien Bourget, Spécialiste de l’environnement, ministère de l’Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)	Ben Copans, Coordonnateur des bassins versants, Vermont Department of Environmental Conservation, Division de la gestion des bassins versants (VDEC)
Alain Gagnon, Conseiller en agroenvironnement et en qualité de l’eau, ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation du Québec (MAPAQ)	Frank Maloney, Planificateur, Northeastern Vermont Development Association (NVDA)
Julie Grenier, Coordonnatrice de projet, Conseil de gouvernance de l’eau des bassins versants de la rivière Saint-François (COGESAF)	Mark Mitchell, Spécialiste de l’environnement, Vermont Department of Environmental Conservation, Lakes and Ponds Program (VDEC)
Daniel Leblanc, Directeur régional, Estrie et Montérégie, ministère de l’Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)	Perry Thomas, Gestionnaire de programme, Vermont Department of Environmental Conservation, Lakes and Ponds Management and Protection Program (VDEC)
Alexandra Roy, Anciennement coordonnatrice de projet en développement durable, Municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog, puis directrice de bureau de circonscription et attachée politique, Comté d’Orford, Assemblée nationale du Québec	Beth Torpey, Professeure, Community College of Vermont, membre du conseil d’administration, Memphremagog Watershed Association (MWA)
Serge Villeneuve,	Bruce Urie, Directeur de l’intendance, Manager Vermont Land Trust (VLT)

Julie Grenier et Perry Thomas ont été élus coprésidents par le GCEM. En raison de changements de personnel et de disponibilité durant la période du projet, Alain Gagnon, Daniel Leblanc et Perry Thomas n'ont pu participer au projet jusqu'à la fin. En juin 2019, Mikael Guillou de la Direction des pratiques agroenvironnementales du MAPAQ et Nathalie Provost, directrice générale de l'analyse et de l'expertise du MELCC, se sont joints au GCEM. Peter Laflamme, directeur de la Division de la gestion des bassins versants du VDEC, a officiellement remplacé Perry Thomas en juillet 2019, et Ben Copans, du VDEC, a assumé le rôle de coprésident à ce moment.

Pour produire ce rapport, les organismes de bassin et le GCEM ont travaillé ensemble dans le but de :

1. Produire une analyse documentaire de la science, des politiques et des pratiques de gestion optimales dans le bassin versant afin de comprendre l'état actuel des apports de nutriments et de leurs impacts, ainsi que les efforts actuels pour réduire ces apports (chapitres 2 et 3).
2. Établir un réseau avec les parties prenantes principales en créant un sondage auprès des parties prenantes. Ce document a été envoyé aux experts principaux du bassin versant pour comprendre les opinions, les défis, les efforts actuels et les améliorations possibles en ce qui a trait à la charge en éléments nutritifs. Les résultats du sondage ont été compilés dans un [rapport de réseautage](#) distinct (en anglais seulement) et utilisés comme recherche primaire, dans l'analyse et dans l'élaboration de suggestions présentées dans le rapport sur le lac Memphrémagog.
3. Fournir une analyse des données scientifiques et des politiques actuelles concernant les apports en nutriments (chapitre 4).
4. Élaborer des suggestions par pays (chapitre 5) et des recommandations binationales (chapitre 6) pour renforcer les efforts actuels visant à réduire les apports en éléments nutritifs.

Le 20 septembre 2019, un atelier binational sur les sciences et les politiques a eu lieu à Newport, au Vermont, avec des experts des deux pays. Il a été demandé aux experts d'examiner certaines parties du rapport préliminaire avant l'atelier. Lors de l'atelier, les participants ont fourni des commentaires sur les recommandations préliminaires, ainsi que sur d'autres sections du rapport, au besoin. Cette rétroaction a été présentée dans un [rapport d'atelier](#) distinct (en anglais seulement) et intégrée au rapport final, qui a été mis en ligne en novembre 2019 pour une période de commentaires publics de 30 jours.

Douze commentaires du public ont été recueillis par les organismes de bassin par courriel pendant la période de commentaires du public. Les commentaires ont été révisés et discutés avec le GCEM en janvier 2020 afin de discuter s'ils allaient ou non être incorporés dans le rapport. Plusieurs commentaires ont été acceptés, mais ces commentaires et les réponses ne sont pas publiés dans le rapport pour des raisons de confidentialité. Les individus intéressés par la réponse à leur commentaire peuvent contacter les organismes de bassin. Le rapport a été envoyé en janvier 2020 à la CMI pour qu'elle l'examine et le révise sur une période de trois mois.

Sommaire du chapitre 2

Aperçu du bassin versant du lac Memphrémagog

Les eaux en amont du bassin versant du lac Memphrémagog proviennent des comtés de Caledonia, d'Essex et d'Orléans au nord-est du Vermont, aux États-Unis (figure 1). L'eau s'écoule vers le nord dans la région de l'Estrie, au Québec (Canada). Le lac Memphrémagog est un plan d'eau international et son bassin versant est un sous-bassin versant de la rivière Saint-François, qui se jette dans le fleuve Saint-Laurent, puis dans l'océan Atlantique.

Faits généraux au sujet du bassin versant

- Surface totale du bassin versant : 1 779 km²
 - 71 % du bassin versant est situé au Vermont (VT)
 - 29 % du bassin versant est situé au Québec (QC)
- Principaux tributaires :
 - Rivière Black (VT)
 - Rivière Clyde (VT)
 - Rivière Barton (VT)
 - Rivière Johns (VT)
 - Rivière Castle (QC)
 - Rivière-aux-Cerises (QC)
 - Ruisseau Fitch (QC)
- Le lac Memphrémagog est le plus grand lac du bassin versant et couvre une superficie d'environ 97 km². C'est aussi une source d'eau potable pour environ 175 000 Canadiens.

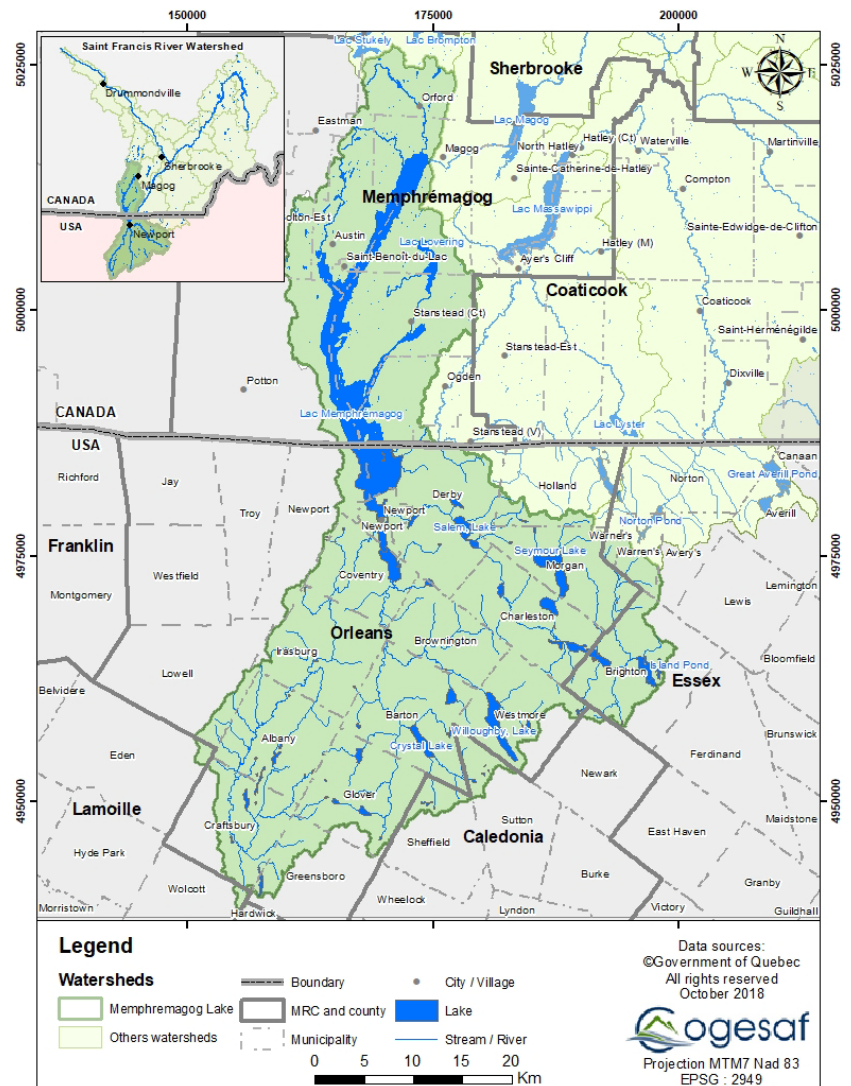


Figure S2- 1: Bassin versant du lac Memphrémagog

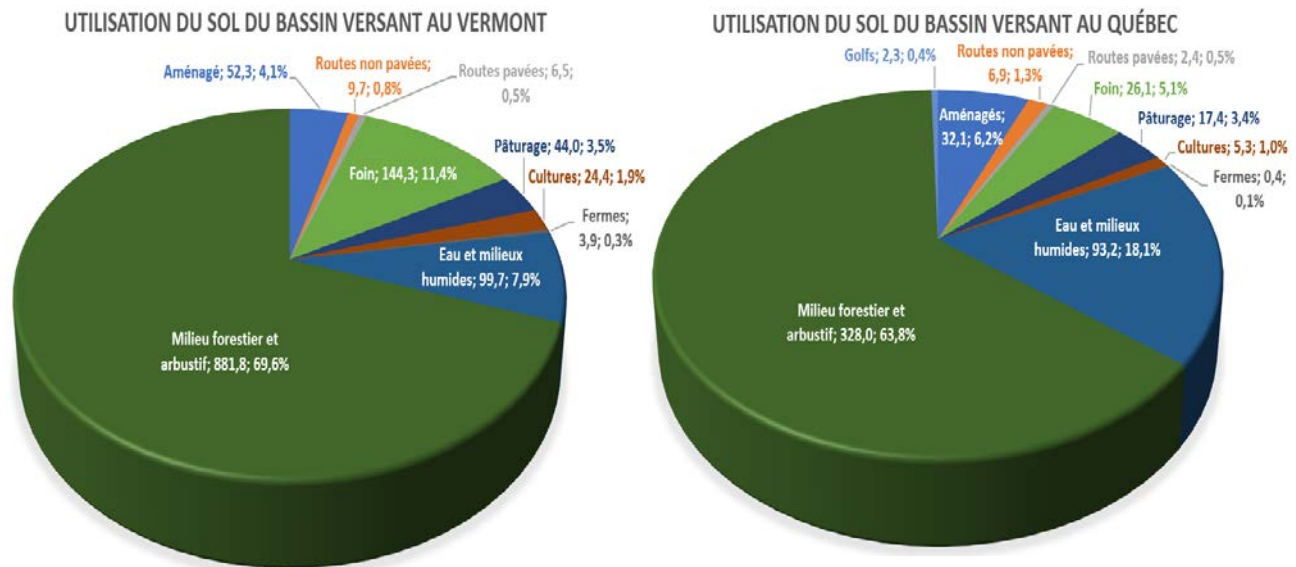
Activités dans le bassin versant

Le lac Memphrémagog et les lacs, étangs et tributaires du bassin versant servent à diverses activités humaines, dont la baignade, la navigation de plaisance et la pêche. La vaste gamme d'activités récréatives offertes attire chaque année un grand nombre de touristes et de résidents de la région, ce qui fait du lac un attrait touristique majeur des Cantons de l'Est au Québec et du nord-est du Vermont.

Utilisation des terres

La majeure partie de l'utilisation du sol du bassin versant du Memphrémagog, tant au Québec qu'au Vermont, est sous forme d'étendues naturelles, constituées notamment de forêts, de plans d'eau et de milieux humides (figure 2). Les terres naturelles représentent 78 % (982 km²) de la zone située au Vermont, alors que ce pourcentage est de 82 % (421 km²) au Québec. Au Vermont, une part importante des terres du bassin versant sert à l'agriculture, soit 17 % (217 km²), alors qu'au Québec, ce pourcentage s'élève à 10 % (49 km²). Les terres aménagées, y compris les routes pavées et non pavées, représentent 5 % (69 km²) de la zone vermontoise et 8 % (41 km²) sur le côté québécois.

Figure S2-2 : Utilisation des terres au Vermont et au Québec en km² et pourcentage de la superficie du bassin versant



Données sur la qualité de l'eau du lac Memphrémagog

Depuis le début des années 2000, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) du Québec surveille la qualité de l'eau du lac Memphrémagog à l'aide de 10 stations couvrant tous les secteurs du lac. Selon le tableau de classification de l'état trophique utilisé par le MELCC, le lac se situe globalement à un niveau oligo-mésotrophique, compte tenu de sa concentration de phosphore totale. Toutefois, selon l'indicateur de biomasse algale, reposant sur la concentration de chlorophylle-a, le lac se situe au niveau mésotrophique dans sa moitié sud et au niveau oligo-mésotrophique dans sa moitié nord. La baie Fitch, qui est une section isolée et distincte du lac, présente un état d'eutrophisation plus avancé. Sous réserve

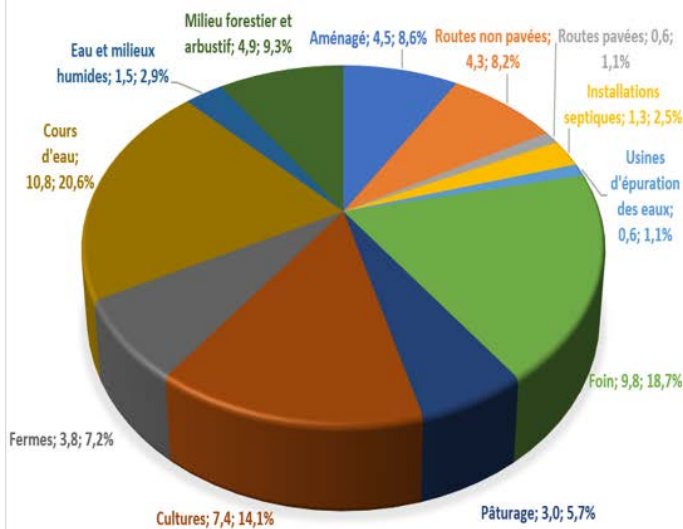
de l'incertitude quant à la représentativité des données historiques, la concentration de phosphore aurait été stable à la majorité des stations depuis le début du programme d'échantillonnage, bien que l'on constate une légère diminution lorsqu'on regroupe les données des stations. Par ailleurs, la concentration de chlorophylle s'est révélée stable à toutes les stations et pour l'ensemble du lac au cours de la même période. Les indicateurs de la qualité de l'eau révèlent que la situation du lac est stable depuis près de 20 ans. Les résultats du Québec et du Vermont sont cohérents à cet égard.

Le *Vermont Lay Monitoring Program* (programme d'échantillonnage citoyen du Vermont – VLMP) permet d'échantillonner les concentrations de phosphore totales dans le lac Memphrémagog depuis 1985, et celles-ci sont statistiquement stables depuis cette date. Les données de la carte de pointage 2018 du lac indiquent que le phosphore total dans le lac principal au Vermont pendant l'été 2018 était de 19,1 µg/L, et que le phosphore total dans South Bay au printemps 2018 était de 20,2 µg/L, puis de 22,6 µg/L durant l'été la même année. La norme pour le phosphore total dans un lac établie par le Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) est de 14 µg/L pour le lac principal et de 25 µg/L pour South Bay. Les normes de qualité de l'eau pour le lac principal et pour la South Bay au Vermont sont différentes selon les caractéristiques du segment du lac, y compris la profondeur et le mélange. Les données d'échantillonnage des tributaires du Vermont ont permis de déterminer plusieurs secteurs où les concentrations moyennes de phosphore sont élevées et qui font l'objet d'efforts d'amélioration de la qualité de l'eau. La moyenne des concentrations d'azote total provenant de plus de 980 échantillons de 2005 à 2018 pris dans le lac au Vermont était de 0,31 mg/L. Ces niveaux d'azote sont généralement considérés comme faibles.

Estimations des charges en phosphore du bassin versant du lac Memphrémagog

En raison des concentrations élevées de phosphore dans la partie américaine du lac principal, le VDEC a dû établir une charge quotidienne totale maximale (*Total Maximum Daily Load – TMDL*) de phosphore. Pour établir cette TMDL, le VDEC a utilisé un modèle d'exportation de l'utilisation du sol pour estimer les charges de phosphore, puis a recommandé des réductions dans la partie vermontoise du bassin versant pour atteindre ses objectifs de qualité de l'eau. La TMDL a été complétée par le VDEC et approuvée par la US Environmental Protection Agency en 2017. Bien que cette étude porte sur le Vermont, elle fournit une estimation des charges de phosphore dans les deux pays et constitue les meilleures données actuellement disponibles (VDEC, 2017d).

CHARGES EN PHOSPHORE DU BASSIN VERSANT AU VERMONT



CHARGES EN PHOSPHORE DU BASSIN VERSANT AU QUÉBEC

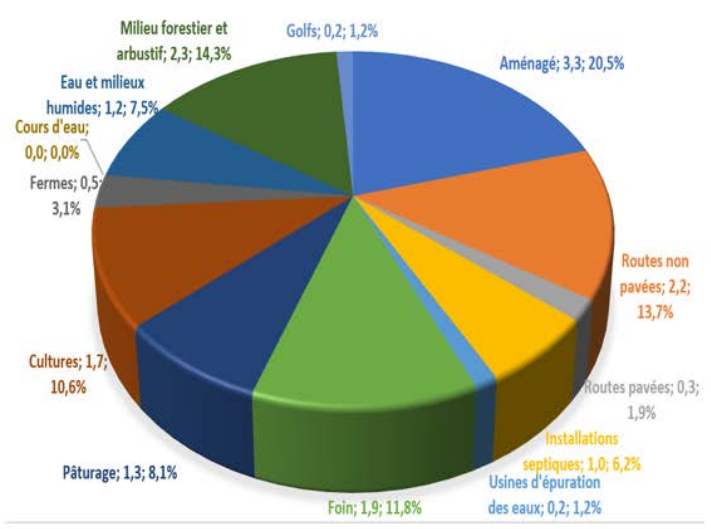


Figure S2-3 Estimation de la charge de phosphore par type d'utilisation du sol dans le lac Memphrémagog en tonne métrique par année et en pourcentage de charge

Impacts de l'apport en phosphore sur la qualité de l'eau

Les cyanobactéries, aussi appelées « algues bleu-vert », sont des procaryotes aquatiques qui, dans de bonnes conditions, peuvent former des fleurs d'eau, ce qui correspond au résultat d'une phase de prolifération massive, entraînant une apparition importante de la biomasse (figure 4). Certaines espèces sont capables de produire des composés toxiques appelés cyanotoxines. Le contact, l'ingestion ou l'inhalation de cyanobactéries peuvent être nocifs pour la santé humaine ou animale.

Entre 2006 et 2018, 145 fleurs d'eau de cyanobactéries ont été rapportées au MELCC par des citoyens, des organismes ou des municipalités du côté québécois du lac Memphrémagog. Entre 2006 et 2017, 11 observations de fleurs d'eau de cyanobactéries ont été effectuées par des surveillants bénévoles de cyanobactéries sur la portion vermontoise du lac Memphrémagog.

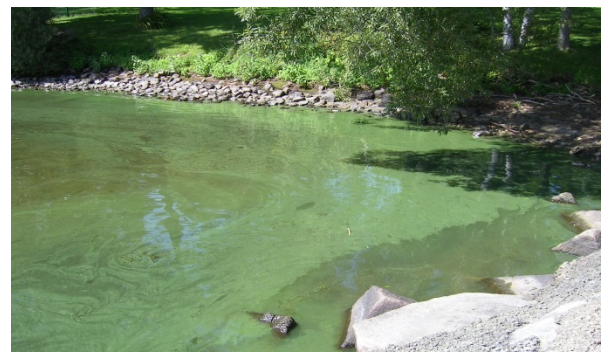


Figure S2-4 Fleur d'eau de cyanobactéries dans le lac Memphrémagog (source de la photo: MCI)

Autres répercussions possibles:

- Augmentation de la croissance des plantes aquatiques
- Augmentation des coûts de traitement de l'eau potable
- Diminution de la valeur esthétique et récréative du lac
- Disparition possible d'espèces de poissons d'intérêt sportif
- Diminution de la valeur des propriétés

Chapitre 2

Description du lac Memphrémagog et de son bassin versant

2.1. Aperçu du bassin versant du lac Memphrémagog

2.1.1. Emplacement et superficie du bassin versant

L'aire de drainage du bassin versant du lac Memphrémagog s'étend sur 1 779 kilomètres carrés (km²) (687 milles carrés [mi²]). 71 % du bassin versant se trouve au Vermont et 29 % au Québec (VDEC, 2017a). L'eau s'écoule des comtés de Caledonia, d'Essex et d'Orléans, situés au nord-est du Vermont, vers le nord jusqu'à la région de l'Estrie, au Québec. Le bassin versant est un sous-bassin du bassin versant de la rivière Saint-François qui se jette dans le fleuve Saint-Laurent (figure 2-1) puis dans l'océan Atlantique.

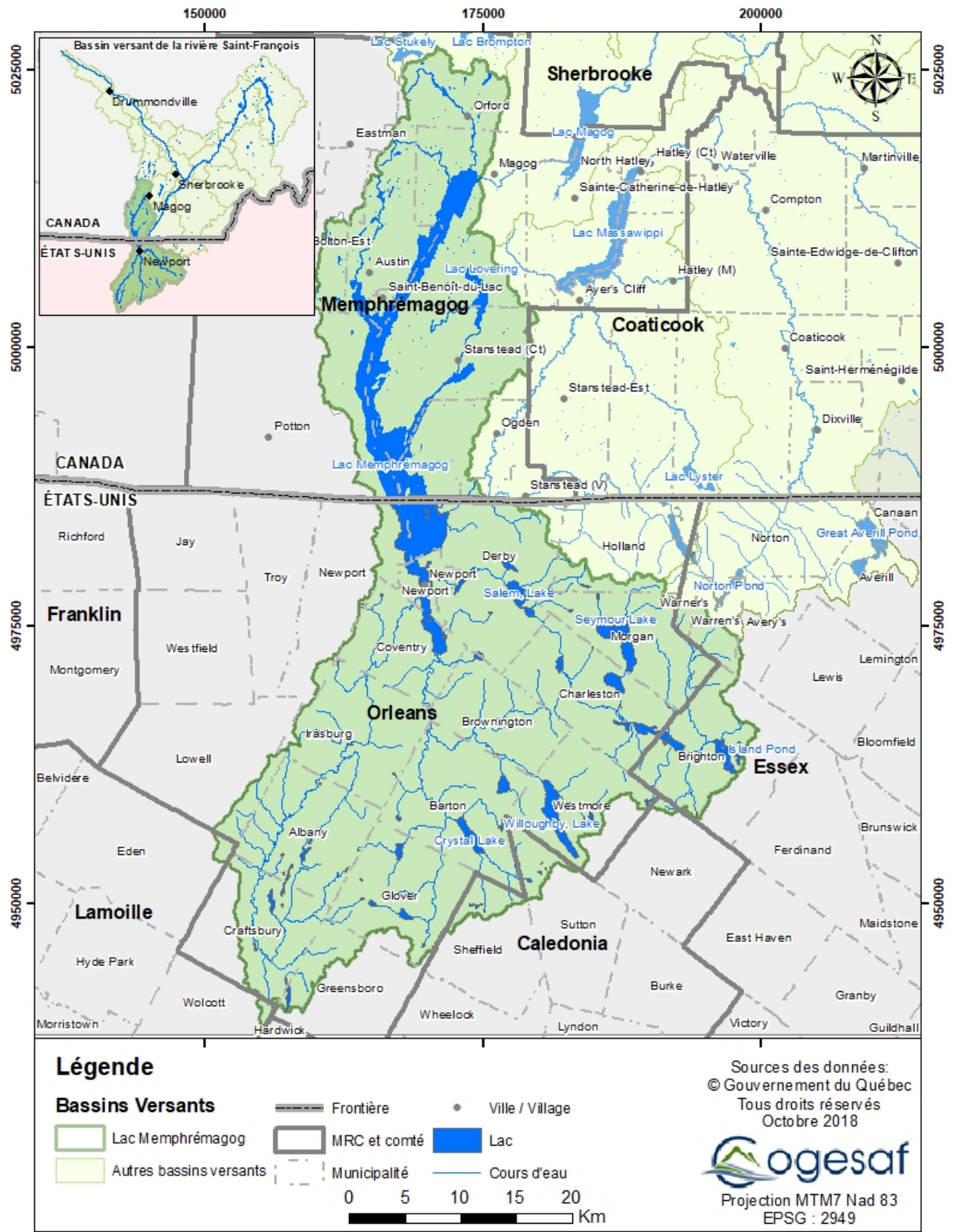


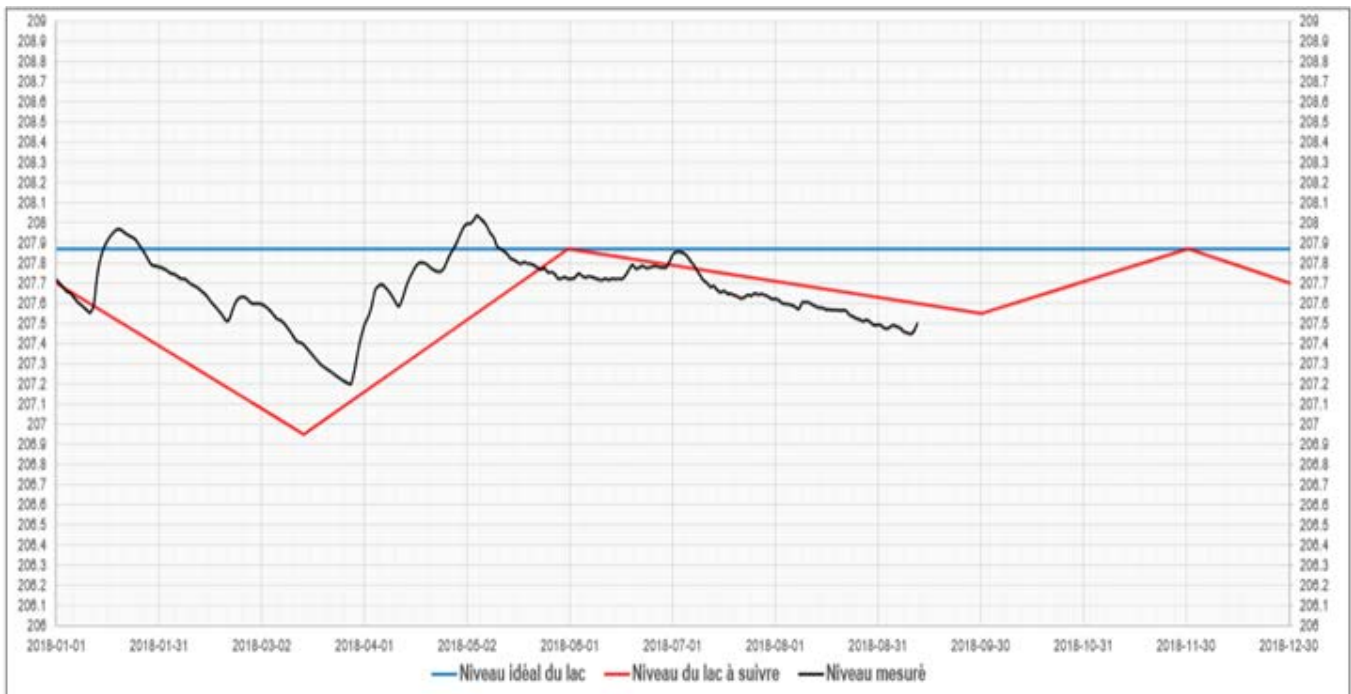
Figure 2-1. Bassin versant du lac Memphrémagog

2.1.2. Hydrologie et géomorphologie

Le plus grand lac du bassin versant, le lac Memphrémagog couvre une superficie d'environ 97 km² (37 mi²) avec rapport de surface lac/bassin versant de 18 (VDEC, 2017b). Le lac traverse la frontière canado-américaine, avec les trois quarts de la superficie du lac au Québec et un quart aux Vermont. L'eau du lac Memphrémagog s'écoule par la rivière Magog, au Québec. La profondeur moyenne du lac est de 20 m (65,5 pi), et la profondeur maximale est de 107 m (351,1 pi; VDEC, 2017b; voir annexe 2-1). Le temps de séjour moyen de l'eau dans le lac Memphrémagog de 2009 à 2012 était de 1,65 an (VDEC, 2017b).

Le niveau d'eau du lac Memphrémagog est influencé par le barrage Memphrémagog situé sur la rivière Magog, à Magog, au Québec. Afin de gérer les niveaux d'eau du lac, une entente internationale, qui établit les principes régissant le débit d'eau sortant du barrage (États-Unis, 2019), a été ratifiée en 1935. Les niveaux d'eau suivis par le US Geological Survey et Environnement et Changement Climatique Canada montrent que le lac est généralement maintenu entre 207 et 208 m (680 à 684 pi). La figure 2-2 montre le niveau cible du lac pour la Ville de Magog en rouge, le niveau réel du lac en 2018 en noir et le niveau cible supérieur en bleu.

Figure 2-2. Niveaux d'eau du lac Memphrémagog



Source : Magog, 2018a.

Trois grandes rivières se jettent dans le lac Memphrémagog, soit les rivières Clyde, Black et Barton, toutes situées dans le Vermont. La rivière John's, un plus petit tributaire qui suit la frontière entre le Québec et le Vermont, provient aussi du Vermont. Au Québec, les principaux tributaires sont le ruisseau Castle, la rivière aux Cerises et le ruisseau Fitch. Il y a d'autres lacs, étangs et plus d'une centaine de cours d'eau de différentes tailles dans le bassin versant, qui alimentent le lac Memphrémagog (MCI, 2011a).

Les débits des tributaires ont été estimés pour la charge quotidienne maximale totale (*Total Maximum Daily Load* – TMDL) en phosphore du lac Memphrémagog de 2017. La méthodologie complète de l'estimation des débits se trouve dans le document de modélisation du TMDL du lac Memphrémagog (VDEC, 2017b).

2.1.3. Topographie, géographie et sol

Le lac Memphrémagog s'est formé il y a environ 12 000 ans lorsque lors de la fonte et du retrait glaciaire vers le nord. Les formations terrestres actuelles, y compris de nombreux lacs et étangs, résultent de la dernière période glaciaire. Dans les hautes terres, on retrouve un till glaciaire et un substrat rocheux, lorsque dans les vallées, on retrouve des dépôts alluviaux et lacustres (Dyer *et al.*, 2011; Stewart & MacClintock, 1969).

Géographiquement, le bassin versant se trouve sur les formations de Waits River et de Giles Mountain. La plupart du substrat rocheux est du calcaire métamorphosé, de schiste et de phyllite avec des dépôts d'organismes marins. Ce substrat rocheux facilement érodé, riche en dépôts calcaires, offre des sols très fertiles qui ont été colonisés pour les forêts denses de feuillus du Nord. Les types de sol dans cette région sont en général très productifs et propices à l'agriculture. De plus, on y trouve d'importants dépôts de granite. En effet, près de 45 % du sous-bassin versant de Clyde River a un substrat rocheux granitique (Dyer et coll., 2008).

La géologie de surface de la partie québécoise du bassin versant est caractérisée par des sols formés de différents types de dépôts de till, parsemés de terrains rocheux au nord et à l'ouest du bassin versant, avec quelques sols organiques et autres types de sols autour du bassin versant (IRDA, 2008a; 2008b, 2008c, 2008d, 2008e, 2008f). La géologie de surface est similaire dans les hautes terres du bassin versant du côté du Vermont. Toutefois, d'importants dépôts sableux deltaïques et d'alluvions se retrouvent au Vermont, le long des rivières Black et Willoughby, dans la partie

supérieure des rivières Barton et Clyde, ainsi que dans les environs du lac Memphrémagog (Stewart & MacClintock, 1969).

Le lac Memphrémagog est à 208 m (682 pi) d'altitude (Dyer et *al.*, 2011). La partie du bassin versant du Vermont est relativement basse en altitude, le côté ouest étant bordé par la chaîne de montagnes Lowell s'élevant jusqu'à 773 m (2 535 pi) d'altitude. Au sud du bassin versant, la montagne Bald est le plus haut sommet avec 1 010 m (3 315 pi) d'altitude (Dyer et *al.*, 2008).

Selon le Cadre de référence écologique adopté par le gouvernement du Québec (MDDEFP, 2013), le bassin versant du lac Memphrémagog fait partie de la province naturelle des Appalaches. La partie ouest du bassin versant du Québec, incluse dans la région naturelle des Montagnes vertes, présente une topographie montagneuse et vallonnée avec des pentes de plus de 30 % autour des monts Orford, Giroux, Owl's Head, Elephant, Sugar Loaf et Hog's Back (annexe 2-2). Le plus haut sommet est le mont Orford avec 853 m (2 798 pi) d'altitude. La partie est du bassin versant du Québec, incluse dans la région naturelle du Plateau d'Estrie-Beauce, présente une topographie vallonnée, et la colline Bunker est le seul élément topographique majeur.

2.1.4. Climat

Le nord-est du Vermont et l'Estrie ont un climat variable avec des saisons distinctes. Les régimes climatiques se caractérisent par leur variabilité, de grandes amplitudes de températures quotidiennes et annuelles et des différences météorologiques importantes d'une saison à l'autre, selon l'année. Les températures quotidiennes et les chutes de neige dépendent de l'altitude et de la région, et les précipitations sont semblables dans toute la région. Les orages fréquents en été et les grosses tempêtes de neige en hiver sont courants. En moyenne, la région reçoit 101 centimètres (cm) (39,9 pouces [po]) de pluie annuelle et 256 cm (101 po) de neige annuelle. Les températures moyennes estivales élevées en juillet sont de 26 °C (79 degrés Fahrenheit [°F]), avec 12 °C (55 °F) pour les températures basses, inversement, les moyennes de mi-hiver en janvier sont de -4 °C (24 °F) pour les températures élevées, et en moyenne de -16 °C (3 °F) pour les basses (Vermont Weather, 2018).

2.1.5. Impacts des changements climatiques

On s'attend à ce que les changements climatiques continuent de modifier les régimes de précipitations et d'augmenter les températures moyennes au Vermont et au Québec. Une augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes de pluie au Vermont et au Québec a déjà été observée (EPA, 2016; Ouranos, 2015). Les précipitations moyennes pour l'État du Vermont ont augmenté de 2,5 cm (1 po) par décennie entre 1941 et 2014 (Galford et *al.*, 2014). De même, les précipitations moyennes pour le sud du Québec ont augmenté de 2,5 cm (1 po) par décennie entre 1960 et 2013 (MDDELCC, 2015a). L'augmentation des précipitations s'est produite principalement au printemps et à l'automne, tandis que les précipitations de neige ont diminué chaque année (Mekis et Vincent, 2011). Selon l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional, les crues estivales et automnales vont probablement continuer à augmenter à l'horizon 2050 (gouvernement du Québec, 2018a).

Les températures moyennes au Vermont ont augmenté de 1,5 °C (2,7 °F) entre 1941 et 2014, dont 0,2 °C (0,4 °F) entre 2004 et 2014 seulement (Galford et coll., 2014). Les températures moyennes dans le sud du Québec ont également augmenté de 1,5 à 2,0 °C (de 2,0 à 3,6 °F) entre 1961 et 2010 (MELCC, 2019a). L'augmentation des températures moyennes entraîne des hivers plus doux et poursuivra probablement la tendance à convertir les chutes de neige hivernales en pluies hivernales (Ouranos, 2015).

Les changements climatiques doivent être pris en compte dans l'élaboration des plans de gestion et des recommandations visant à réduire la charge en éléments nutritifs dans le bassin versant du lac Memphrémagog. Une augmentation de l'intensité des tempêtes de pluie entraînera probablement une augmentation du débit des eaux pluviales, ce qui peut entraîner des inondations, l'instabilité des berges, le ruissellement et une augmentation de la pollution et de la charge en nutriments (Xia et *al.*, 2015). De plus, on prévoit des températures annuelles moyennes plus chaudes, ce qui pourrait entraîner un stress thermique accru sur les plans d'eau et ainsi affecter l'intensité et la durée des efflorescences algales (VDEC, 2017a). Les changements climatiques peuvent également prolonger la stratification thermique, ce qui pourrait entraîner une diminution de la concentration d'oxygène dissous dans l'eau de fond et une augmentation du phosphore rejeté par les sédiments (Xia et coll., 2015). C'est pourquoi il faut tenir compte de l'impact du changement climatique sur la charge future en éléments nutritifs et la prolifération d'algues.

2.1.6. Frontières administratives, population et données démographiques

Au Vermont, le bassin versant du lac Memphrémagog s'étend sur les comtés d'Essex et d'Orléans. Ces comtés sont des zones rurales désignées par le département de l'Agriculture des États-Unis (USDA, *United States Department of Agriculture*). Newport City, située à l'extrémité sud du lac Memphrémagog, est la plus grande ville du Vermont et la plus densément peuplée, avec une population de 4 589 habitants au moment du recensement américain de 2010 (Newport City, 2018). Au Vermont, les politiques municipales, étatiques et fédérales peuvent avoir une incidence sur la qualité de l'eau ou les règlements sur l'utilisation des terres.

Étant donné que le bassin versant a des limites différentes de celles de la ville et du comté, on n'a pas calculé une estimation exacte de la population pour le « bassin versant ». Le tableau 2-1 montre toutes les municipalités du Vermont qui ont des terres dans le bassin versant, avec la superficie en km² et le pourcentage de chaque ville dans le bassin versant. De plus, le tableau montre la population totale de la ville au moment du dernier recensement américain (US Census, 2018). Newport City a la plus grande population, et 100 % se trouvent dans le bassin versant, suivie de Derby, à 93,7 % dans le bassin versant, et de Barton qui s'y trouve à 100 %. Le recensement américain estime que la population du comté d'Orléans, qui chevauche largement le bassin versant du lac Memphrémagog, a diminué de 1,2 % entre le 1^{er} avril 2010 et le 1^{er} juillet 2018.

Tableau 2-1. Municipalités du Vermont dans le bassin versant du lac Memphrémagog

Nom de la municipalité	Population (Recensement de 2010)	Pourcentage de la municipalité dans le bassin versant	km ² dans le bassin versant
Averys Gore	0	3 %	1
Newark	581	2 %	2
Wolcott	1 676	2 %	2
Eden	1 323	2 %	4
Warners Grant	0	55 %	5
Warren Gore	4	44 %	12
Lowell	879	10 %	14
Sheffield	703	19 %	16
Holland	629	18 %	18

Sutton	1 029	18 %	18
Newport City	4 589	100 %	20
Newport Town	1 594	22 %	24
Greensboro	762	25 %	25
Craftsbury	1 206	65 %	67
Coventry	1 086	100 %	72
Brownington	988	100 %	73
Westmore	350	79 %	77
Brighton	1 222	57 %	80
Morgan	749	99 %	87
Glover	1 122	92 %	92
Charleston	1 023	100 %	100
Albany	941	100 %	101
Irasburg	1 163	97 %	103
Barton	2 810	100 %	115
Derby	4 621	94 %	139

Les comtés qui composent le bassin versant ont les taux de pauvreté les plus élevés de l'État du Vermont. Le taux de pauvreté moyen de 2011-2015 pour l'État du Vermont était de 11,5 %, tandis que les taux de pauvreté pour les comtés d'Essex et d'Orléans étaient respectivement de 15 % et 15,5 % (Vermont State Data Center, 2017).

Au Québec, le bassin versant du lac Memphrémagog s'étend sur deux circonscriptions fédérales, soit Brome-Missisquoi et Compton-Stanstead, une circonscription provinciale, Orford, et une région administrative, l'Estrie. On compte 10 municipalités dans la partie québécoise du bassin versant, qui occupent plus de 1 km² dans le bassin versant (tableau 2-2). Presque toutes les municipalités font partie de la municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog, composée de 17 municipalités au total. Seule la municipalité de Stanstead-Est, avec environ 2 km² dans le bassin versant, est incluse dans la MRC de Coaticook.

Tableau 2-2. Municipalités canadiennes dans le bassin versant du lac Memphrémagog

Municipalités canadiennes	Population en 2016¹	% de la municipalité dans le bassin versant²	km² dans le bassin versant²
----------------------------------	---------------------------------------	--	--

Saint-Benoît-du-Lac	32	100 %	2
Stanstead-Est	584	1,7 %	2
Stanstead	2 788	14 %	3
Bolton-Est	940	29 %	23
Ogden	741	64 %	48
Canton d’Orford	4 337	35 %	48
Canton de Potton	1 852	21 %	55
Austin	1 485	96 %	71
Magog	26 669	64 %	92
Canton de Stanstead	1 036	96 %	109

Source : ¹Statistique Canada, 2018;

²MRC de Memphrémagog, 2018, données non publiées.

Au cours des cinquante dernières années, la population permanente de la MRC de Memphrémagog a connu une croissance constante, avec une augmentation de 20,4 % entre 2001 et 2016 seulement. La croissance démographique de la MRC est supérieure à celle de l’Estrie et du Québec (MRC de Memphrémagog, 2018). Entre 2011 et 2036, on prévoit que la population augmentera d’environ 20,3 % (MRC de Memphrémagog, 2018). La ville de Magog est la plus grande ville du bassin versant avec une population estimée à 26 669 habitants et une densité de 184,6 personnes par km² (Statistique Canada, 2018). Au Québec, les politiques municipales, régionales, provinciales et fédérales peuvent avoir une incidence sur la qualité de l’eau ou les règlements sur l’utilisation des terres.

Le taux de ménages à faible revenu de la MRC est inférieur à la moyenne provinciale et à celui de l’Estrie. Le taux moyen de faible revenu de 2010-2014 pour la province de Québec était de 8,6 % et de 7,7 % pour l’Estrie, alors que le taux de faible revenu pour la MRC était de 6,5 %, avec une baisse chaque année (Institut de la statistique du Québec, 2017). En 2018-2019, le prix médian d’une maison unifamiliale vendue dans les principales municipalités de la partie québécoise du bassin versant (qui compte plus de 3 km² dans le bassin versant) était de 316 125 \$ CAN pour Orford, de 277 000 \$ CAN pour Austin, de 262 500 \$ CAN pour Potton et de 242 618 \$ CAN pour

Magog, contre 255 000 \$ CAN au Québec et de 195 500 \$ CAN en Estrie (Centris, 2019; non disponibles pour les cantons de Bolton-Est, d'Ogden et de Stanstead).

2.1.7. Usages du lac

Au Vermont, le lac Memphrémagog est désigné comme un plan d'eau de catégorie B(2) conformément aux normes de qualité de l'eau du Vermont de 2016. Cela signifie que le lac est géré de manière à soutenir des usages, notamment la baignade, la navigation de plaisance, la pêche, le biote aquatique, l'habitat aquatique, l'esthétique, la source d'eau potable et l'irrigation.

En plus de sa désignation, le lac Memphrémagog et les lacs, étangs et tributaires du bassin versant servent à diverses activités humaines, dont la baignade, la navigation de plaisance et la pêche. La vaste gamme d'activités récréatives offertes attire chaque année un grand nombre de touristes et d'habitants de la région, ce qui fait du lac une attraction touristique majeure des Cantons-de-l'Est, au Québec, et du Vermont.

Du côté québécois du lac Memphrémagog, on compte six plages publiques, cinq rampes de mise à l'eau municipales, 27 marinas, plus de 4000 bateaux permanents et plus de 2000 bateaux à moteur (MRC de Memphrémagog, 2019, données non publiées, MCI, 2012). La majorité des marinas et des bateaux sont situés dans la ville de Magog, au nord du lac (MCI, 2012). Le Vermont possède une plage publique, une rampe de mise à l'eau municipale et trois points d'accès du Fish and Wildlife Department (appartenant à l'État du Vermont). Le lac Memphrémagog et la rivière Clyde font également partie du Northern Forest Canoe Trail; un itinéraire de canotage de 1 190 km (740 mi), qui relie Old Forge, dans l'État de New York à Fort Kent, au Maine.

Le bassin versant abrite plusieurs destinations de pêche populaires au Québec et au Vermont. Dans les Cantons-de-l'Est, le lac Memphrémagog est le lieu de pêche le plus important de la région (Roy, S., MFFP, 2018, communication personnelle). Onze espèces y sont couramment pêchées, mais les salmonidés sont les espèces les plus prisées.

Le lac Memphrémagog est un réservoir d'eau potable pour plus de 175 000 personnes vivant principalement dans les villes de Sherbrooke, de Magog, de Potton et de Saint-Benoît-du-Lac. D'autres résidents de terrains riverains privés du Québec et du Vermont peuvent puiser leur eau

potable directement dans le lac. Il n'y a pas de prise d'eau potable publique dans la partie du lac située dans le Vermont.

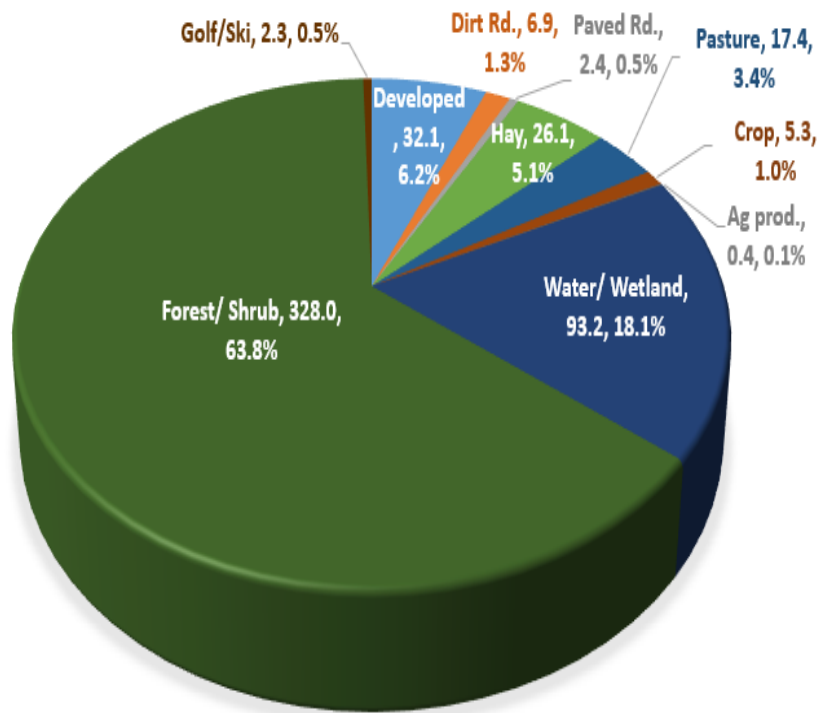
2.1.8. Utilisation des terres

La figure 2-3 montre l'utilisation des terres du bassin versant du Vermont et du Québec en km² et en pourcentage de la superficie. La majeure partie du bassin versant au Vermont et au Québec est constituée de terres naturelles caractérisées par un couvert forestier/arbustif et d'eau/de milieux humides. Les terres naturelles représentent 78 % (982 km²) du territoire au Vermont et 82 % (421 km²) du territoire au Québec. L'agriculture est également une utilisation importante du territoire au Vermont, représentant 17 % ou 217 km² du bassin versant du Vermont. Ce chiffre est à comparer à 10 % ou 49 km² du côté du Québec. Les terrains aménagés, y compris les routes pavées et en terre battue, représentent 5 % (69 km²) du territoire au Vermont et 8 % (41 km²) de celui au Québec.

La carte de l'utilisation des terres du bassin versant du lac Memphrémagog se trouve à l'annexe 2-3. Plus de détails sur la façon dont le Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) a calculé les valeurs d'utilisation des terres sont disponibles en ligne :

<https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/Memph%20TMDL%20documentation%208-2-17.pdf> (en anglais seulement)

QUEBEC WATERSHED LAND USE



VERMONT WATERSHED LAND USE

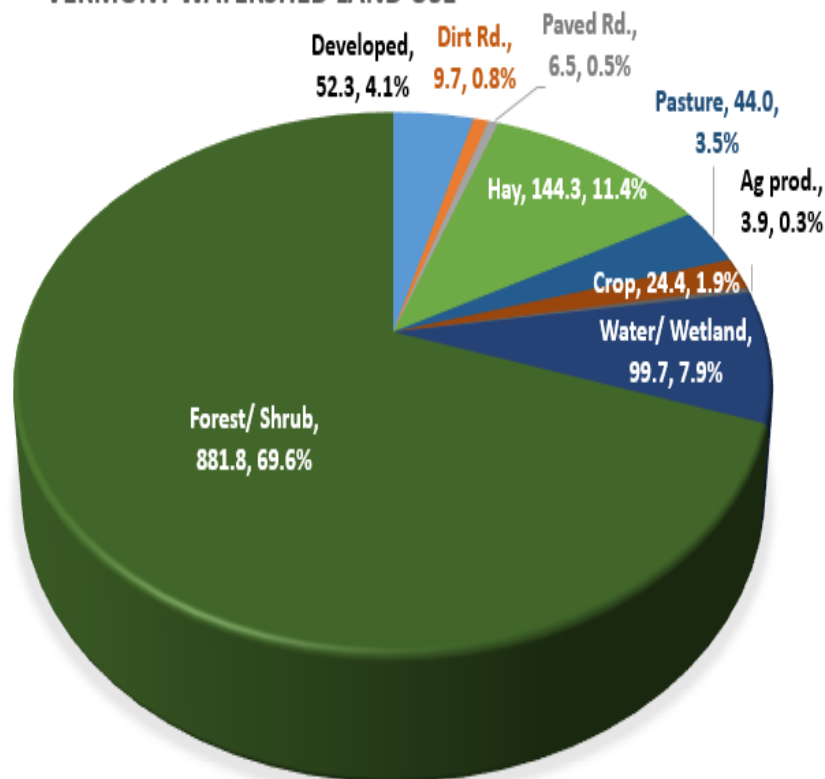


Figure 2-3. Utilisation des terres au Québec et au Vermont en km² et pourcentage de couverture terrestre du bassin versant

L'agriculture dans la partie québécoise du bassin versant

La partie québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog compte 53 producteurs agricoles inscrits, dont l'adresse municipale du site principal de production de la ferme est située dans le bassin versant, pour une superficie totale de 56,9 km² de terres agricoles. Selon les cartes d'enregistrement des exploitations agricoles, les cultures horticoles et fruitières et les cultures annuelles sont largement minoritaires.

Type de production	Superficie (km ²)	Proportion (%)
Cultures annuelles (maïs, soja, céréales)	2,9	5,1
Cultures pérennes (prairies ou pâturages)	25,5	44,9
Horticulture et cultures fruitières	0,8	1,4
Forêt, érablière, jachère	27,7	48,6
Superficie totale des terres agricoles	56,9	100

Source : (MAPAQ, 2019, données non publiées).

Les 53 producteurs agricoles indiquent qu'ils effectuent des semis directs ou un travail minimal du sol sur 119 ha, ce qui correspond à 41 % des cultures annuelles (290 ha). Par ailleurs, 28 fermes (53 %) exploitent des fermes d'élevage, principalement des bovins de boucherie, des volailles et des bovins laitiers. Cette répartition explique le grand nombre d'entreposage de fumier aux champs.

	Unité animale	Proportion (%)
Bovins de boucherie	1 501	54,5
Volaille	716	26,0
Bovins laitiers	352	12,8
Moutons	116	4,2
Chevaux	50	1,8
Autres	21	0,7
Total	2 756	100

La densité animale correspond à 0,48 UA/ha de surface agricole et à 0,97 UA/ha de surface en cultures annuelles et pérennes. Cette densité animale moyenne peut poser des défis en termes de gestion des engrais organiques principalement sur les cultures pérennes (dates d'application, doses, modes d'approvisionnement, distances des cours d'eau et des fossés). Cependant, l'enrichissement du sol en phosphore semble être limité selon la base de données des résultats d'analyse des sols du Québec. Sur une compilation de 1 012 analyses de sol effectuées entre 2000 et 2017 dans la MRC de Memphrémagog, la teneur moyenne en phosphore du sol était de 68 kg/ha (médiane 48 kg/ha) et son taux moyen de saturation P/AI de 2,7 (médiane 1,7 %; MAPAQ, 2019, données non publiées).

2.1.9. Aires protégées

L'annexe 2-4 présente les aires protégées du Québec et du Vermont dans le bassin versant du lac Memphrémagog. Au Québec, une proportion de 9,0 % du bassin versant est protégée alors qu'au Vermont, cette proportion est de 14,5 % (Rivest, C., COGESAF, 2019, données non publiées).

2.2. Données de qualité de l'eau : le lac Memphrémagog et ses tributaires

Les données de qualité de l'eau présentées dans ce rapport comprennent les données des tributaires et du lac Memphrémagog. Il faut noter que les protocoles d'échantillonnage et les analyses de laboratoire diffèrent entre le Québec et le Vermont. Ces différences peuvent influencer les valeurs médiane et moyenne et rendent les valeurs médiane et moyenne entre les deux pays non directement comparables.

2.2.1. Données sur la qualité de l'eau des tributaires

2.2.1.1. Données sur la qualité de l'eau des tributaires du Québec

La MRC de Memphrémagog coordonne un programme d'échantillonnage des tributaires qui a échantillonné plus de 40 sites dans la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog depuis 1998 (voir la section 3.2.1.2). La figure 2-4 présente les médianes de concentration obtenues pour le phosphore total entre 2005 et 2018. Cinq sous-bassins versants dépassent les critères québécois de qualité des eaux de surface pour limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les cours d'eau (30 µg/L). Il n'y a aucune zone où la concentration moyenne de phosphore dépasse 44 µg/L dans la partie québécoise du bassin versant, une valeur utilisée par le Vermont pour prioriser les secteurs où des efforts de réduction du phosphore doivent être entrepris dans le bassin versant (VDEC 2017d).

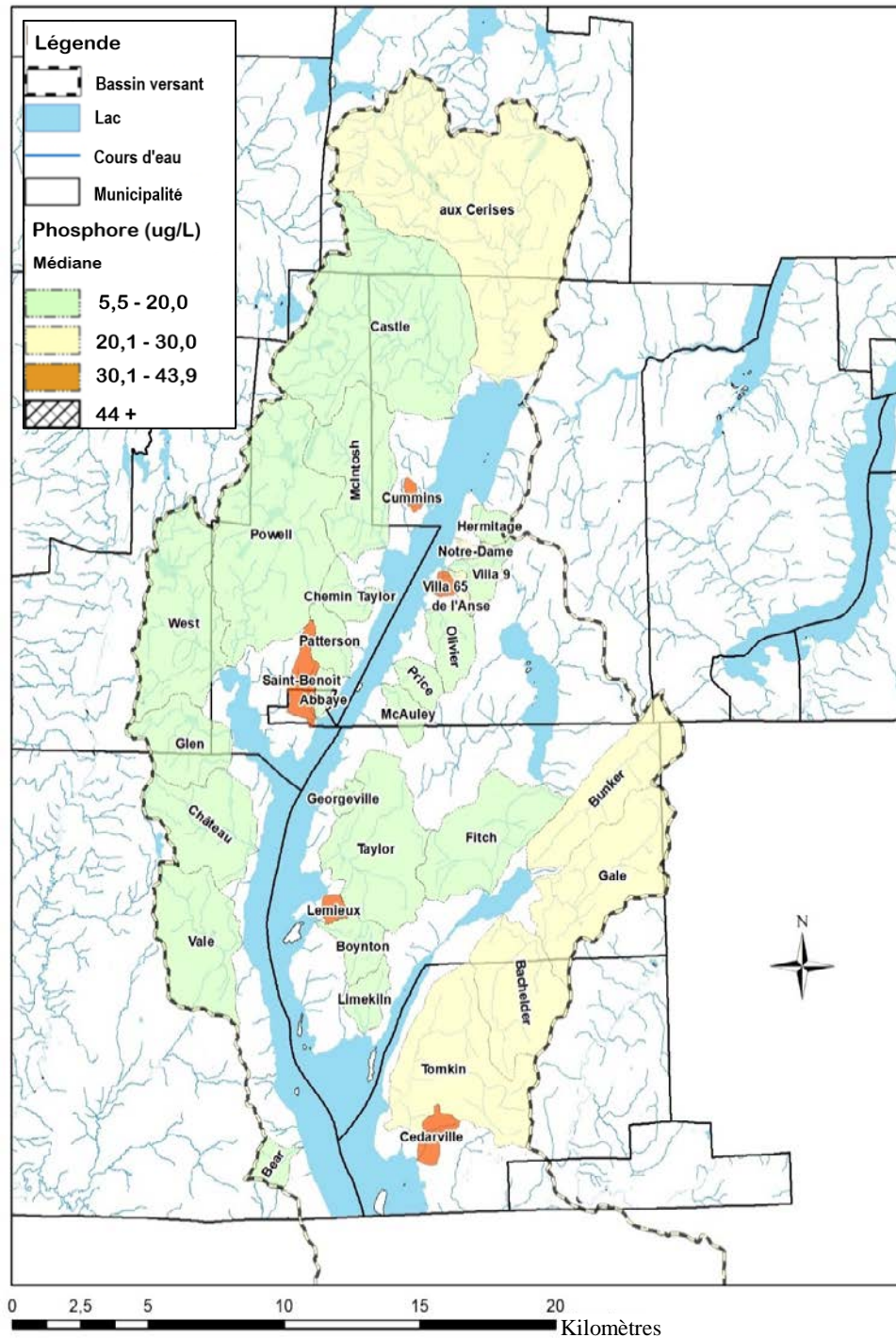


Figure 2-4. Médianes des concentrations de phosphore total entre 2005 et 2018 pour les tributaires de la partie québécoise du bassin versant.

2.2.1.2. *Données sur la qualité de l'eau des tributaires du Vermont*

Soutenu par le Programme de partenariat LaRosa par l'entremise du VDEC, le programme de suivi des tributaires a échantillonné plus de 153 sites dans toute la portion du bassin versant du lac

Memphrémagog au Vermont depuis 2005 (voir section 3.2.2.3). La figure 2-5 présente les médianes de concentration obtenues pour le phosphore total de 2005 à 2016. Les bassins versants dont les valeurs moyennes de phosphore sont supérieures à 44 µg/L ont été désignés secteurs à cibler pour les efforts de réduction du phosphore dans l'ensemble du bassin versant (VDEC 2017d.).

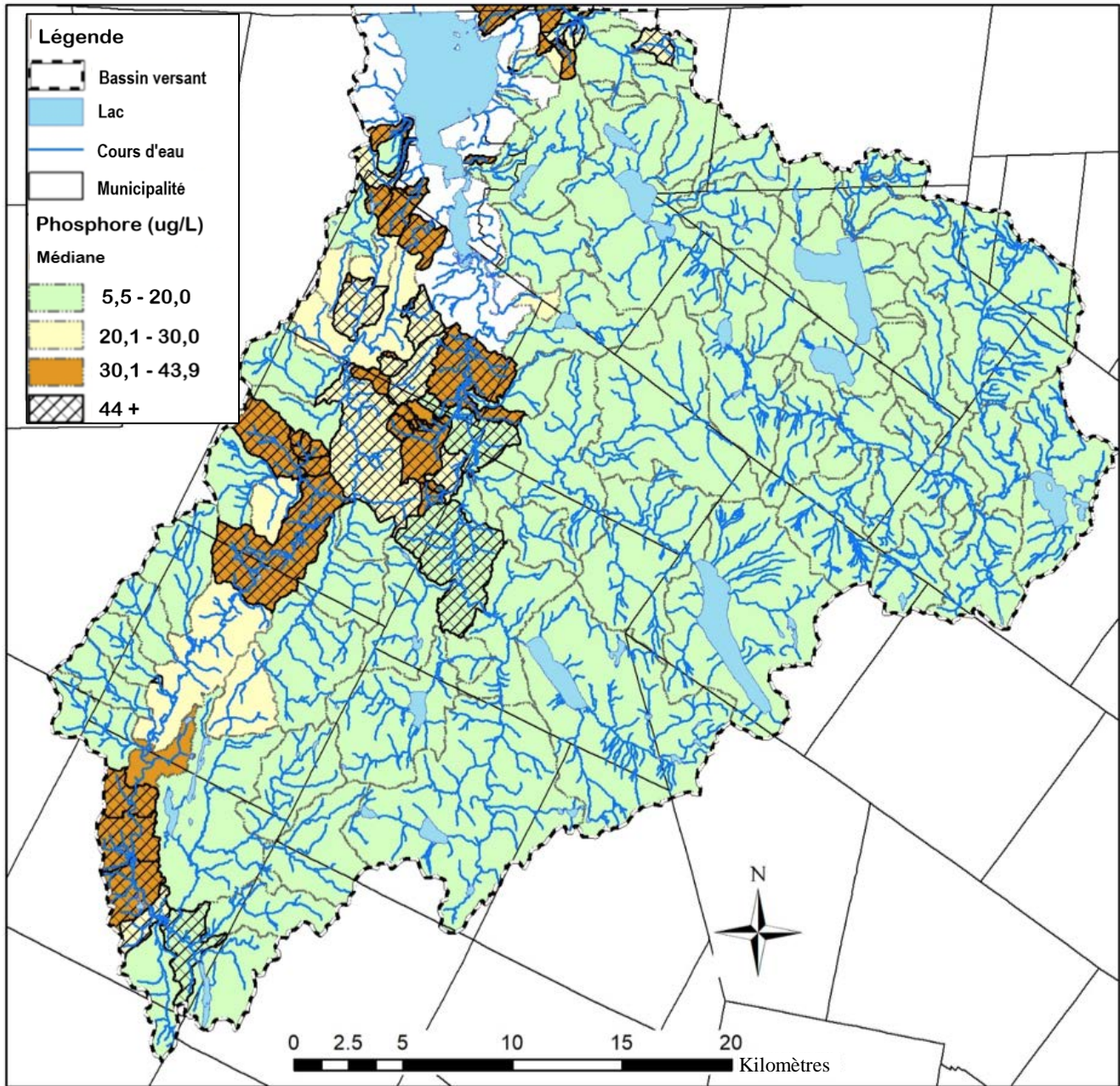


Figure 2-5. Médianes de concentration du phosphore total de 2005 à 2016 pour les tributaires de la partie du bassin versant du Vermont. Les zones où les concentrations moyennes de phosphore sont élevées sont également indiquées, car il s'agit de zones cibles pour les efforts d'amélioration de la qualité de l'eau au Vermont.

2.2.2. Données de qualité de l'eau du lac Memphrémagog

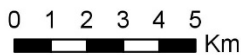
Douze sites d'échantillonnage de qualité de l'eau sont situés au lac Memphrémagog et à son exutoire, la rivière Magog (figure 2-6). Au Québec, depuis 1999, neuf sites sont échantillonnés par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), de concert avec Memphrémagog Conservation inc. (MCI), tandis que l'exutoire est échantillonné depuis 2002 (voir section 3.2.1.2). Au Vermont, deux sites sont échantillonnés dans le cadre du programme d'échantillonnage citoyen du Vermont (VLMP, *Vermont Lay Monitoring Program*) (depuis 1985 : un au centre de South Bay et un autre au centre du lac au large de Whipple Point (Memph 03; voir la section 3.2.2.3). Des échantillons ont également été prélevés de 2005 à 2012 dans le cadre du programme d'évaluation des lacs du Vermont (*Vermont Lake Assessment Program*) aux mêmes endroits que ceux du programme d'échantillonnage citoyen. Le programme d'évaluation des lacs du Vermont échantillonne aussi à un endroit situé dans la partie centrale du lac Memphrémagog, qui est aussi échantillonné par le MELCC (Station 249/Memph 04; voir la section 3.2.2.2).

Stations d'échantillonnage au lac Memphrémagog

Légende

Station d'échantillonnage

- MELCC
- VTDEC
- Frontière
- Municipalité
- Ville / Village
- Cours d'eau
- Lac
- Bassin versant de la rivière Saint-François
- Bassin versant du lac Memphrémagog



Mai 2019

MELCC (2019) Banque de données sur la qualité du milieu aquatique, lac Memphrémagog, Québec.

VTDEC (2019) Unpublished data.

Sources des données:
© Gouvernement du Québec
Tous droits réservés



Projection MTM7 Nad 83
EPSG : 2949

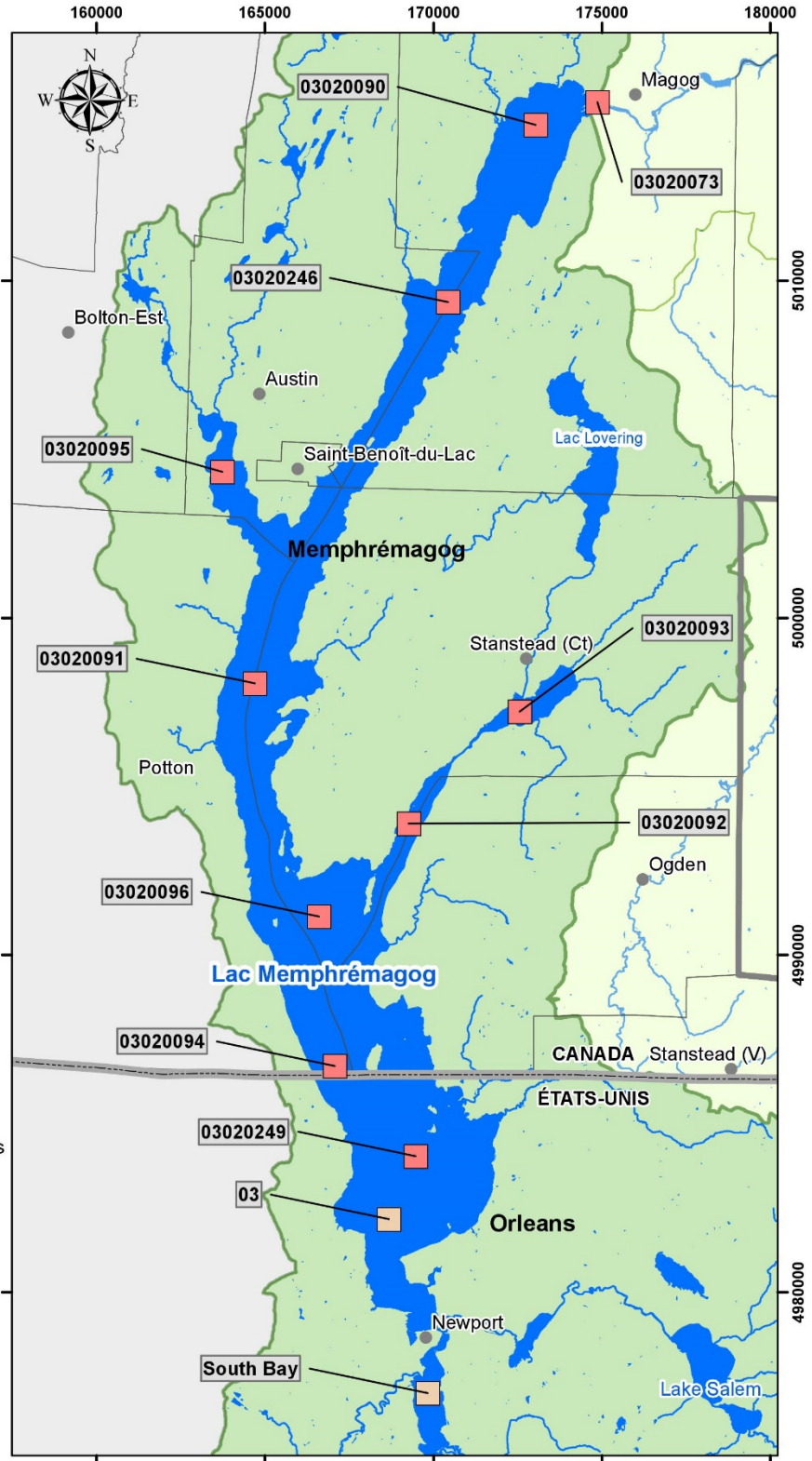


Figure 2-6. Emplacement des sites d'échantillonnage de qualité de l'eau au lac Memphrémagog

2.2.2.1 Données de qualité de l'eau du lac Memphrémagog : sites d'échantillonnage au Québec

Mise en contexte

Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (MELCC) suit la qualité de l'eau du lac Memphrémagog à 9 stations dans le lac depuis 1999 ainsi qu'à son exutoire depuis 2002 (figure XX). La répartition des stations permet d'avoir une relativement bonne couverture spatiale des différents secteurs du lac. Similairement au suivi réalisé par l'État du Vermont, il est orienté sur l'évaluation de l'état trophique en se basant sur la mesure de la concentration en phosphore total (PT) et en chlorophylle-*a* (chl-*a*) (« <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm> »). L'inconstance dans la disponibilité des données de la transparence de l'eau mesurée au disque de Secchi (TRAN) au cours des années ne permet pas d'utiliser cette variable pour mettre en évidence des changements dans la productivité du lac. La transparence est l'indicateur le moins précis de l'état trophique.

La technique d'échantillonnage est demeurée stable de 1999 à aujourd'hui. Toutefois, la méthode de conservation des prélèvements et de mesure du phosphore total a fait l'objet de modifications en 2009 et 2011. Celles-ci ont entraîné des baisses dans les données qui ont été décelées et quantifiées que très récemment suite à une évaluation rigoureuse de tous les résultats analytiques et des sources possibles de biais. Les résultats définitifs de ces travaux ne sont pas encore disponibles. Afin d'être en mesure d'utiliser les données de phosphore du Québec dans le cadre du présent exercice, les données ont été corrigées à l'aide de modèles de correction provisoire. Bien que ceux-ci permettent de produire des séries de données qui apparaissent cohérentes et plausibles, une grande prudence est de rigueur en ce qui regarde leur analyse et leur interprétation. Les constats et les conclusions avancées sont donc nécessairement prudents à cette étape et des précisions sur l'incertitude inhérente aux résultats sont présentées.

Le nombre d'échantillonnages effectués annuellement a généralement été de quatre, répartis en juin, juillet et août, et il a atteint 7 certaines années en incluant mai et la période de septembre à novembre. Pour donner un poids égal à chaque année, uniquement les données de juin, juillet et août ont été utilisées. Les valeurs moyennes interannuelles à long terme et les analyses de tendance ont été réalisées sur deux périodes, soit de 1999 à 2018 (9 stations) et de 2002 à 2018 (10 stations). La période 2002 à 2018 exclut les résultats de 1999 à 2001 qui sont les plus hétérogènes en ce qui regarde le nombre de prélèvements et l'absence de la station à l'embouchure. La comparaison des résultats des deux périodes permet de mettre en évidence l'effet de ces trois années.

Il faut souligner que les données de phosphore total de 2018 ne sont pas des données corrigées, mais des résultats analytiques produits selon la méthode et les procédures modifiées et éprouvées. Ces résultats sont fiables. Malgré les ajustements apportés du côté du Québec, l'écart avec les données de suivi du Vermont demeure statistiquement significatif et de l'ordre de 1,8 µg/L plus élevée pour le Vermont selon les résultats des prélèvements appariés et analysés en parallèle en 2018. Les écarts entre les données du suivi du Vermont et du suivi du Québec de la partie sud du lac apparaissent supérieurs à celui mentionné ci-haut. D'autres facteurs peuvent intervenir dans cette différence en plus de l'imprécision sur les modèles de corrections et les particularités des méthodes et procédures de chimie analytique, notamment le protocole d'échantillonnage. Le Québec et le Vermont poursuivent l'évaluation de ces facteurs.

État trophique

La figure 2-7 présente le diagramme de classement de l'état trophique des lacs utilisés par le MELCC. Les limites des principales classes trophiques correspondent aux recommandations du Conseil Canadien des Ministres de l'environnement (CCME) et historiquement utilisées à la suite des travaux de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) sur l'eutrophisation. Les zones de transitions sont basées sur une revue des valeurs empiriques les plus utilisées dans l'Est de l'Amérique du Nord. Les valeurs définissant les classes trophiques pour le phosphore total sont plus hautes que celles utilisées par le Vermont (section 2.3.2.2), alors que les limites pour la chlorophylle sont semblables.

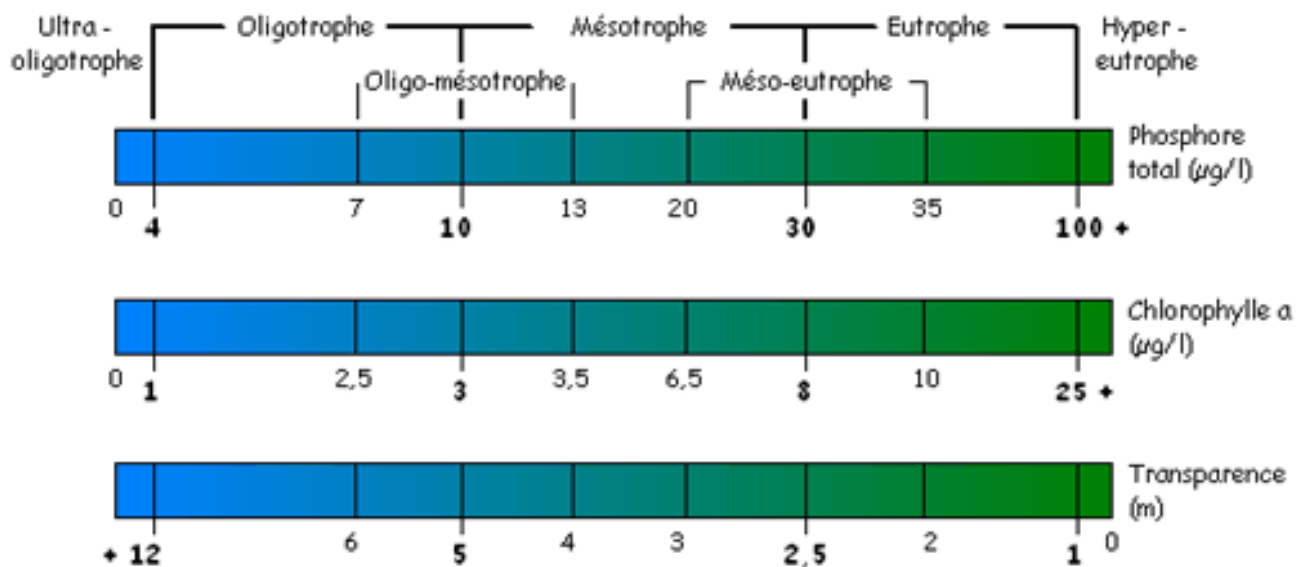


Figure 2-7. Diagramme de classement de l'état trophique des lacs utilisé par le MELCC

Sur la base de la concentration moyenne en phosphore depuis 1999 ou 2002 ainsi qu'en 2018 (tableau 2-3), le lac Memphrémagog serait à un niveau oligo-mésotrophe (OM) à toutes les stations, à l'exception de la baie Fitch partie nord-est qui est nettement mésotrophe (M), à la limite de la zone de transition méso-eutrophe (ME). Globalement, lorsque l'on considère l'ensemble des stations groupées, le lac est à un niveau oligo-mésotrophe. La section nord-est de la baie Fitch est une masse d'eau nettement distincte et séparée du restant du lac. Il est peu probable que le classement trophique du lac change de façon importante à la suite de la correction finale des données historiques de phosphore.

Tableau 2-3. Concentrations moyennes de phosphore total (PT) et état trophique aux stations du lac Memphrémagog

Station	Concentration moyenne de PT ($\mu\text{g/L}$)			État trophique		
	1999-2018	2002-2018	2018	1999-2018	2002-2018	2018
M249 (03020249)	12,8	12,5	11,7	OM	OM	OM
M94 (03020094)	11,4	11,1	10,5	OM	OM	OM
M96 (03020096)	11,7	11,4	9,5	OM	OM	OM
M92 (03020092)	11,2	11,0	13,0	OM	OM	OM
M91 (03020091)	10,4	10,4	7,9	OM	OM	OM
M95 (03020095)	9,4	9,4	7,4	OM	OM	OM
M246 (03020246)	9,7	9,8	7,7	OM	OM	OM
M90 (03020090)	9,8	9,7	8,1	OM	OM	OM
M73 (03020073)	-	11,4	8,8	-	OM	OM
M93 (03020093)	20,2	19,4	21,1	ME	M	ME
Stations groupées	11,9	11,7	10,6	OM	OM	OM

OM: oligo-mésotrophe, M: mésotrophe, ME: méso-eutrophe

Le signal de l'état trophique donné par la concentration en chlorophylle n'est pas aussi homogène (tableau 2-4). Dans les sections sud, à la hauteur de la baie Fitch et du centre du lac (stations M249, M94, M96, M92 et M91), la moyenne des concentrations mesurées se situe à un niveau d'un lac mésotrophe pour les trois périodes considérées, à l'exception de la station M91 au centre du lac qui était à un niveau oligo-mésotrophe en 2018. Dans les sections de la baie Sargent, de la portion nord du lac et à l'exutoire (stations M95, M246, M90 et M73), la concentration moyenne correspond à un lac d'un niveau oligo-mésotrophe. Bien que globalement la concentration moyenne du lac soit à un niveau mésotrophe, il semble y avoir une diminution notable entre la partie sud et nord du lac dont la démarcation se situe approximativement à la hauteur de la station M91. Comme pour le phosphore, la portion nord-est de la baie Fitch est nettement plus dégradée et elle présente un état eutrophe selon la concentration en chlorophylle.

Tableau 2-4. Concentrations moyennes de chl-*a* et état trophique aux stations du lac Memphrémagog.

Station	Concentration moyenne de chlorophylle- <i>a</i> (µg/L)			État trophique		
	1999-2018	2002-2018	2018	1999-2018	2002-2018	2018
M249 (03020249)	4,5	4,4	4,0	M	M	M
M94 (03020094)	4,2	4,1	3,9	M	M	M
M96 (03020096)	4,2	4,1	3,5	M	M	M
M92 (03020092)	4,4	4,3	3,7	M	M	M
M91 (03020091)	3,7	3,7	2,9	M	M	OM
M95 (03020095)	3,0	3,0	2,8	OM	OM	OM
M246 (03020246)	3,4	3,4	3,0	OM	OM	OM
M90 (03020090)	3,0	2,7	2,6	OM	OM	OM
M73 (03020073)	-	3,1	2,6	-	OM	OM
M93 (03020093)	11,2	10,9	13,6	E	E	E
Stations groupées	4,7	4,4	4,3	M	M	M

OM: oligo-mésotrophe, M: mésotrophe, ME: méso-eutrophe

Il y a un écart dans les données de concentration en phosphore total entre le Vermont et le Québec à la station commune M249 dans le bassin sud, alors que les concentrations en chlorophylle sont similaires. Autant pour les données du Québec que du Vermont, il y a une différence dans le signal de l'état trophique entre le phosphore et la chlorophylle, mais celle-ci est inversée dans les deux ensembles de données. Le phosphore montre une eutrophisation plus grande par rapport à la chlorophylle dans les résultats du Vermont alors que c'est le contraire avec les données du Québec dans cette portion du lac. Cette situation résulte de l'écart à la hausse entre les résultats de phosphore du Vermont par rapport à ceux du Québec, ainsi que de la différence dans les échelles d'évaluation de l'état trophique. Il faut cependant souligner la cohérence dans le signal de l'état trophique à partir des données de chlorophylle entre les deux programmes de suivi à cette station. Bien que les deux soient liées, la concentration en chlorophylle est une variable exprimant davantage les effets de l'eutrophisation que le phosphore total.

Évolution de la qualité de l'eau

Une analyse de tendance temporelle par station et pour les stations groupées a été réalisée sur les données de phosphore total et de chlorophylle pour les périodes 1999 à 2018 et 2002 à 2018 au moyen du test de Mann-Kendall et de la régression linéaire sur les concentrations moyennes annuelles. Puisque les résultats entre les deux méthodes sont concordants dans l'ensemble, seuls les résultats du test de Mann-Kendall sont présentés.

Globalement, pour toutes les stations regroupées, il y a une baisse statistiquement significative de la concentration en phosphore total pour la période 1999 à 2018 (tableau 3). Bien que la baisse soit visuellement apparente aussi pour la période 2002 à 2018 (figure 2), celle-ci se situe légèrement au-dessus du seuil de signification α de 0,05. Par contre, l'analyse par station met en relief une absence de tendance statistiquement significative à la forte majorité d'entre elles, malgré le fait que graphiquement il y a une apparence de diminution pour d'autres stations, comme le reflète par ailleurs le niveau de probabilité d'erreur α relativement bas. La baisse fortement significative à la station M96 au large de la baie Fitch et la baisse à la station M94 à la frontière pour la période 1999 à 2018 se démarquent. Les résultats élevés de l'année 2000 (figure 2) expliquent en partie la baisse significative sur la période 1999 à 2018 pour les stations groupées. Les résultats du Québec et du Vermont à la station M249 du bassin sud concordent.

Tableau 2-5. Résultats des tests de tendance Mann-Kendall sur les concentrations moyennes annuelles de PT aux stations du lac Memphrémagog.

Station	Tendance 1999-2018		Tendance 2002-2018	
	Tendance	P	Tendance	P
M249 (03020249)	→	0,064	→	0,484
M94 (03020094)	↘	0,015	→	0,064
M96 (03020096)	↘	0,002	↘	0,007
M92 (03020092)	→	0,315	→	0,434
M91 (03020091)	→	0,230	→	0,202
M95 (03020095)	→	0,056	↘	0,036
M246 (03020246)	→	0,417	→	0,232
M90 (03020090)	→	0,206	→	0,108
M73 (03020073)	-	-	→	0,392
M93 (03020093)	→	0,974	→	0,108

Stations groupées	↘	0,012	→	0,064
-------------------	---	-------	---	-------

→ : aucune tendance significative, ↘ : tendance significative à la baisse

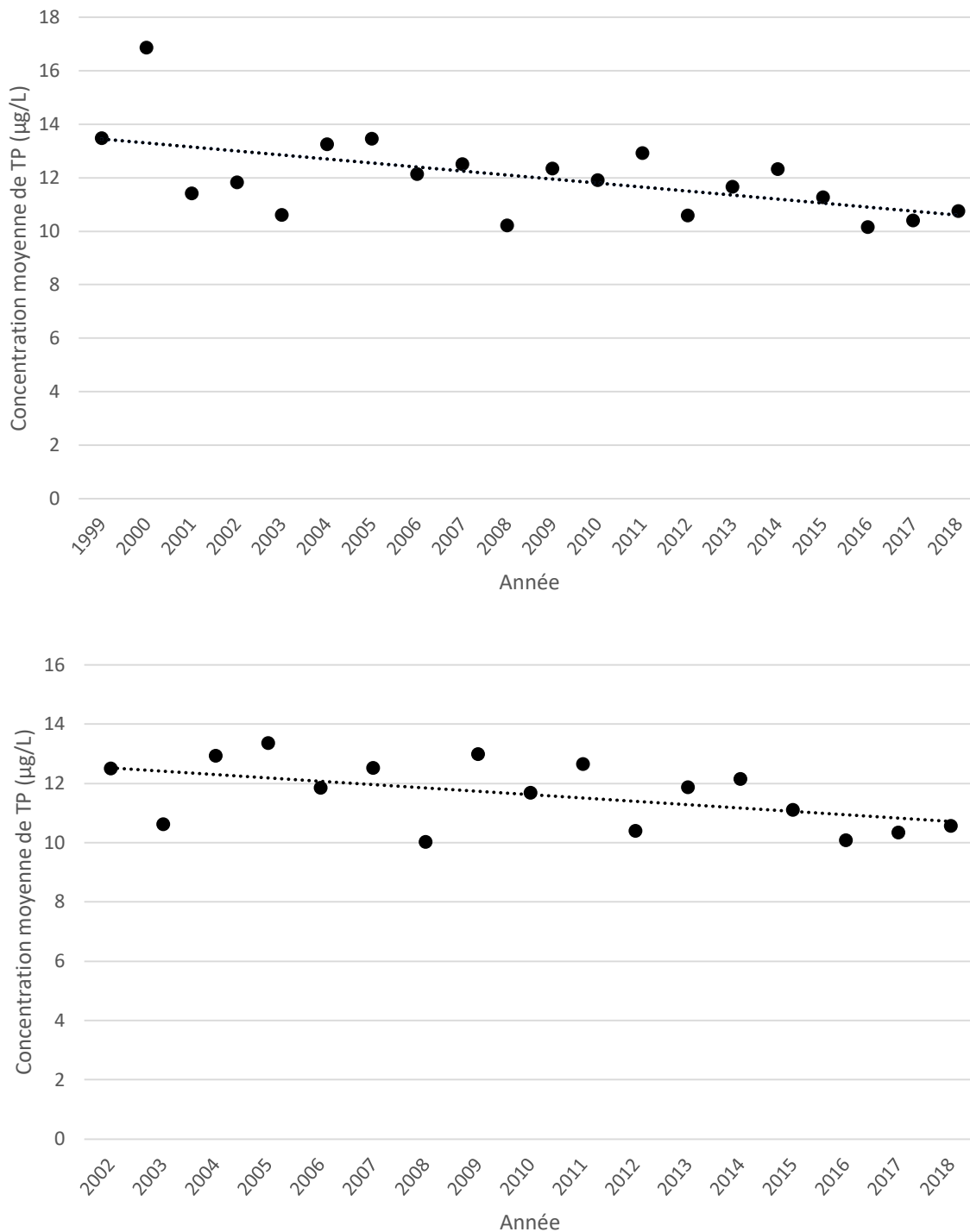


Figure 2-8. Concentrations annuelles moyennes de PT pour les périodes de 1999-2018 (9 stations; graphique du haut) et de 2002-2018 (10 stations; graphique du bas).

L'incertitude sur la justesse des données corrigées de phosphore total à cette étape implique que l'on doit être prudent dans l'interprétation des résultats de l'analyse de tendance. De petits changements dans les modèles de corrections pourraient faire basculer le résultat de l'analyse statistique. À cette étape, on peut avancer que la concentration de phosphore au lac Memphrémagog est soit stable ou qu'elle a légèrement diminué.

Par contre, les résultats de l'analyse de tendance sur les données de chlorophylle-*a* ne laissent aucune ambiguïté sur la stabilité de cette variable importante de qualité de l'eau en regard de l'eutrophisation (tableau 4, figure 3). Les résultats sont nettement non significatifs à toutes les stations et aux stations groupées pour les deux périodes d'analyse. Seule la station M96 au large de la baie Fitch se rapproche du seuil α de 0,05 pour la période 1999-2018. Il s'agit de la station et de la période où la baisse de phosphore est la plus significative ($p=0,002$). Les résultats de chlorophylle sont concordants avec ceux du Vermont à la station M249 du bassin sud.

Les données de chlorophylle indiquent que l'état trophique du lac Memphrémagog n'a pas évolué depuis le début des années 2000. En raison de la stabilité dans la méthode utilisée pour le dosage de la chlorophylle et compte tenu que les données de PT et de chl-*a* sont appariées, ces résultats appuient le constat d'une stabilité dans la concentration en phosphore ou d'une baisse dont l'amplitude est insuffisante pour se refléter également dans l'indicateur de la biomasse algale.

Tableau 2-6. Résultats des tests de tendance Mann-Kendall sur les concentrations annuelles moyennes de chl-*a* aux stations du lac Memphrémagog.

Station	Tendance 1999-2018		Tendance 2002-2018	
	Tendance	p	Tendance	p
M249 (03020249)	→	0,495	→	0,484
M94 (03020094)	→	0,529	→	0,902
M96 (03020096)	→	0,080	→	0,266
M92 (03020092)	→	0,294	→	0,837
M91 (03020091)	→	0,552	→	0,458
M95 (03020095)	→	0,600	→	0,621
M246 (03020246)	→	0,441	→	0,650
M90 (03020090)	→	0,916	→	0,458
M73 (03020073)	-	-	→	0,964
M93 (03020093)	→	0,576	→	0,127

Stations groupées	→	0,944	→	0,484
-------------------	---	-------	---	-------

→ : aucune tendance significative

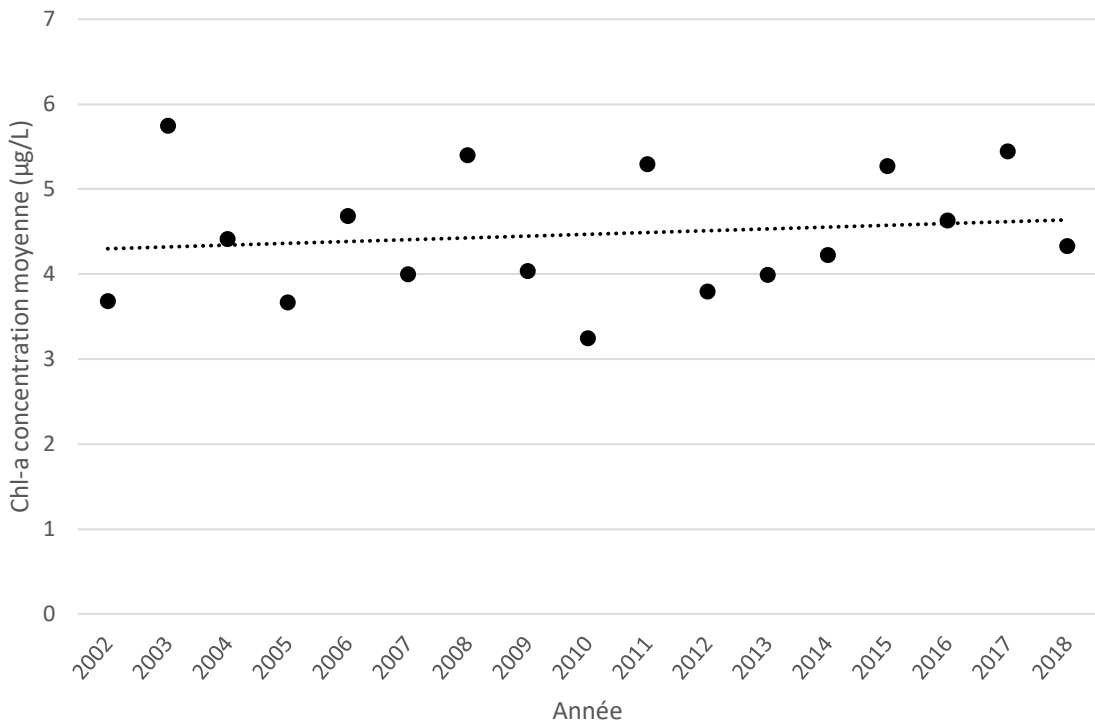
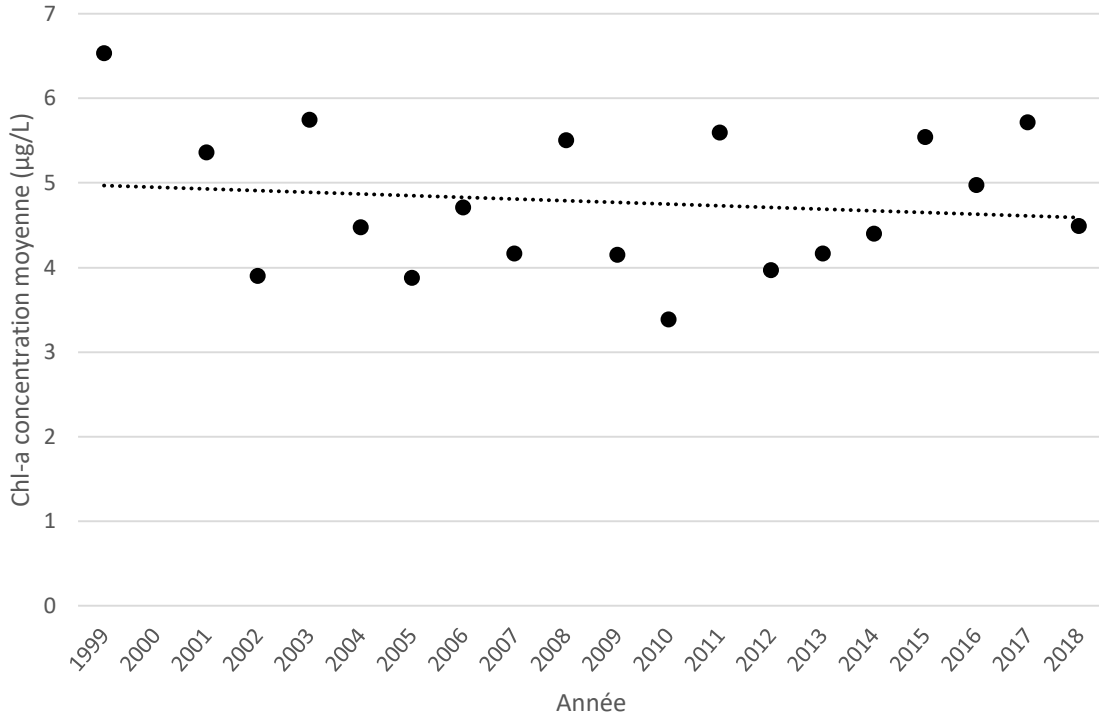


Figure 2-9. Concentrations annuelles moyennes de chl-*a* pour les périodes de 1999-2018 (9 stations; graphique du haut) et de 2002-2018 (10 stations; graphique du bas).

2.2.2.2 Données de qualité de l'eau du lac Memphrémagog : sites d'échantillonnage au Vermont

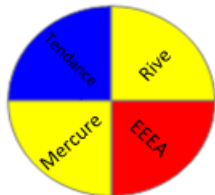
Selon les analyses des tendances de la qualité de l'eau de la carte de pointage de 2018 du DEC du Vermont (figure 2-10), le lac Memphrémagog est stable dans l'ensemble depuis 1985 selon le programme d'échantillonnage citoyen du phosphore total (PT) et de la chlorophylle-*a* (Chl-*a*) en utilisant le test de corrélation de rang Tau de Kendall et une valeur de p de 0,05. Les concentrations estivales et printanières de PT dans le lac principal, avec des échantillons prélevés à la station de Whipple Point/Memph 03 (figure 2-10) demeurent constamment supérieures à la norme du VDEC de 14 $\mu\text{g/L}$. Les échantillons prélevés à la station de South Bay (figure 2-11) montrent des tendances statistiquement stables, et un PT généralement inférieur à la norme du VDEC de 25 $\mu\text{g/L}$. Les normes de PT pour le lac principal et South Bay sont différentes selon les caractéristiques du segment de lac, y compris la profondeur et le mélange. Pour de plus amples renseignements sur la façon de lire les cartes de pointage du lac ou de calculer les données des figures 2-10 et 2-11, veuillez consulter le page suivante :

https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/lakes/docs/2017%20How%20Lakes%20are%20Scored_final%20Apr%202012.pdf

L'azote total a également été échantillonné par le VDEC toutes les deux semaines dans le cadre d'une étude de surveillance de la TMDL de 2005 à 2012 et annuellement dans le cadre du programme d'échantillonnage printanier du phosphore. Les concentrations moyennes d'azote total de plus de 980 échantillons de 2005 à 2018 aux sites Memph 03 et Memph 04 au Vermont étaient de 0,31 mg/L aux deux endroits. Ces niveaux d'azote sont généralement jugés faibles. La moyenne du rapport azote/phosphore d'après le programme d'échantillonnage printanier du phosphore de 2009 à 2017 était de 24 pour 1 et les lacs qui ont un ratio sous le 20 pour 1 sont plus susceptibles aux proliférations de cyanobactéries particulièrement en eaux chaudes.

MEMPHRÉMAGOG - données jusqu'à 2018

[Pour savoir comment les lacs sont cotés](#)



Superficie du lac:
2399,4 ha

Ratio superficie du bassin
versant / lac: 69

Profondeur maximale:
107 m

Moyenne printannière du
PT: 18,4 µg/L

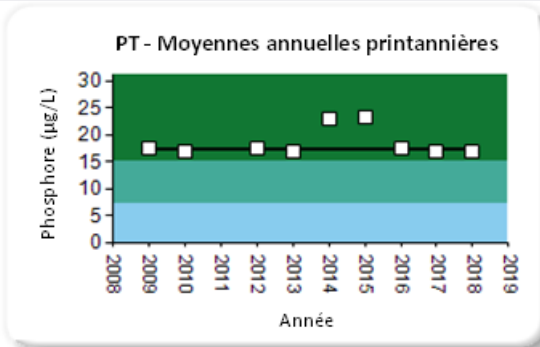
Moyenne estivale du PT:
19,1 µg/L

Moyenne estivale Chl a :
4,7 µg/L

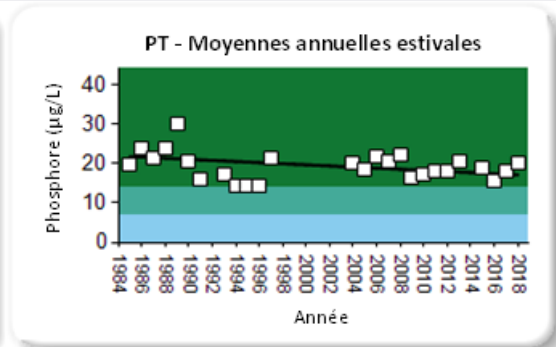
Moyenne de la
transparence: 3,6 m



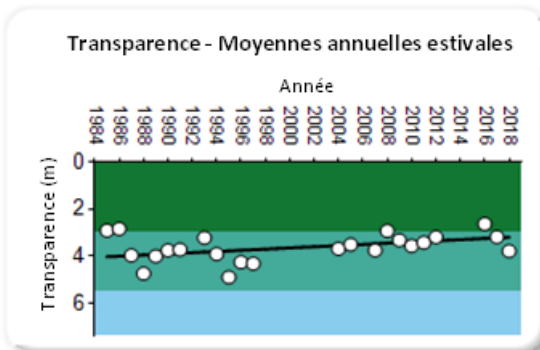
Tendance printannière du PT : $p = 0,9165$ | CV = 14
Stable



Tendance estivale du PT : $p = 0,1464$ | CV = 20
Stable



Tendance estivale de la transparence: $p = 0,058$ | CV = 17
Stable



Tendance estivale de la Chl a : $p = 0,2642$ | CV = 23
Stable

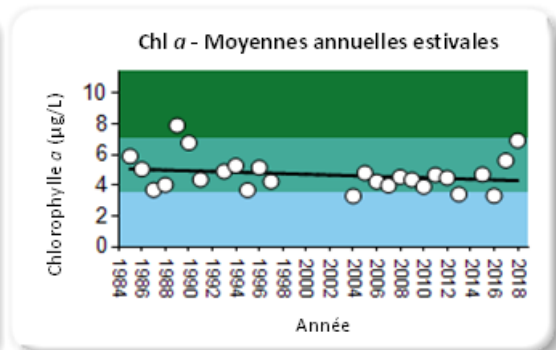
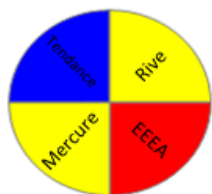


Figure 2-10. Station d'échantillonnage Memph 03 : Carte de pointage du lac Memphrémagog — Tendances et état de la situation avec les données de 1985 à 2018.

Baie South - données jusqu'à 2018

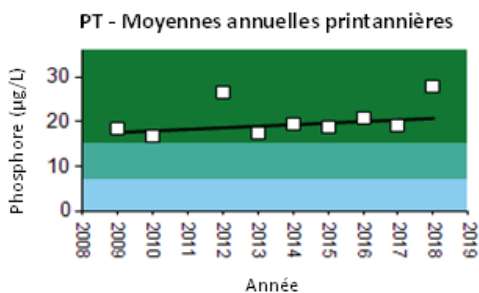
[Pour savoir comment les lacs sont cotés](#)



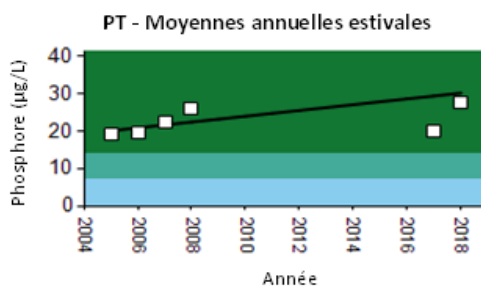
Superficie du lac: 287,2 ha
 Ratio superficie du bassin versant / lac: 410
 Profondeur maximale: 5,5 m
 Moyenne printannière du PT: 20,5 µg/L
 Moyenne estivale du PT: 22,6 µg/L
 Moyenne estivale Chl a: 5,7 µg/L
 Moyenne de la transparence: 1,8 m



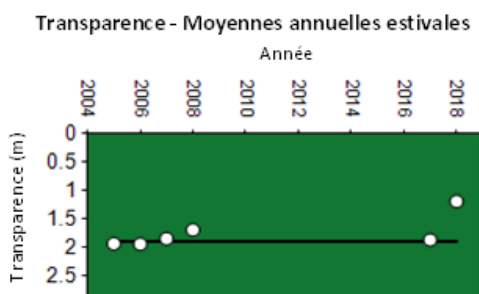
Tendance printannière du PT : $p = 0,0953$ | CV = 19
Stable



Tendance estivale du PT : $p = 0,4969$ | CV = 14
Stable



Tendance estivale de la transparence: $p = 1$ | CV = 6
Stable



Tendance estivale de la Chl a: $p = 0,4969$ | CV = 33
Stable

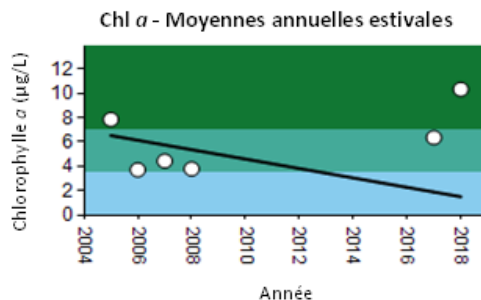


Figure 2-11. Station d'échantillonnage de South Bay: Carte de pointage de South Bay — Tendances et état de la situation avec les données de 2005 à 2018.

2.3. Sources de nutriments

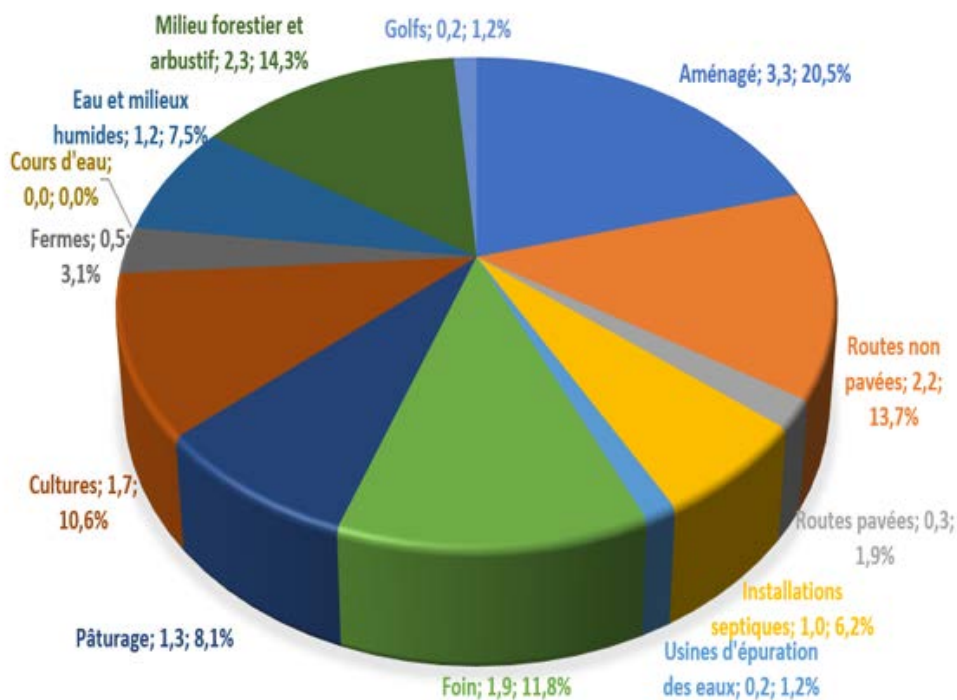
La figure 2-12 et le tableau 2-7 montrent les estimations de charges de phosphore dans le bassin versant par type d'utilisation du sol pour le Vermont et le Québec. Ces résultats s'appuient sur un modèle d'exportation du phosphore par utilisation du sol et sont présentés en pourcentage de charges et en tonnes métriques par année (mT/an). Ce modèle et les estimations de charges ont été élaborés par le VDEC comme partie intégrante de la charge quotidienne maximale totale (*Total Maximum Daily Load* – TMDL) du phosphore du lac Memphrémagog, complétée par le VDEC et approuvée par le United States Environment Protection Agency (EPA). Pour plus d'informations sur le processus, les modèles et les résultats de la TMDL, veuillez vous reporter à la section 3.2.2.2.

Les documents sont également disponibles en ligne à l'adresse :

https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/Basin17_TBP_Signed.pdf (en anglais seulement)

Il convient de souligner que ces données sur les charges de phosphore sont des estimations et qu'il existe une grande incertitude inhérente au processus de modélisation. Ce modèle a été calibré à partir des données sur les charges des tributaires du Vermont seulement. Cela signifie que les données du Québec sont encore plus incertaines que celles du Vermont; toutefois, les estimations des charges provenant de la TMDL sont actuellement les plus complètes disponibles et constituent un important point de départ pour discuter des besoins et des possibilités de recherche supplémentaires, ainsi que des réductions de charges. Des descriptions des charges de phosphore par utilisation du sol suivent la figure 2-12 et le tableau 2-7; ces données sont également tirées des estimations de la TMDL.

CHARGES EN PHOSPHORE DU BASSIN VERSANT AU QUÉBEC



CHARGES EN PHOSPHORE DU BASSIN VERSANT AU VERMONT

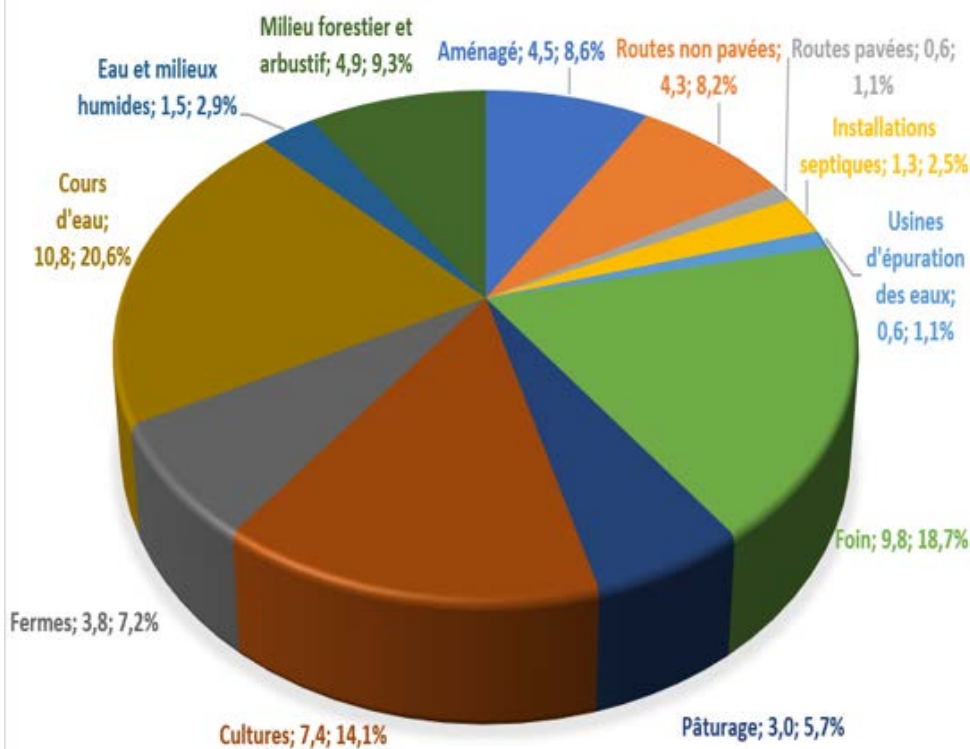


Figure 2-12. Estimation de la charge de phosphore par type d'utilisation du sol au lac Memphrémagog en tonnes métriques par année et en pourcentage de charge

Tableau 2-7. Estimation de la charge de phosphore par type d'utilisation du sol au lac Memphrémagog en tonnes métriques par année et en pourcentage de charge

Type d'utilisation du sol	Estimation de la charge provenant du bassin versant du Québec (mt/an)	Estimation de la charge provenant du bassin versant du Vermont (mT/an)	Charge totale estimée (mT/an)
Culture	1,7	7,4	9,1
Terres aménagées	3,3	4,5	7,8
Routes non pavées	2,2	4,3	6,5
Exploitation agricole	0,5	3,8	4,3
Forêt/arbustes	2,3	4,9	7,2
Golf	0,2	S.O.	0,2
Foin	1,9	9,8	11,7
Pâturage	1,3	3,0	4,3
Routes asphaltées	0,3	0,6	0,9
Installations septiques	1,0	1,3	2,3
Cours d'eau	S.O.	10,8	10,8
Plans d'eau/milieus humides	1,2	1,5	2,7
ITEU	0,2	0,6	0,8
Charge totale estimée	16,1	52,7	68,7

2.3.1. Sources agricoles — estimations de la TMDL

Du côté du bassin versant du Vermont, le ruissellement des terres agricoles constitue la principale source de charge de phosphore dans les tributaires du lac Memphrémagog (VDEC, 2017c).

D'après le modèle TMDL, on estime que le ruissellement agricole du bassin versant du Vermont contribue pour 24 mT/a de phosphore dans le lac Memphrémagog, soit 45,6 % de la charge totale du Vermont. On estime que l'agriculture au Québec contribue pour 5,4 mT/a de phosphore, soit 33,4 % de la charge totale du Québec.

2.3.2. Terrains aménagés — estimations de la TMDL

On estime que les terres aménagées contribuent pour 10,7 mT/a ou 20,5 % de la charge totale de phosphore du Vermont au lac Memphrémagog, qui provient des parcelles aménagées, des routes non pavées, des routes pavées et des installations septiques privées. Dans le bassin versant du Québec, les terres aménagées sont les plus importantes sources de phosphore, dont la contribution est estimée à 6,8 mT/a ou 42,2 % de la charge totale du Québec.

2.3.3. Sources ponctuelles — estimations de la TMDL

Le Vermont compte quatre stations municipales d'épuration des eaux usées qui se déversent dans le bassin versant du lac Memphrémagog. On estime qu'ensemble ces stations contribuent pour 0,6 mT/a ou 1,2 % de la charge totale de phosphore du Vermont dans le lac Memphrémagog (figure 2-12). La plus grande de ces stations d'épuration des eaux usées est située à Newport City; les trois autres sont situées respectivement à Barton, à Brighton et à Orléans (un village sous la juridiction municipale de Barton, au Vermont). La partie québécoise compte également quatre stations municipales d'épuration des eaux usées qui se déversent dans le bassin versant du lac Memphrémagog : deux dans la municipalité du Canton

de Stanstead (baie Fitch et Georgeville), une à Saint-Benoît-du-Lac et une dans la municipalité du Canton d'Orford (Vezina et Desilets, 2009; Orford, 2018). Au Québec, on estime que les stations d'épuration contribuent pour 0,2 mT/a ou 1 % de la charge totale de phosphore du Québec. Le

Site d'enfouissement de Coventry de NEWSVT

Dans le cadre du sondage mené auprès des parties prenantes, des préoccupations ont été exprimées au sujet de la charge potentielle de phosphore provenant du site d'enfouissement de Coventry de New England Waste Services of Vermont, Inc. (NEWSVT) et du traitement connexe des lixiviats dans le bassin versant. Des permis de construction et d'exploitation des eaux pluviales sont en place pour cette installation, qui exigent des pratiques de traitement qui limitent la charge potentielle de phosphore provenant du ruissellement des eaux pluviales. Le site d'enfouissement de Coventry représente également moins d'un pour cent de la superficie imperméable non liée aux routes du bassin versant du côté du Vermont. La station d'épuration des eaux usées de Newport a reçu du lixiviat du site d'enfouissement de Coventry, mais elle dispose d'un permis limitant la charge et d'un traitement destiné à éliminer le phosphore. Rien n'indique que les charges de phosphore ont augmenté avec le traitement du lixiviat à cette installation, et les niveaux de charges de phosphore sont demeurés bien en deçà de ce qui est permis pour cette station d'épuration (VDEC 2017b). D'après cette analyse, rien n'indique que le site d'enfouissement de Coventry ou son lixiviat constitue une source importante de nutriments

tableau 2-8 présente les estimations de la charge annuelle de phosphore en kg/année pour l'ensemble des stations dans le bassin versant. Ces valeurs ont été utilisées pour estimer les charges dans le modèle TMDL. Les installations de Saint-Benoît et d'Orford ont été mises à niveau après l'achèvement du modèle TMDL et les valeurs de charges ont alors été mises à jour.

Tableau 2-8 Estimations des charges annuelles de phosphore pour chaque station municipale d'épuration des eaux usées

Stations municipales d'épuration des eaux usées	Estimations de la charge annuelle de phosphore (kg/année)
Barton (VT)	113
Brighton (VT)	295
Baie Fitch (QC)	10
Georgeville (QC)	1
Newport (VT)	391
Orford (QC)	104
Orleans (VT)	35
Saint-Benoît (QC)	3

2.3.4. Sources récréatives - estimations de la TMDL

À l'heure actuelle, le Vermont n'a pas d'estimation de la charge de phosphore provenant de sources récréatives spécifiques comprises dans la TMDL. La seule source récréative contributive comptabilisée dans la TMDL au Vermont serait les terrains de golf, dont trois se trouvent dans le bassin versant du lac Memphrémagog; cependant, le phosphore provenant des terrains de golf est comptabilisé dans la partie du modèle TMDL du Vermont qui concerne les terrains aménagés. Il n'y a pas de stations de ski alpin dans le bassin versant du Vermont, mais on en trouve deux au Québec (monts Owl's Head et Orford). Au Québec, on estime que les six terrains de golf contribuent pour 0,2 mT/a de phosphore, soit 1,5 % de la charge totale du Québec. Une autre source récréative de nutriments dans le lac Memphrémagog qui n'a pas été estimée dans le modèle TMDL est la charge provenant des activités nautiques. Les activités nautiques causent l'érosion des rives dans un rayon de 300 m ou moins et la remise en suspension des sédiments dans les zones peu profondes du lac (Mercier-Blais et Prairie, 2014; Raymond et Galvez-Cloutier, 2015). L'impact du déversement des eaux noires par les bateaux sur le lac est inconnu, mais les stations

publiques de vidange gratuite sont situées seulement aux deux extrémités du lac, à Magog et à Newport.

2.3.5. Autres — Estimations de la TMDL

Les autres sources de phosphore représentent 17,2 mT/a ou 32,7 % de la charge totale du Vermont dans le lac Memphrémagog. D'après les estimations de la TMDL, ce pourcentage se répartit comme suit : 2,8 % pour l'eau et les milieux humides, 9,4 % pour les forêts et les arbustes et 20,5 % pour l'érosion des cours d'eau. L'érosion des cours d'eau est principalement causée par la conversion des terres naturelles en terres défrichées ou en terres agricoles. Au Québec, on estime que la charge provenant des forêts/arbustes et de l'eau/milieux humides représente 3,5 mT/a ou 21,9 % de la charge totale du Québec, soit 7,5 % pour l'eau/les milieux humides et 14,4 % pour les forêts/arbustes. Les estimations des charges attribuables à l'érosion des cours d'eau au Québec n'ont pas été calculées dans la TMDL. Au Vermont, on estime que la majeure partie de la charge de phosphore provenant de l'érosion des cours d'eau provient des tronçons inférieurs des rivières Black et Barton, dont il n'existe aucune rivière de taille semblable dans la partie québécoise du bassin versant. Pour cette raison, l'érosion des cours d'eau ne devrait pas représenter une source importante de charge pour les parties québécoises du bassin versant, mais une analyse approfondie est nécessaire pour le confirmer.

2.4. Effets des nutriments sur l'écosystème du lac Memphrémagog

Lorsque l'eutrophisation peut être un processus naturel de vieillissement des lacs caractérisé par une augmentation de la productivité d'un lac, l'apport excessif de nutriments (en particulier le phosphore, qui est le principal nutriment limitant pour les algues) provenant des activités humaines peut avoir plusieurs effets négatifs sur les écosystèmes aquatiques, comme le lac Memphrémagog :

- i) la diminution de la biodiversité et des changements de biotes dominants;
- ii) le déclin des espèces écosensibles et l'augmentation des espèces tolérantes;
- iii) l'augmentation de la biomasse végétale et animale;
- iv) l'augmentation de la turbidité;
- v) l'augmentation de la matière organique, entraînant une forte sédimentation;
- vi) le développement des conditions anoxiques (Environnement Canada, 2004).

2.4.1. Proliférations de cyanobactéries

Les cyanobactéries, aussi appelées « algues bleu-vert », sont des procaryotes aquatiques qui, dans de bonnes conditions, peuvent former des fleurs d'eau, ce qui correspond au résultat d'une phase de prolifération massive, entraînant une apparition importante de biomasse, qui peuvent persister plus ou moins longtemps selon le cas (Lavoie et *al.*, 2007b). Dans certaines conditions, les cyanobactéries remontent à la surface et s'accumulent sous forme d'écume. L'écume peut alors être balayée par le vent et se concentrer près du rivage. Certaines espèces sont capables de produire des composés toxiques appelés cyanotoxines. Le contact, l'ingestion ou l'inhalation de cyanobactéries ou de cyanotoxines peut avoir des répercussions sur la santé des oiseaux, des poissons et d'autres animaux sauvages, ainsi que des humains. Par ailleurs, les proliférations de cyanobactéries peuvent avoir des répercussions sur la baignade, d'autres activités récréatives et l'approvisionnement en eau, et certaines plages peuvent être fermées aux baigneurs. Les cyanotoxines peuvent être difficiles à éliminer de l'eau sans systèmes de traitement particuliers (Ellis, 2009).

Le phosphore est généralement le principal nutriment responsable de la prolifération des cyanobactéries (Lavoie et *al.*, 2007b). Certains facteurs météorologiques ont également une incidence sur l'accumulation de cyanobactéries, puisqu'ils ont des répercussions sur la stratification thermique des lacs : les périodes calmes et les températures élevées favorisent la stabilité de la colonne d'eau qui profite aux cyanobactéries. Si le phosphore et la stabilité de la colonne d'eau semblent être les principaux facteurs responsables de la prolifération des cyanobactéries, l'azote est également un facteur déterminant dans la production des toxines selon plusieurs études (Lavoie et *al.*, 2007b). Les changements climatiques peuvent stimuler la formation de proliférations d'algues en augmentant la température de l'eau et la fréquence des événements de pluie de forte intensité. Plusieurs espèces de cyanobactéries se développeront davantage lorsque les eaux sont plus chaudes. De plus, les événements de pluie de forte intensité lessivent le sol et entraînent une augmentation du phosphore dans les plans d'eau.

Entre 2006 et 2018, 145 observations de prolifération de cyanobactéries ont été rapportées par des citoyens, des organismes ou des municipalités au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) du côté québécois du lac Memphrémagog (annexe 2-5). La plupart des observations de prolifération ont été signalées dans les baies Fitch

(38), Greene (26) et Magog (19), en particulier en 2007 (18), en 2008 (30) et en 2012 (20). Les 145 proliférations de cyanobactéries signalées n'ont pas toutes fait l'objet d'analyse en laboratoire par le MELCC en vue d'une confirmation de la présence d'une prolifération. Le MELCC estime que 20 000 cellules/mL correspondent à la présence d'une prolifération. De 2004 à 2018 inclusivement, 39 échantillons ont confirmé la présence d'une prolifération de cyanobactéries ($\geq 20\,000$ cellules/mL) sur les 149 échantillons analysés au microscope par le MELCC (MELCC, 2019, données non publiées).

Entre 2006 et 2017, 11 observations de cyanobactéries ont été effectuées par des sentinelles bénévoles sur la portion vermontoise du lac Memphrémagog. Les résultats présentés ne signifient pas nécessairement que la question des cyanobactéries est plus importante dans la partie québécoise du lac. Les méthodes de surveillance et d'échantillonnage des cyanobactéries sont différentes au Québec et au Vermont, et les résultats ne sont pas comparables. L'annexe 2-5 donne la date et le lieu des observations enregistrées. Des banques de données complètes existent dans le cadre de bilans annuels de surveillance des bénévoles du Vermont de 2012 à aujourd'hui : ils sont accessibles en ligne à l'adresse <http://www.healthvermont.gov/tracking/cyanobacteria-tracker> (en anglais seulement).

2.4.2. Hypoxie

L'hypoxie, ou faible teneur en oxygène, est généralement définie comme des niveaux d'oxygène dissous égaux ou inférieurs à 2-3 mg/L (Arend, 2011). Elle se produit dans la couche inférieure (hypolimnion) de certaines zones très productives des lacs, généralement à la fin de l'été. Au fur et à mesure que la matière organique telle que les algues se décompose, les bactéries consomment de l'oxygène dans la colonne d'eau, ce qui entraîne un appauvrissement en oxygène. Dans la mesure où la charge en éléments nutritifs peut augmenter la fréquence, la densité et la durée des proliférations d'algues, la charge en éléments nutritifs augmente indirectement la fréquence et la superficie de l'hypoxie dans les lacs. L'hypoxie peut avoir un impact négatif sur les poissons. Elle peut limiter la croissance, la survie et la capacité de reproduction des poissons, entraîner des changements dans la répartition des espèces et, moins fréquemment, entraîner la mort de poissons. Dans les cas extrêmes, l'anoxie (absence d'oxygène) peut entraîner la libération de phosphore lié au fer dans les sédiments et peut représenter une charge supplémentaire en phosphore dans un plan d'eau.

Des profils d'oxygène dissous ont été relevés six fois par année entre mai et août, de 2013 à 2016, à 10 stations du lac Memphrémagog (MCI, 2013a; 2014b; 2015c; 2016d). L'un de ces profils a aussi été réalisé en octobre 2016, aux 10 stations. Ces résultats montrent que l'hypoxie n'a jamais été observée à trois des 10 stations (à la rivière Magog, à la baie Sargent et à la partie centrale du lac où le câble de l'oxymètre n'atteint pas le fond). L'hypoxie a été mesurée en de rares occasions au fond de six stations (d'une à trois fois au cours des 24 jours d'échantillonnage; sites 03020090, 03020092, 03020093, 03020094, 03020096, 03020246 de la figure 2-6, voir annexe 2-6). L'hypoxie est fréquente à une seule station, aux 4 derniers mètres de la station sud-ouest de la baie Fitch, qui a environ 17 mètres de profondeur (site 03020092). Le fond de cette station présente de faibles concentrations d'oxygène chaque année du mois de juillet jusqu'à la fin de la saison d'échantillonnage. Des profils fréquents ont été pris au Vermont depuis 2005 à South Bay et à deux endroits au centre du lac principal au Vermont. Seuls des cas isolés d'hypoxie ont été mesurés à un mètre au-dessus du fond dans les stations du lac principal (Memph 03 et Memph 04 de la figure 2-6). Le modèle de lac segmenté mis au point pour la TMDL du lac Memphrémagog n'indiquait aucune charge interne importante de phosphore provenant de l'un ou l'autre des segments du lac. Il est nécessaire de mieux caractériser le potentiel de charge interne de phosphore, particulièrement en tenant compte des changements dans la durée de la stratification, qui peuvent survenir avec les changements climatiques.

2.4.3. Effets sur la faune et la flore aquatiques

Lorsque le phosphore devient trop abondant, il provoque une croissance excessive des plantes aquatiques et influe sur la composition de la faune aquatique présente. Il est difficile de caractériser l'effet des nutriments sur la faune du lac Memphrémagog, car peu de projets ont étudié l'évolution de la faune et de la flore. En 2004 et en 2005, le projet Opération Santé du Lac décrivait l'état de la zone littorale autour du lac Memphrémagog (sédiments, plantes aquatiques et algues vertes) (RAPPEL et MCI, 2005; 2006). L'étude a montré que des régions du littoral présentent une accumulation considérable de particules fines, une prolifération de plantes aquatiques, des communautés importantes de myriophylle à épi et des algues vertes abondantes. En 2015, une étude à la baie Fitch a montré une augmentation de la couverture des plantes aquatiques sur le littoral de 41 % à 55 % entre 2004 et 2015 (MCI, 2016b).

Depuis 2002, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a inventorié 32 espèces de poissons du lac Memphrémagog, dont cinq espèces de salmonidés, comme le touladi (*Salvelinus namaycush*) et la ouananiche (*Salmo salar*), des espèces indicatrices d'un environnement de qualité (MFFP, 2018, données non publiées). Comme il a été expliqué précédemment, les proliférations d'algues et l'hypoxie peuvent avoir des impacts différents sur les communautés de poissons. Les matières en suspension riches en nutriments ont également des impacts sur la faune : elles provoquent l'abrasion des branchies des poissons, remplissent les frayères, diminuent les concentrations d'oxygène dissous dans l'eau et créent des fonds boueux favorables à l'implantation et à la croissance des plantes aquatiques. Les impacts des matières en suspension sont plus visibles à la sortie de certains tributaires du lac Memphrémagog, comme les ruisseaux Castle et Fitch, où des deltas se sont formés (JFSA, 2016; Beaudin et al., 2017).

Plusieurs espèces de plantes exotiques envahissantes et une espèce d'animaux exotiques envahissants se trouvent dans le lac Memphrémagog, incluant le myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*), le potamot crépu (*Potamogeton crispus*), le chara étoilé (*Nitellopsis obtusa*) et la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) (RAPPEL et MCI, 2005; 2006; VDEC, 2015; Picard et Doyon, 2018). Le myriophylle à épi est la plante exotique envahissante la plus abondante au lac Memphrémagog : on la retrouve dans presque toute la zone littorale du lac (RAPPEL et MCI, 2005; 2006; MELCC, 2018). Le potamot crépu est présent dans diverses zones autour du lac (RAPPEL et MCI, 2005; 2006). Le chara étoilé a été observé en 2015 à Scott's Cove, dans la partie du Vermont du lac Memphrémagog. Il a depuis été observé à South Bay et au large du lac au Vermont, mais n'a pas encore été observé au Québec (VDEC, 2015a). L'établissement de colonies de moules zébrées a été confirmé en 2018 au Québec, mais aucune moule zébrée n'a été trouvée au Vermont (Picard et Doyon, 2018).

2.4.4. Répercussions sur la santé humaine et impacts socio-économiques

La charge en éléments nutritifs dans un écosystème aquatique peut nuire à la santé humaine et à l'économie locale de nombreuses façons : i) le traitement de l'eau potable peut être difficile et coûteux; ii) l'approvisionnement en eau peut avoir un goût ou une odeur inacceptable; iii) l'eau peut être nocive pour la santé; iv) la valeur esthétique ou récréative du plan d'eau peut diminuer; v) la croissance des macrophytes peut nuire au débit et à la navigation; vi) des espèces importantes

pour l'économie locale (comme les salmonidés) peuvent disparaître (Environnement Canada, 2004).

La charge en éléments nutritifs peut avoir des effets néfastes sur la santé des utilisateurs du lac en augmentant le risque de dermatite du baigneur (ou dermatite cercarienne) et la fréquence de la prolifération des cyanobactéries dans le lac Memphrémagog. La dermatite du baigneur est une réaction immunitaire causée par les schistosomes, des parasites présents dans les escargots et les oiseaux aquatiques. Elle se produit après que les personnes soient infectées par un stade de transmission libre du parasite, la cercaire, qui émerge de l'escargot à la recherche de l'hôte suivant. Le parasite est incapable d'achever son cycle de vie chez l'homme, et la cercaire meurt dans la peau humaine, provoquant des papules qui démangent jusqu'à dix jours. Le risque de dermatite du baigneur en France et en Russie a été lié à l'eutrophisation, car les nutriments augmentent la population d'escargots et d'oiseaux (Locke et Marcogliese, 2005). Dans le lac Memphrémagog, les tendances de cette fréquence d'infection sont inconnues, mais 23 cas ont été enregistrés sur la rive québécoise du lac Memphrémagog à l'été 2013 (MCI, 2013b).

Concernant les impacts des cyanobactéries sur la santé humaine, pour la province de Québec, la norme sanitaire est de 1,5 µg/L pour la microcystine-LR (MC-LR) toxicité équivalente pour l'eau potable selon le *Règlement sur la qualité de l'eau potable*, Chapitre Q-2, r. 40 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. La ligne directrice pour la baignade et les autres activités récréatives où il y a contact avec l'eau est inférieure à 16 µg/L pour la MC-LR toxicité équivalente (INSPQ, 2017). Une étude épidémiologique effectuée dans trois lacs de la province de Québec a révélé que le risque de symptômes gastro-intestinaux sévères lors d'activités récréatives où il y a contact direct ou indirect avec l'eau augmente selon les classes d'abondance des cyanobactéries : moins de 20 000 cel/mL; de 20 000 à 100 000 cel/mL et plus de 100 000 cel/mL (Lévesques et *al.*, 2014).

Les concentrations de microcystine-LR toxicité équivalente dans les proliférations de cyanobactéries du lac Memphrémagog ont été évaluées par le MELCC entre 2004 et 2018 (Comité directeur Québec/Vermont, 2008; MELCC, 2018, données non publiées). Sur les 39 échantillons de cyanobactéries dont la floraison a été confirmée au microscope ($\geq 20\,000$ cellules/mL), 30 ont été analysés pour les microcystines. Les résultats de la microcystine sont :

- 17 échantillons sans détection de microcystine;

- 8 échantillons avec détection de microcistine mais toxicité inférieure à 1,5 µg/L pour la MC-LR toxicité équivalente;
- 4 échantillons de 1,5 µg/L à moins de 16 µg/L pour la MC-LR toxicité équivalente. Notez que le maximum de 1,5 µg/L ne devrait normalement pas s'appliquer aux eaux lacustres. Il s'agit d'une norme pour l'eau potable. La valeur normale devrait donc être appliquée à l'eau du robinet après un traitement de l'eau;
- 1 échantillon supérieur à la ligne directrice pour les activités récréatives de 16 µg/L pour la MC-LR toxicité équivalente¹.

Afin de prévenir les effets des proliférations de cyanobactéries sur la santé humaine, le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) recommande de rester à plus de 3 m d'une prolifération de cyanobactéries, d'éviter tout contact avec celle-ci, d'éviter tout contact direct ou indirect avec l'eau 24 heures après sa disparition et de se rincer rapidement avec de l'eau non contaminée après un contact accidentel (gouvernement du Québec, 2019a).

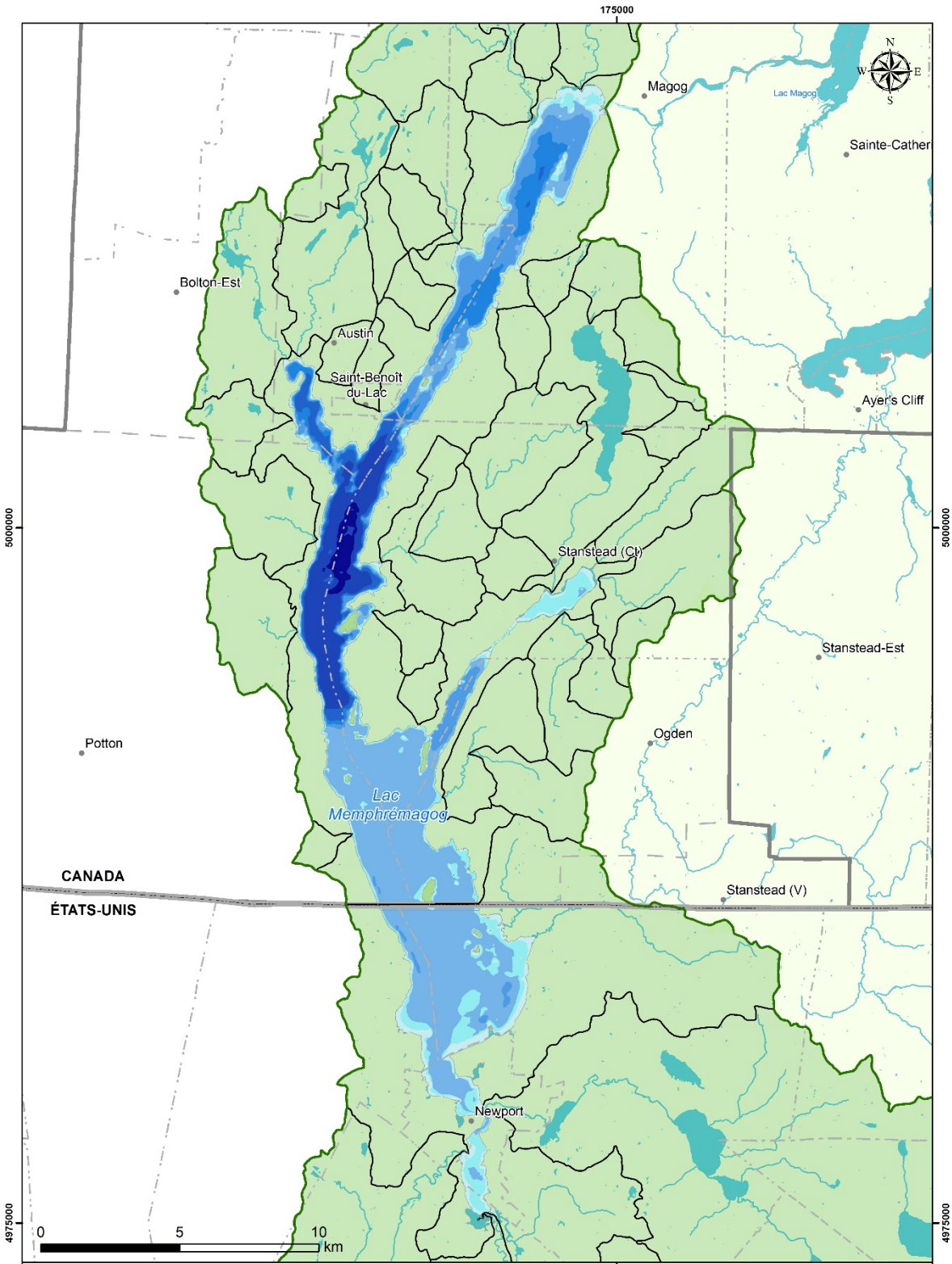
L'incidence des proliférations de cyanobactéries peut également avoir des effets socio-économiques sur les utilisateurs du lac. Des avis préventifs de non-consommation de l'eau potable avaient été émis en 2007 à Pottion et à Saint-Benoît-du-Lac (MDDEFP, 2014). Certains résidents autour du lac qui possèdent leur propre prise d'eau peuvent avoir évité ou cessé d'utiliser le lac Memphrémagog comme source d'eau potable. Des avertissements préventifs publics et des fermetures de plages sont parfois émis dans les zones de baignade au Québec et au Vermont. Le dernier avertissement émis en raison de la présence de proliférations de cyanobactéries était entre le 1^{er} et le 4 juillet 2018 pour une plage de Magog (Doyon, S., MCI, 2019, commentaires personnels). L'impact des proliférations de cyanobactéries sur les valeurs des propriétés autour du lac Memphrémagog est inconnu, mais une diminution de la valeur des propriétés a été observée autour d'autres plans d'eau (Blais, 2002).

Il est difficile de mesurer comment l'augmentation du recouvrement des plantes aquatiques et des concentrations de matières en suspension (qui ont une incidence sur la qualité esthétique de l'eau) influent sur les activités récréatives, les activités touristiques et les valeurs immobilières autour du lac Memphrémagog. Un exemple d'effet socio-économique est la réduction de la pratique de la

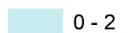

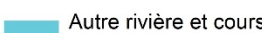


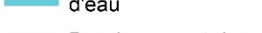


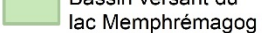


¹ Notez que les densités de cyanobactéries et les concentrations de cyanotoxines changent rapidement dans le temps et dans l'espace. Ces résultats montrent donc des images pour des heures et des jours précis et des endroits précis dans le lac.

navigation de plaisance dans certains secteurs. Un segment du ruisseau Castle a été redressé au début des années 1960 pour permettre la navigation jusqu'au lac Memphrémagog (JFSA, 2016). La capacité de naviguer dans ce tributaire était un incitatif important à l'achat d'une résidence pour les personnes qui sont arrivées après cette modification importante du ruisseau Castle. Depuis, le ruisseau a commencé à se remplir de sédiments principalement en raison d'un réajustement morphologique normal du segment redressé (JFSA, 2016). La pratique de la navigation de plaisance est maintenant menacée dans ce secteur. On estime que les pratiques de gestion optimales réduiraient la charge de sédiments de 5 à 15 % de la charge annuelle totale et permettraient de prolonger la pratique de la navigation dans ce secteur (JFSA, 2016).

Annexe 2-1
Bathymétrie du lac Memphrémagog



Légende - Bathymétrie (profondeur en mètres)

- | | | | | | |
|---|---------|---|-----------|---|---|
|  | 0 - 2 |  | 20 - 30 |  | Autre rivière et cours d'eau |
|  | 2 - 5 |  | 30 - 50 |  | Bassin versant du lac Memphrémagog |
|  | 5 - 10 |  | 50 - 100 |  | Bassin versant de la rivière Saint-François |
|  | 10 - 20 |  | 100 - 150 | | |

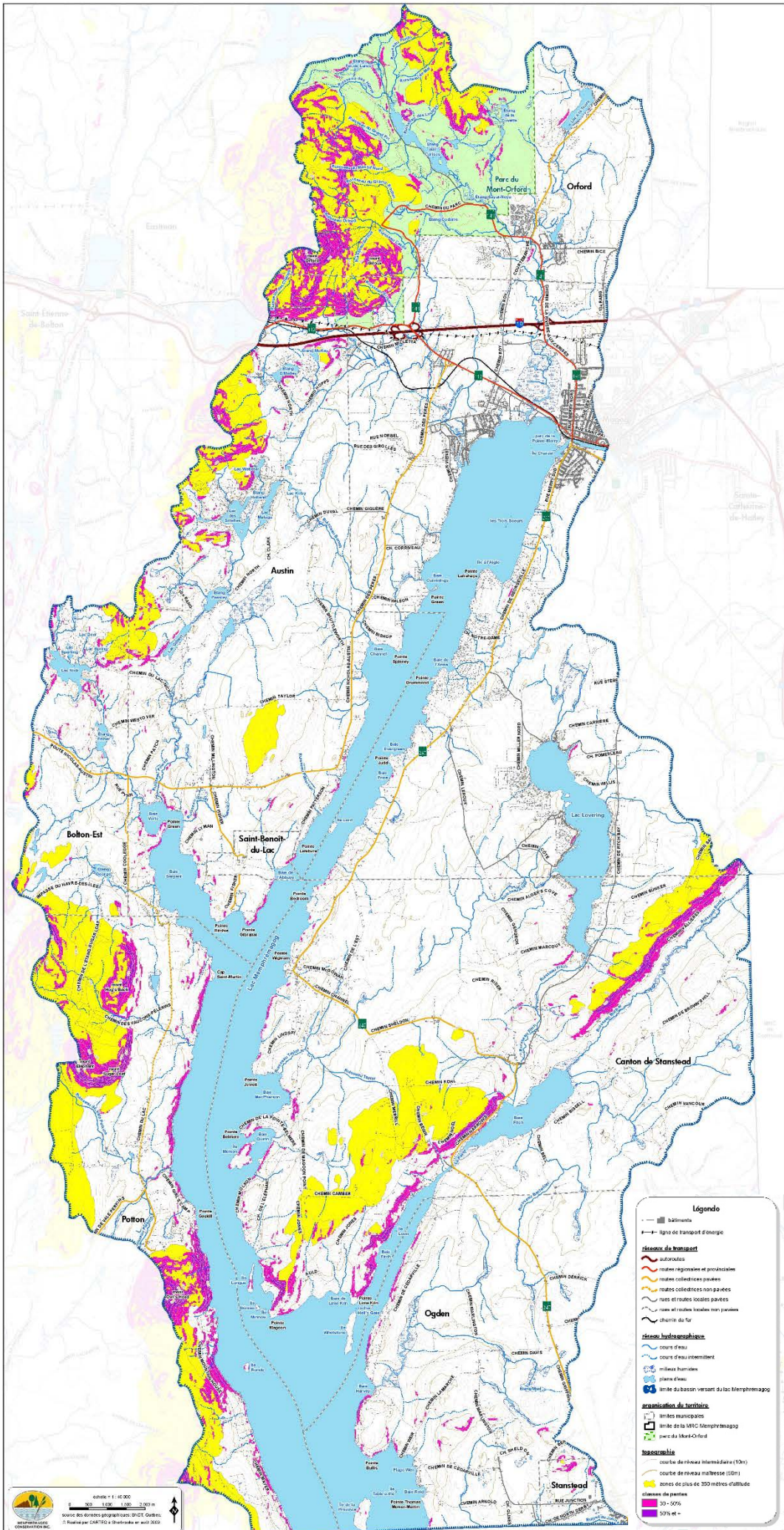
- | | |
|--|--------------------------|
|  | Limite de bassin versant |
|  | MRC et County |
|  | Municipalité |
|  | Frontière |

Sources des données:
 © Gouvernement du Québec
 © Service hydrographique du Canada
 © US Environmental Protection Agency
 © Vermont Department of Environmental Conservation
 Tous droits réservés
 Octobre 2019



Annexe 2-2

**Côté canadien du bassin versant du lac Memphrémagog : pentes
abruptes et zones d'élévation supérieures à 350 m**

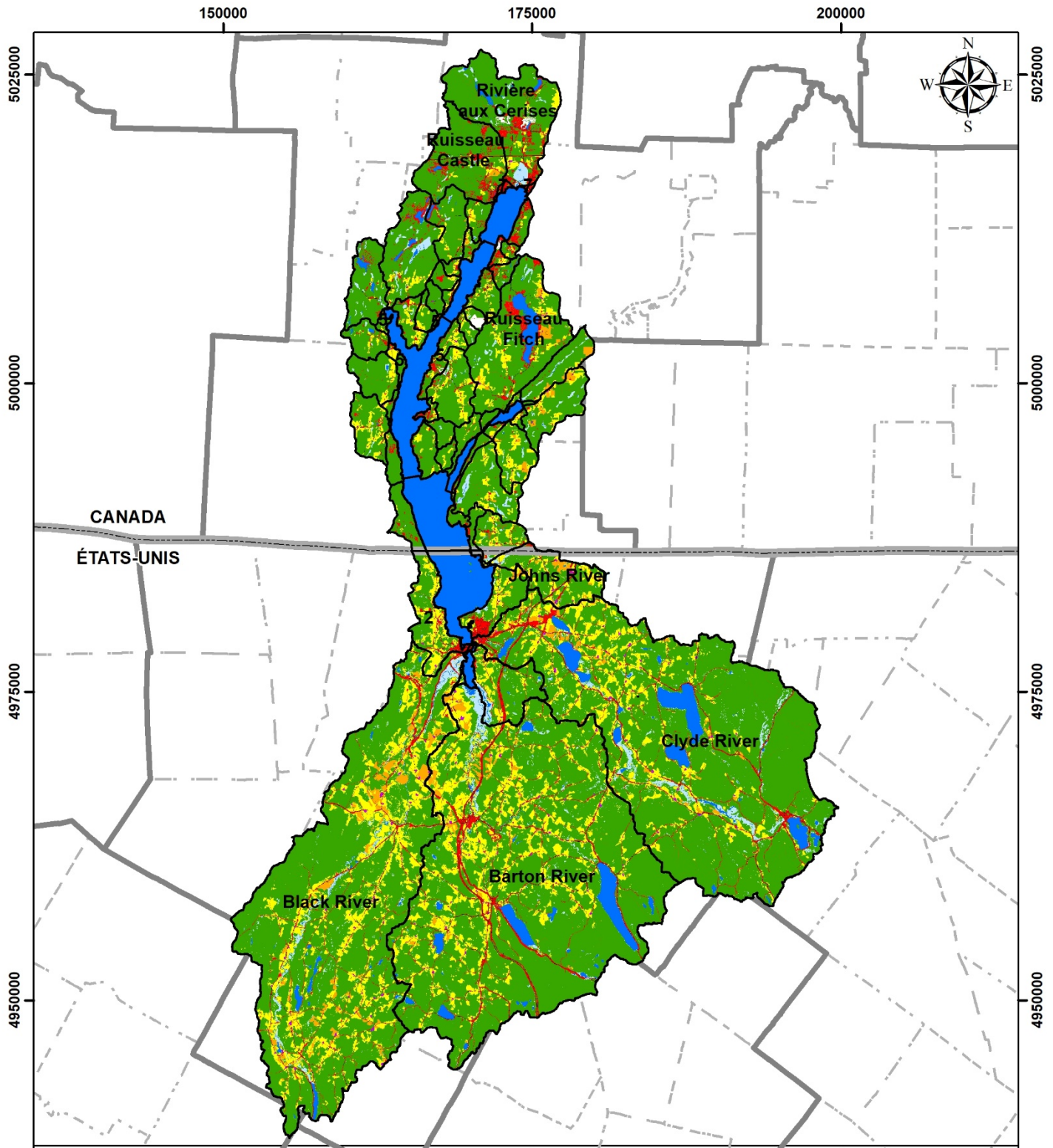


Légende

- bâtiment
- ▲— ligne de transport d'énergie
- réseau de transport**
- ▲— autoroute
- ▲— routes régionales et provinciales
- ▲— routes collectives pavées
- ▲— routes collectives non pavées
- ▲— rues et routes locales pavées
- ▲— rues et routes locales non pavées
- ▲— chemin du fer
- réseau hydrographique**
- ▲— cours d'eau
- ▲— cours d'eau intermittents
- ▲— milieux humides
- ▲— plans d'eau
- ▲— limite du bassin versant du lac Memphringapp
- organisation du territoire**
- ▲— limites municipales
- ▲— limite de la MRC Memphringapp
- ▲— parc du Mont-Orford
- topographie**
- ▲— courbe de niveau intermédiaire (10m)
- ▲— zones de plus de 350 mètres d'altitude
- ▲— élévation des pentes
- ▲— 30 - 50%
- ▲— 50% et +

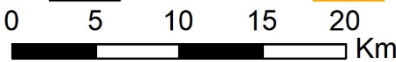
échelle 1:40 000
 0 200 400 600 800 1 000 1 200 m
 source des données géographiques: SNGC Québec
 © Réseau par CARTO et OpenStreetMap en août 2019

Annexe 2-3
Carte de l'utilisation des terres du bassin versant du lac
Memphrémagog



Légende - Utilisation du sol

- | | | | |
|---------------------------|---------------|--------------------|------------------|
| Frontière | Eau | Milieu anthropique | Ferme |
| MRC et County | Milieu humide | Chemins de terre | Foin ou pâturage |
| Municipalité | Forêt | Routes pavées | Culture annuelle |
| Limites de bassin versant | | | |

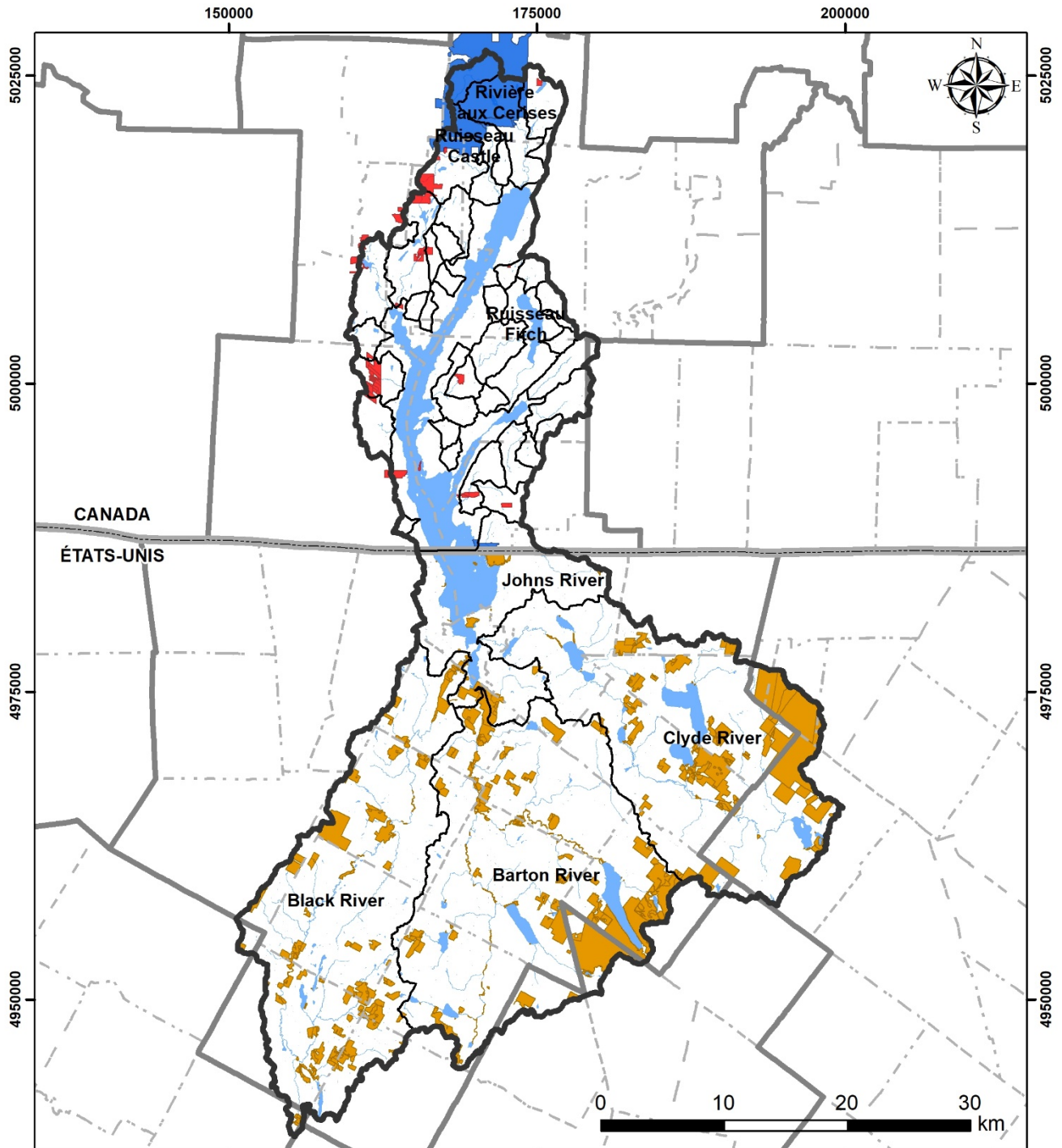


Sources des données:
 © Gouvernement du Québec
 Tous droits réservés
 Juillet 2019










Projection MTM7 Nad 83
 EPSG : 2949

Annexe 2-4
Aires protégées dans le bassin versant du lac Memphrémagog,
Canada et États-Unis



Légende - Aires protégées

- | | | | |
|---|------------------------|---|--------------------------|
|  | Aire protégée privée |  | Frontière |
|  | Aire protégée publique |  | MRC et County |
|  | Aire protégée |  | Municipalité |
| | |  | Limite de bassin versant |

Sources des données:
 © Gouvernement du Québec
 © Corridor appalachien (2019)
 © VT Center for Geographic Information
 © U.S. Geological Survey
 Tous droits réservés
 Octobre 2019



Projection MTM7 Nad 83
 EPSG : 2949

seulement la superficie à l'intérieur du bassin versant est montrée. Au Québec, il existe une différenciation entre les aires protégées privées et publiques.

Annexe 2-5

Observations signalées de cyanobactéries dans le lac Memphrémagog, au Canada et aux États-Unis

Tableau 2-9. Observations de cyanobactéries signalées dans la partie québécoise du lac Memphrémagog, 2006-2018

Date	Secteurs touchés
25-août-06	Quai Cedarville
06-oct-06	Chemin Carlton Oliver Potton; Baie Verte
10-nov-06	Plage Southière
18-juin-07	Baie verte
25-juin-07	Baie Verte
03-juil-07	Quai Forand Baie Fitch
10-juil-07	Baie Fitch; Baie Verte
31-juil-07	Baie Verte
02-août-07	Baie Macpherson
18-sept-07	Marina Baie Fitch
23-sept-07	Baie Channel
27-sept-07	Chemin Carlton Oliver Potton; Entrée Baie Fitch à la pointe de l'île Wetstone
18-oct-07	Baie Verte
19-oct-07	Baie Verte
04-nov-07	Chemin Viens Magog
05-oct-07	Baie Sarge; Baie Quinn; knowlton landing
06-oct-07	Entre l'Abbaye et quai Bryant
22-juin-08	Baie Channel; Baie Verte
23-juin-08	Baie Channel; Baie Verte; saint-Benoît-du-lac
25-juin-08	Entre Southière-sur-le-lac et la Baie Cummins; Baie Channel; Baie Verte
26-juin-08	Club Hermitage; Baie de l'Anse; Marina Magog
27-juin-08	Club Hermitage; Baie Fitch
29-juin-08	Knowlton Landing; Baie Verte
06-juil-08	Pointe Bullis
20-juil-08	la Baie Cummins jusqu'à Bryant's Landing à Austin
05-août-08	Baie Fitch
11-août-08	Baie Verte
13-sept-08	Owl's Head à Newport; Baie Fitch
23-sept-08	Villa de l'Anse
13-oct-08	Côté est de Magoon Point, Club Hermitage
15-oct-08	Club Hermitage
18-oct-08	Plage Southière au Quai Bryant
26-oct-08	Baie Verte
27-oct-08	Baie Verte
06-nov-08	Baie Sargent
08-nov-08	Baie Verte
19-juin-09	Baie Fitch
23-juin-09	Baie Verte
28-juin-09	Baie Verte
09-juil-09	Plage des cantons
04-oct-09	Baie verte
13-juin-10	Baie Channel; Quai Bryant ; Baie Verte; Baie Sargent; Plage Southière; Marina Saint-Benoît;
14-juin-10	Baie Fitch
18-juin-10	Marina Saint-Benoît; Chemin William Abbott Potton
22-juin-10	Baie Quinn

10-juin-11	Quai Bryant
19-juil-11	Tout le lac
28-juil-11	Marina Merry Club
20-sept-11	Baie Fitch (parc Forand)
25-sept-11	Owl's Head jusqu'au ligne américaine
19-oct-11	Baie Fitch
27-oct-11	Baie Fitch
15-nov-11	Baie Verte
24-nov-11	Baie Fitch (chemin Bombardier)
06-déc-11	Baie Sargent
01-juil-12	Magog à Baie Sargent; Baie Verte
11-juil-12	Tout le lac
13-juil-12	Baie Verte
15-juil-12	Chemin William Abbott Potton; plage Ouest Quai Macpherson
16-juil-12	Chemin Knowlton Landing
20-juil-12	Chemin Fischer Austin;
21-juil-12	Descente 22 Ogden
23-juil-12	Descente 22 Ogden
28-juil-12	Quai Vale Perkins
29-juil-12	Baie Fitch
09-août-12	Baie Fitch
24-août-12	Chemin Narrow Baie Fitch
02-sept-12	Pointe Magoon; Baie Fitch
02-oct-12	Baie Fitch; Baie Lime Kiln
12-oct-12	Baie Fitch (chemin Bosquets fleury)
26-oct-12	Baie de Magog
13-juin-13	Baie de l'Anse; Baie Sargent; Baie Greene; centre du lac près de l'île Lord
26-juin-13	Baie Greene; Baie Sargent
27-juin-13	Baie Greene
22-juil-13	Baie Sargent
17-août-13	Baie Fitch
12-oct-13	Chemin Viens Magog
29-oct-13	Owl's Head
30-juil-14	Baie de Magog
19-sept-14	Baie Fitch
17-nov-14	Baie Fitch
30-juin-15	Marina Merry Club
07-juil-15	Baie de Magog (plage Ouest)
25-juil-15	Baie Fitch
29-juil-15	Baie Fitch
07-août-15	Baie Fitch (parc Forand)
08-août-15	Baie Fitch (nord-est)
22-août-15	Baie Fitch (nord-est)
01-sept-15	Baie Fitch (nord-est)
02-sept-15	Baie Fitch (chemin Bosquet Fleury)
21-sept-15	Baie Fitch (chemin Bosquet Fleury)

25-juin-16	Tout le lac
28-juin-16	Baie Greene
29-juin-16	Rue Merry sud Magog
12-juil-16	Baie Greene; Quai Bryant; Chemion Glassford
02-août-16	Baie Fitch (nord-est)
09-août-16	Baie Fitch (chemin Bedwell)
20-août-16	Baie Fitch (nord-est)
02-sept-16	Marina Merry Club
19-juin-17	Baie de Magog (plage Ouest et plage Est)
20-juin-17	Chemin Arrow Head Stanstead
27-juin-18	Baie Vert; Baie Sergent; Ruisseau Castle; Pointe Merry
29-juin-18	Baie Sergent; Baie du Yacht Club
30-juin-18	Baie Fitch; Pointe Magoon
04-juil-18	Marina Le Merry Club
07-août-18	Baie Fitch (nord-est)
12-août-18	Chemin Narrow Baie Fitch
27-août-18	Baie Fitch (nord-est)
14-sept-18	Baie Fitch

(MELCC, 2018, données non publiées)

Tableau 2-10. Cyanobactéries signalées dans la partie du Vermont du lac Memphrémagog par des observateurs bénévoles, 2006-2017

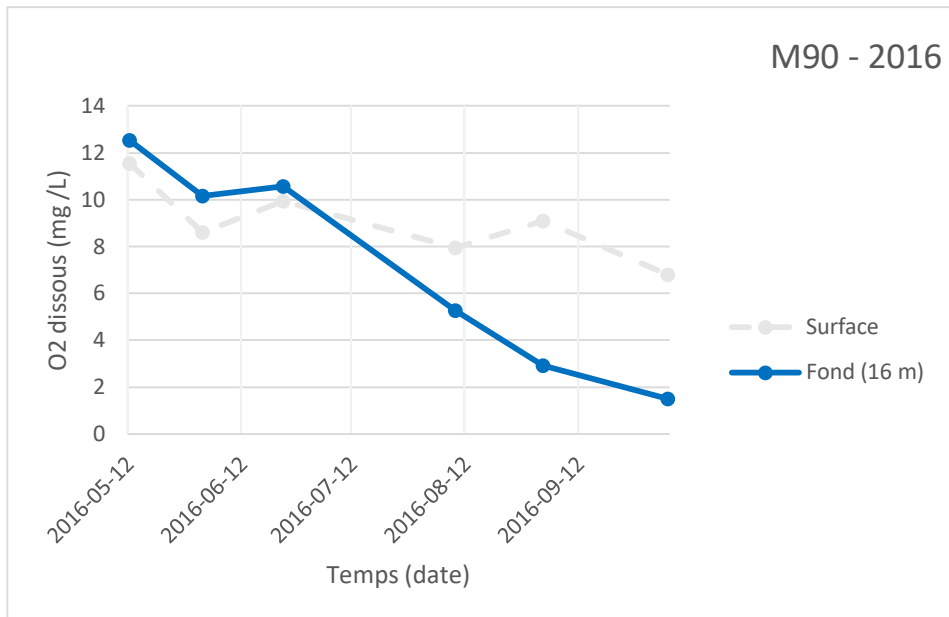
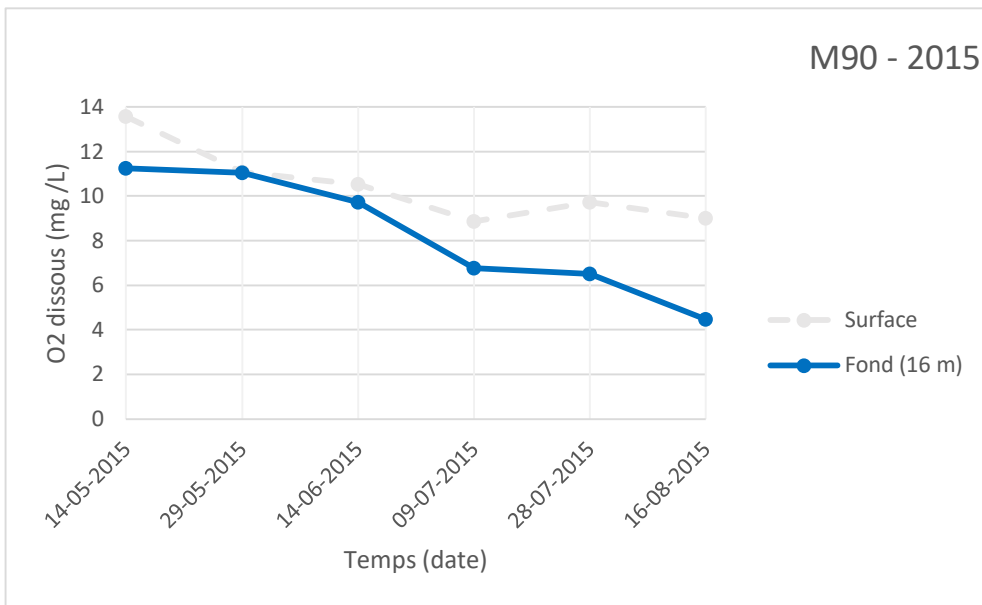
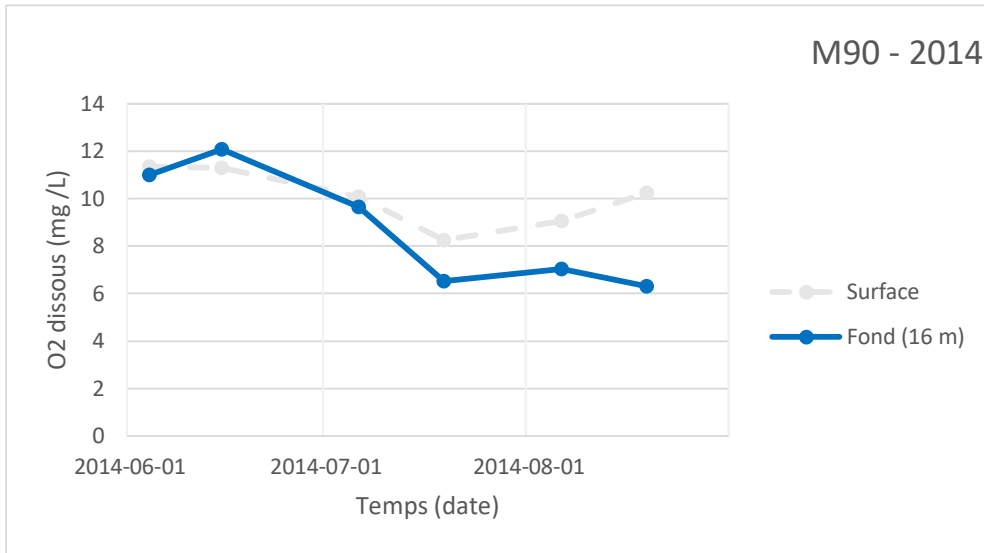
Date	Lieu
17-août-06	Eagle Point
12-sept-06	Newport waterfront
09-juin-10	Derby Bay
12-oct-10	Prouty Bay
26-oct-10	North Derby Bay
24-oct-11	Eagle Point WMA
02-oct-12	Newport et rivage est, juste au sud de la frontière
23-sept-15	Derby Bay
27-sept-16	Eagle Point WMA
12-sept-17	Quai de Newport
14-sept-17	Quai de Newport

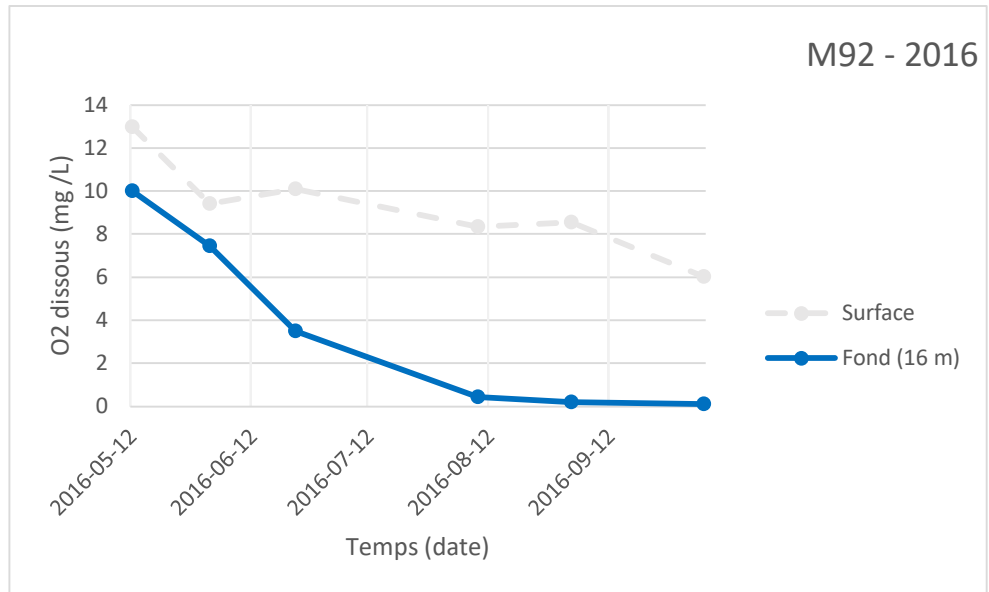
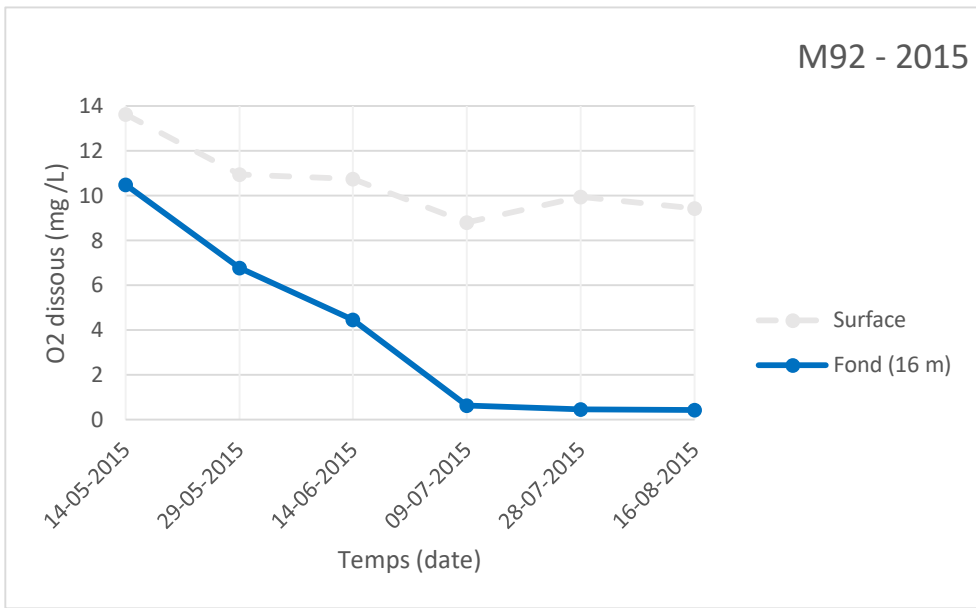
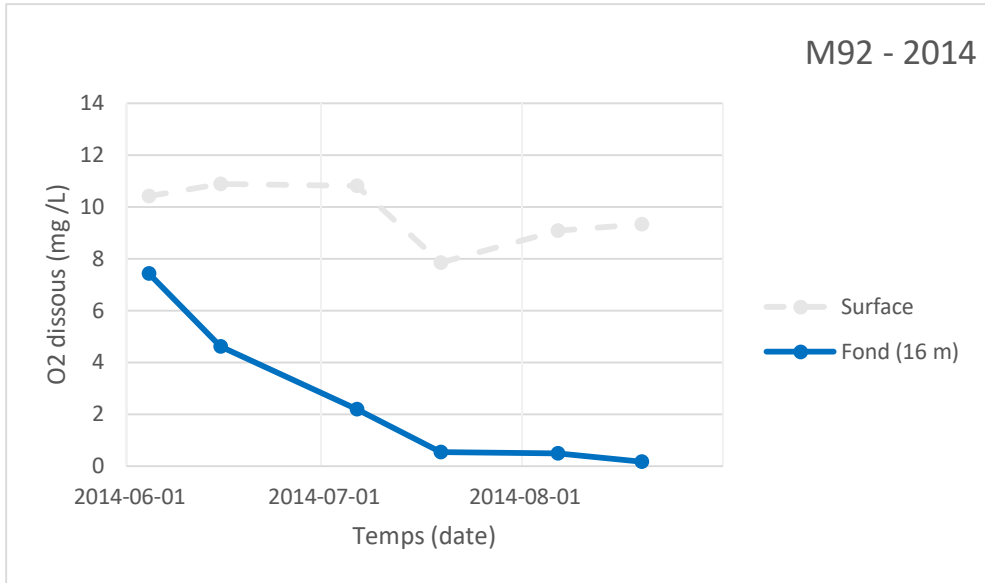
(Vermont Department of Health, 2018; K Lambert, commentaires personnels, 2018)

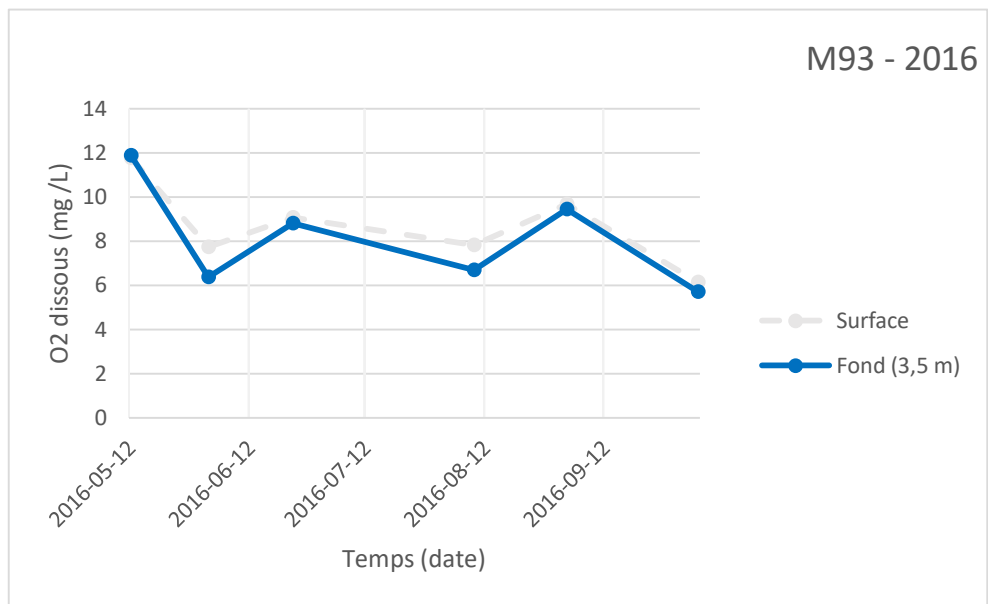
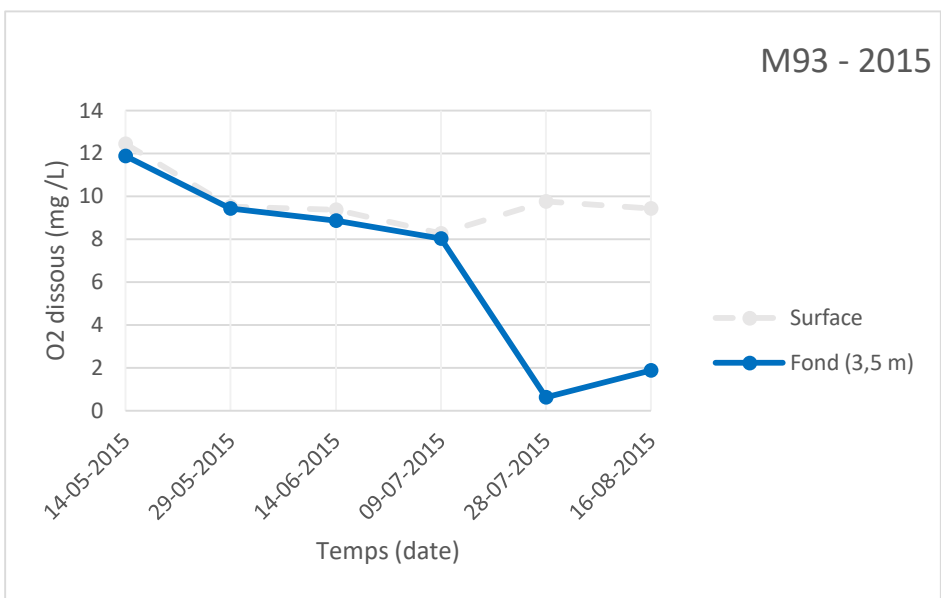
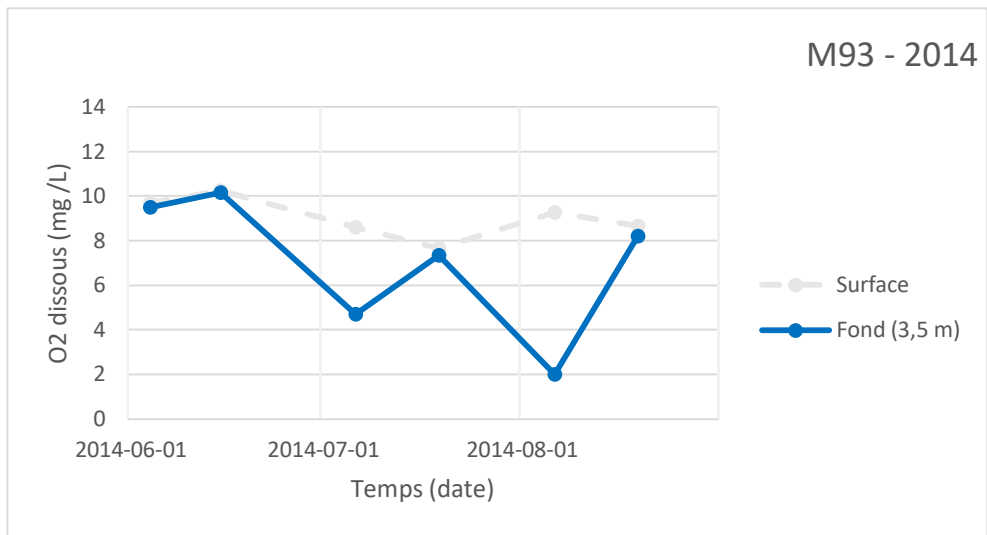
Annexe 2-6

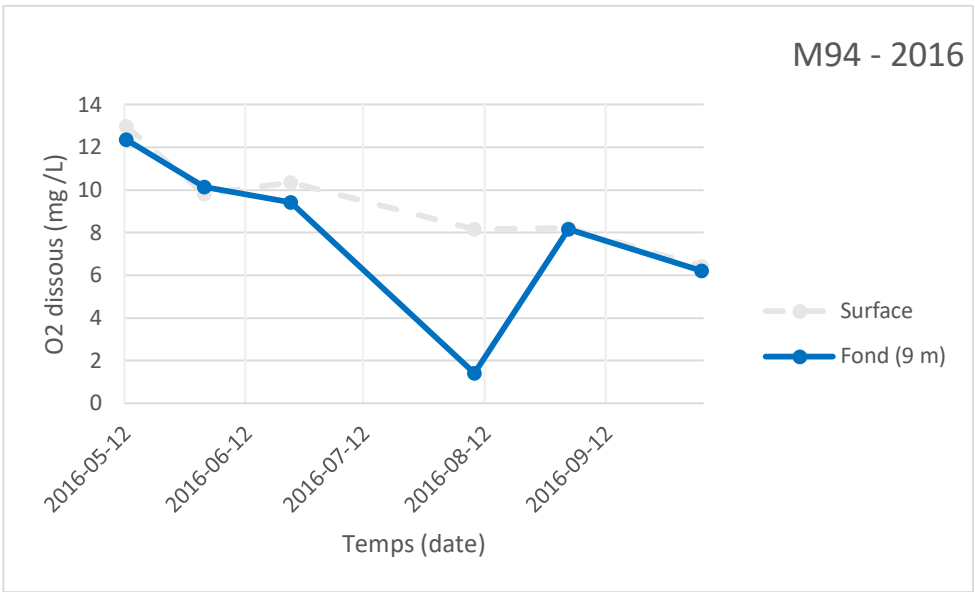
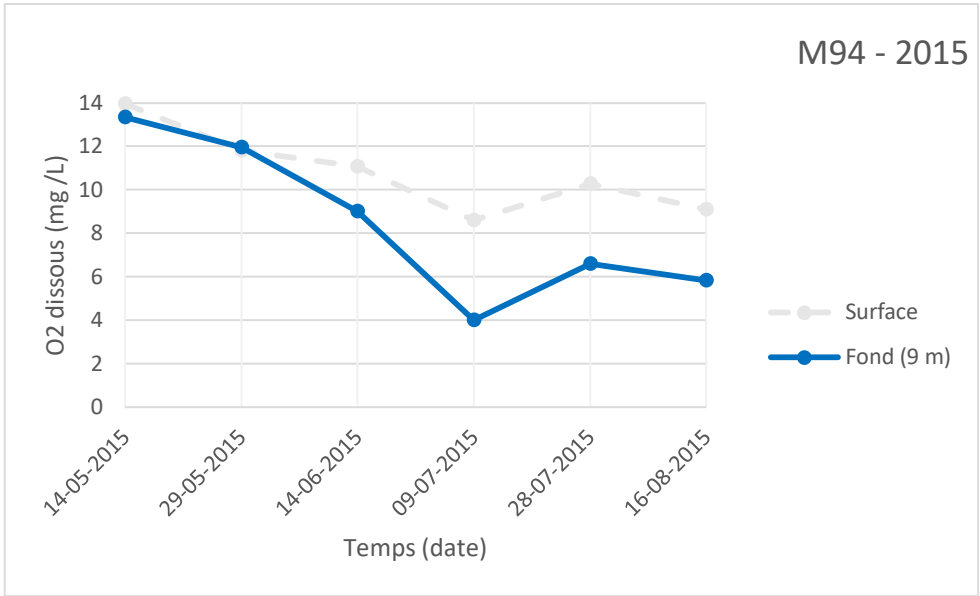
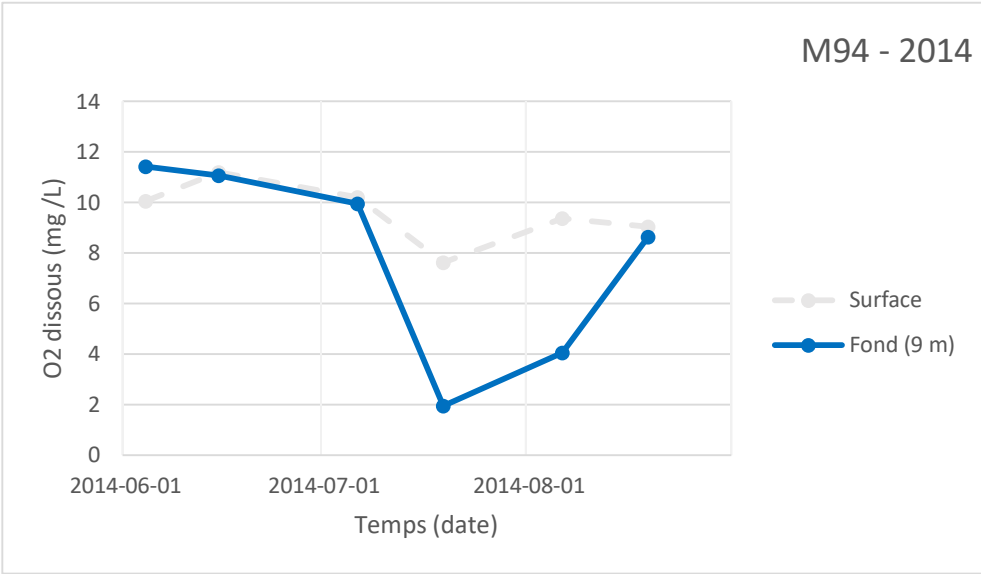
Concentrations d'oxygène dissous à 8 stations du lac Memphrémagog entre 2014 et 2016

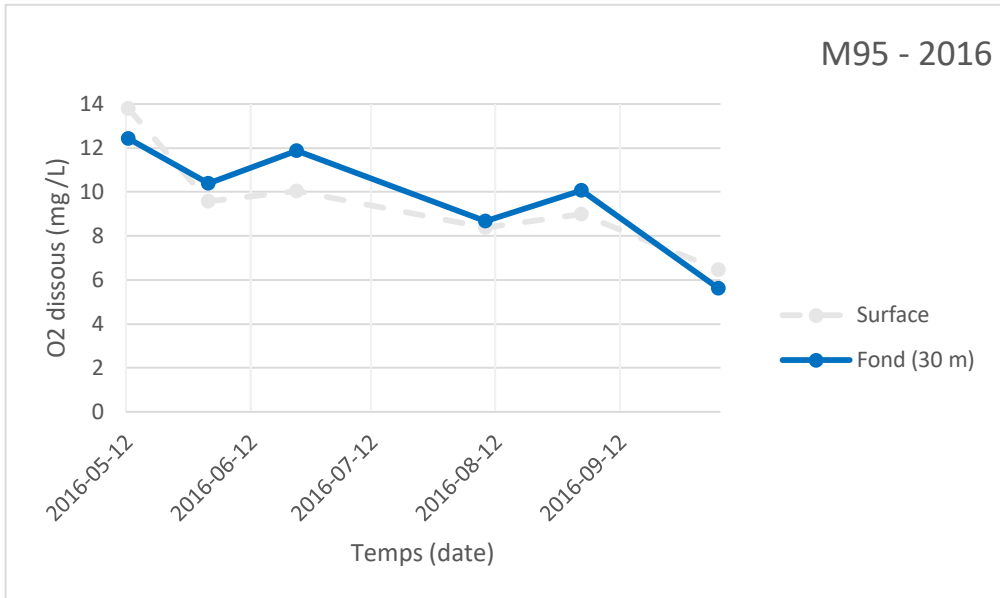
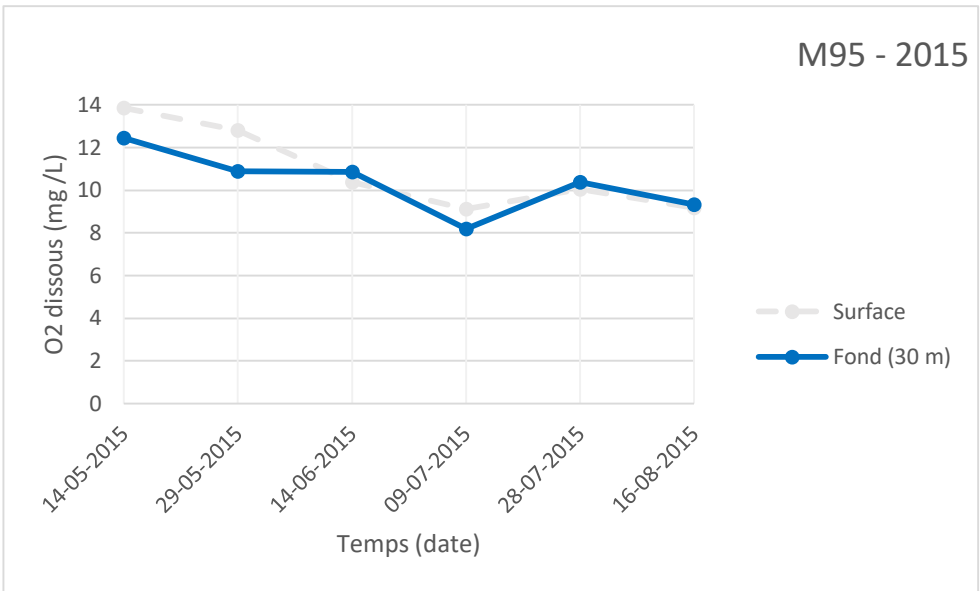
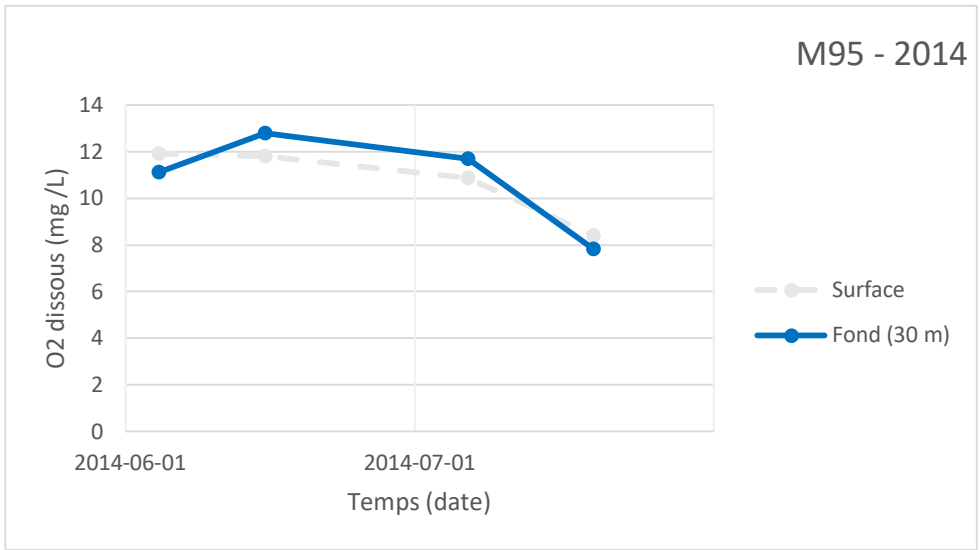
(localisation des stations à la figure 2-6)

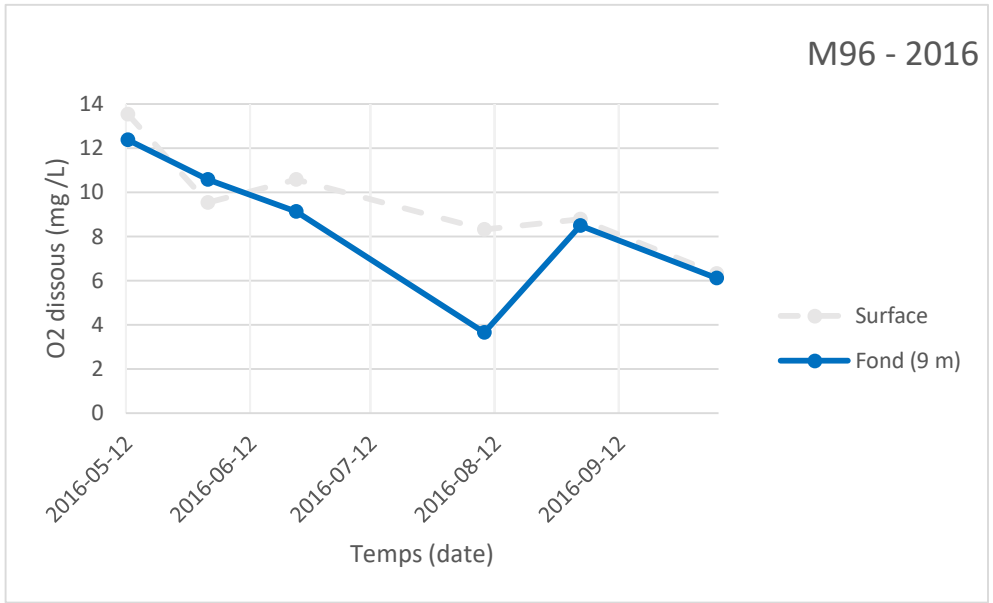
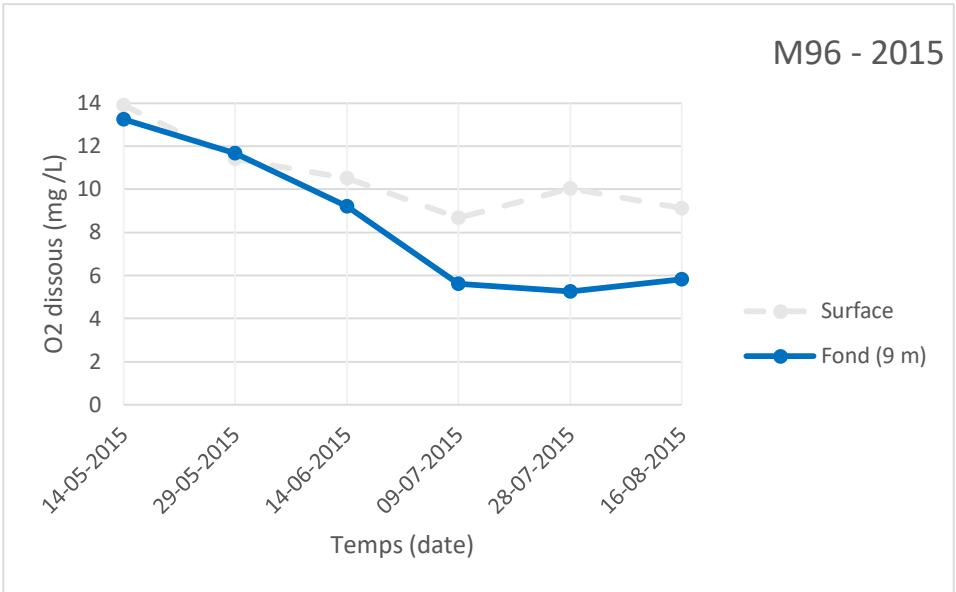
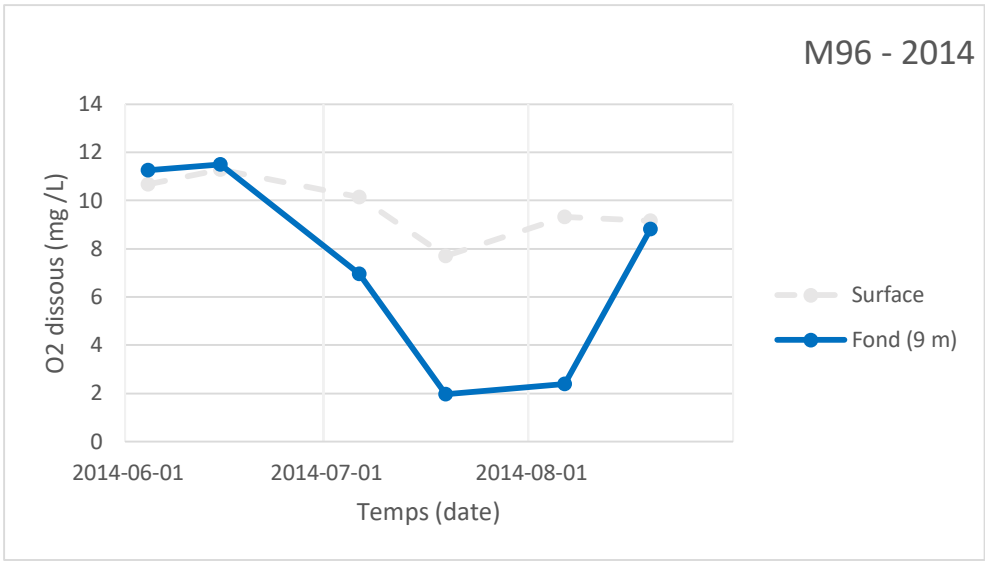


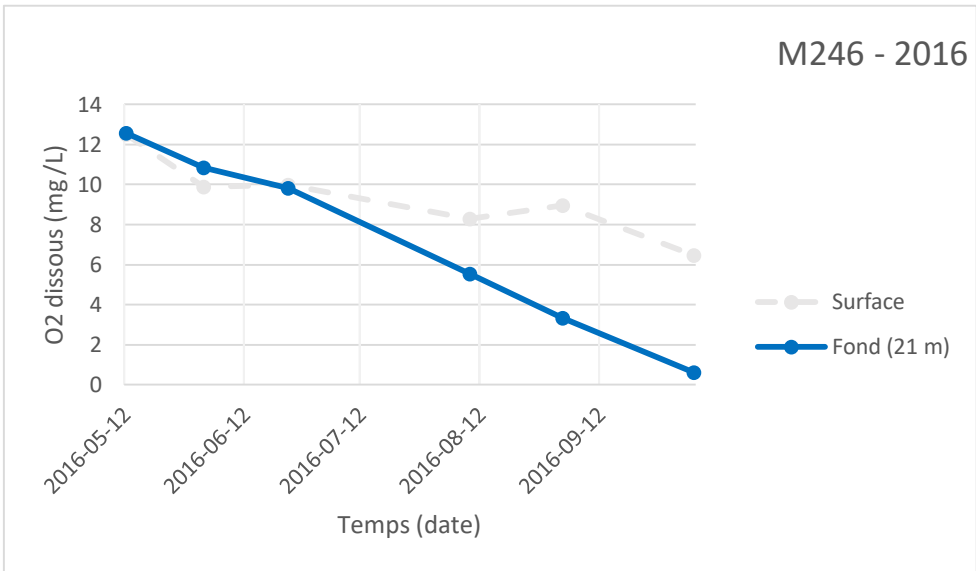
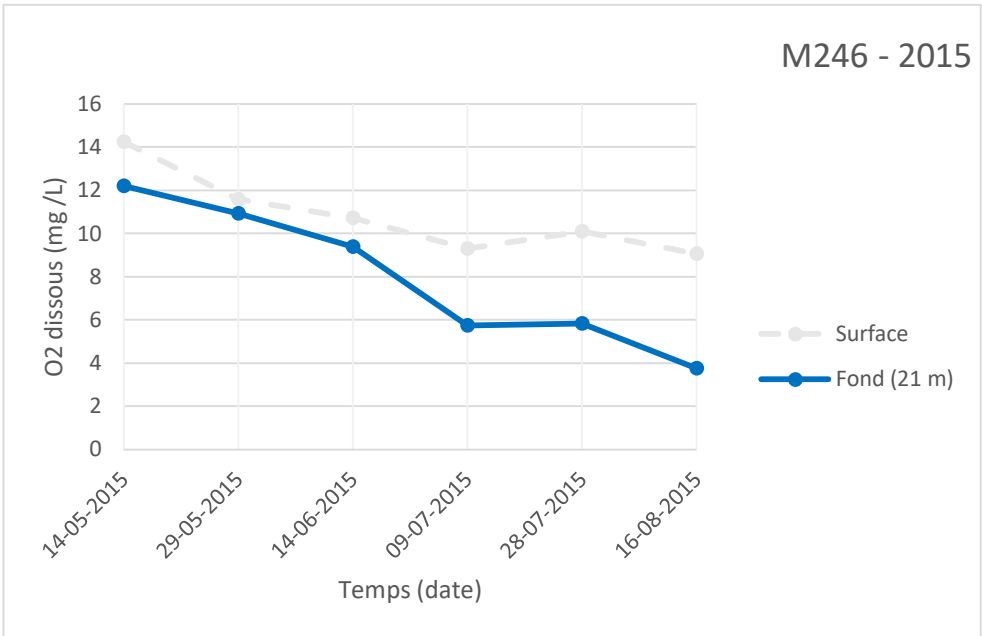
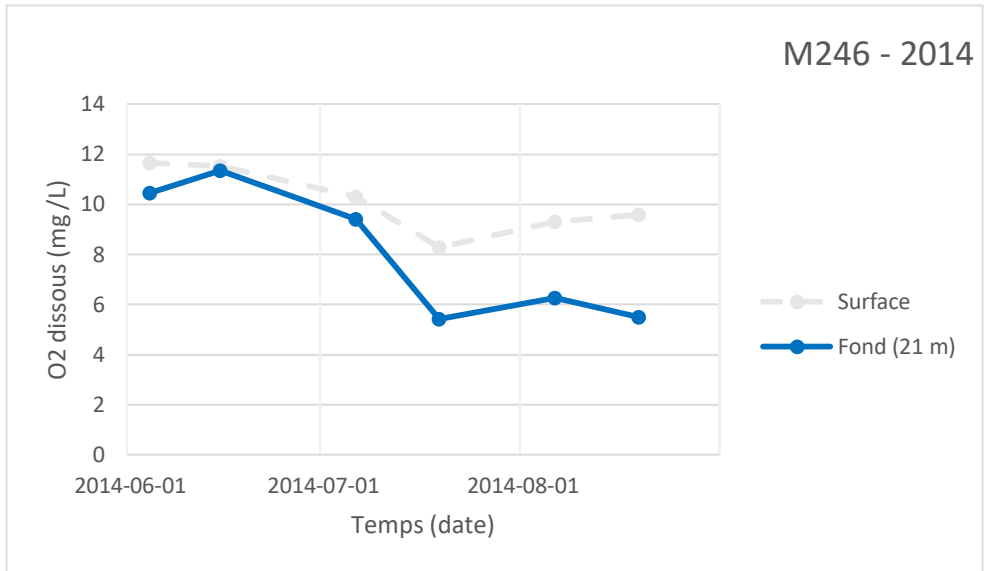


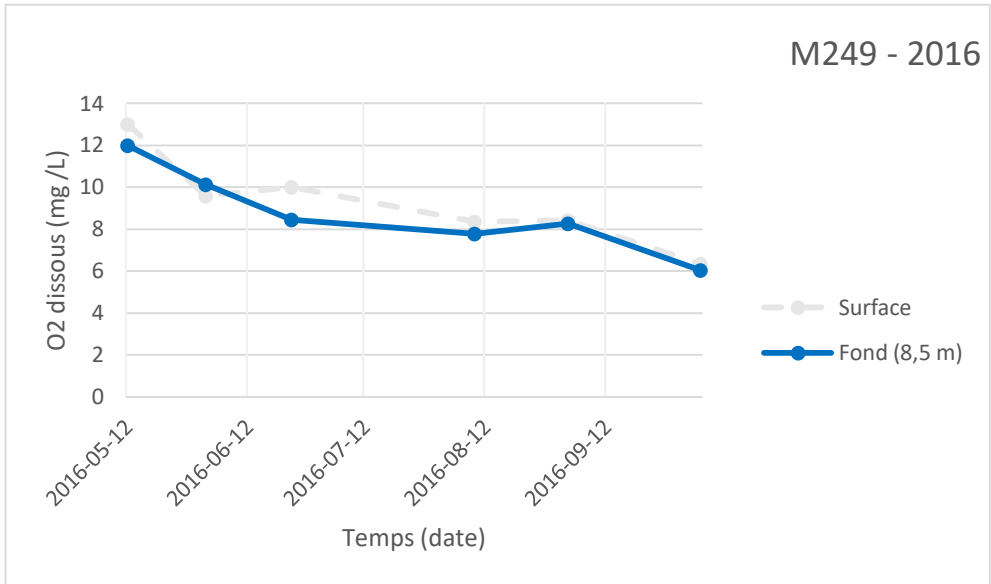
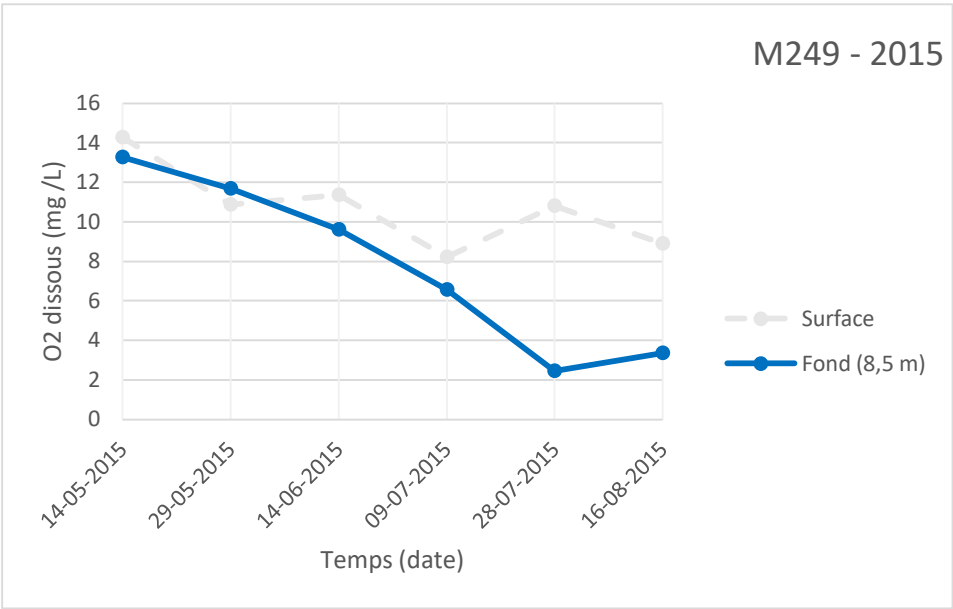
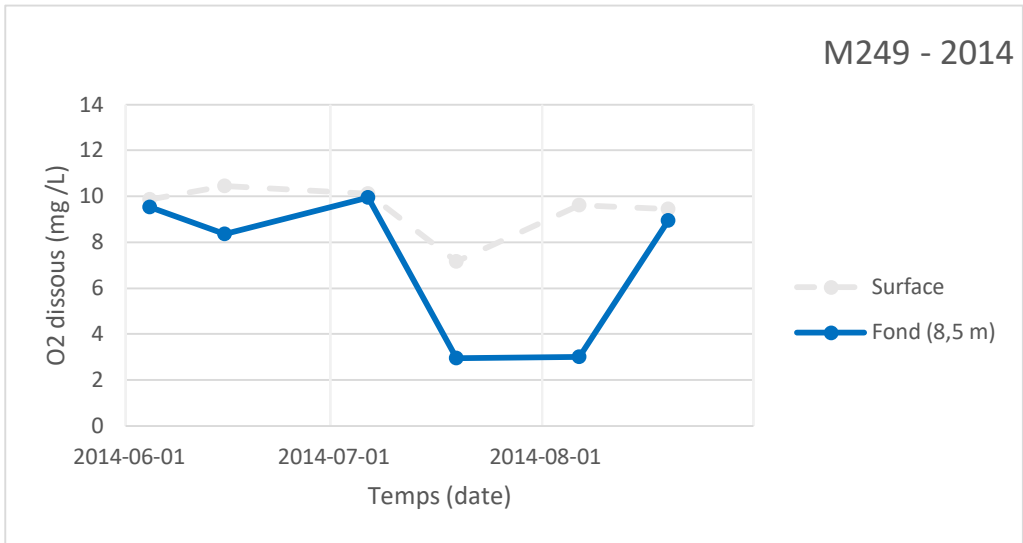












Sommaire du chapitre 3

Examen des efforts de gestion existants

Le chapitre 3 résume les efforts actuels pour réduire la charge en éléments nutritifs dans le bassin versant du lac Memphrémagog. Ce chapitre comprend des détails sur les intervenants, les lois et les règlements de chaque pays, ainsi que sur les pratiques de gestion et les programmes actuels pour réduire l'apport en éléments nutritifs.

Canada – Examen des efforts de gestion existants :

Pour une liste des intervenants, veuillez consulter l'annexe 3-1. Les intervenants travaillant au Canada comprennent les gouvernements fédéral et provincial, les administrations municipales, les organismes non gouvernementaux et le secteur privé.

Le tableau ci-dessous montre les principales lois et politiques fédérales et provinciales et les principaux règlements municipaux qui régissent ou concernent la charge en éléments nutritifs dans la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog.

Fédéral	Provincial	Municipal
<i>Loi sur les pêches</i> : 1985	<i>Loi sur la qualité de l'environnement</i> du Québec : 1972	Schéma d'aménagement et de développement de la Municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog : 1999
<i>Loi sur les ressources en eau du Canada</i> : 1985	Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables : 1987	Règlements de zonage
<i>Loi sur la marine marchande du Canada</i> : 1985, Abrogée en 2001	<i>Loi sur la conservation du patrimoine naturel</i> : 2002	Règlements de lotissement
<i>Loi canadienne sur la protection de l'environnement</i> : 1999	Politique nationale de l'eau du Québec : 2002	Règlements concernant la gestion des installations septiques
	<i>Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection</i> : 2009	Règlements sur les Plans d'aménagement d'ensemble
	<i>Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier</i> du Québec : 2013	

	<i>Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques</i> du Québec : 2017	
	Stratégie Québécoise de l'eau : 2018	

La Stratégie Québécoise de l'eau (SQE) annoncée par le gouvernement du Québec en 2018 énonce sept priorités stratégiques et 23 objectifs pour assurer la protection, l'utilisation et la gestion de l'eau et des milieux aquatiques (ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MDDELCC], 2018). La Stratégie élabore plusieurs mesures pour réduire l'érosion et la charge en éléments nutritifs dans les plans d'eau du Québec. En 2019, les programmes du gouvernement du Québec pour réduire l'érosion et la charge en éléments nutritifs comprennent :

Programmes	Description
Programme pour une protection accrue des sources d'eau potable	Analyse la vulnérabilité des sources d'eau potable
Programme de soutien aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion durable des eaux de pluie à la source	Soutient les municipalités dans leurs initiatives de gestion durable des eaux pluviales
Programme d'aide pour l'élaboration d'un plan régional des milieux humides et hydriques	Appuie les MRC dans l'élaboration d'un plan régional des milieux humides et hydriques
Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques	Soutient la planification et la réalisation d'un projet de restauration ou de création de milieux humides et hydriques
Prime-Vert	Accroît l'adoption de pratiques agroenvironnementales par les entreprises agricoles afin de contribuer à l'amélioration de la qualité de l'environnement et de la santé humaine

Le tableau suivant montre les programmes d'échantillonnage de qualité de l'eau, les outils de soutien à la prise de décisions et les pratiques de gestion optimales (PGO) actuellement utilisés dans la portion québécoise du bassin versant. Le tableau présente les principaux acteurs et les principales catégories de PGO. Les éléments du tableau sont présentés par ordre alphabétique, et non par ordre d'importance.

		Gouvernement fédéral	Gouvernement provincial	MRC	Municipalités	Organismes non gouvernementaux		
						COGESAF	MCI	Autres associations de lac et rivière
Échantillonnage et recherche								
Programme de surveillance des cyanobactéries Lake Monitoring Program			•	•		•	•	
Programme d'échantillonnage des tributaires				•	•/\$	•	•	
Programme d'échantillonnage du Réseau-Rivières (rivière aux Cerises et décharge du lac)			•					
Programmes d'échantillonnage d'autres lacs			•					•
Échantillonnage du débit de tributaires (ruisseau Castle)					•			
Caractérisation de l'habitat du littoral							•	
Outils de soutien à la prise de décisions								
Modèle d'exportation de phosphore issu de l'utilisation du sol				\$				
Critères de qualité de l'eau de surface			•					
Projet de convergence des données sur la qualité de l'eau			\$			•		
Plans directeurs de l'eau			•/\$			•		
Diagnostics environnementaux de sous-bassins versants		\$	\$		•/\$		•	•
Plans de conservation de territoires municipaux		\$	\$		\$		•	
Plan régional de milieux humides et hydriques (prévu pour 2022)			•/\$	•				
PGO								
Agriculture	Aide à la mise en œuvre de PGO agricoles	\$	•/\$				•	
	Sensibilisation	•/\$	•/\$				•	
	Protection des berges		•/\$	•	•			
Terres aménagées	Évaluation et amélioration des routes municipales ou provinciales		•/\$		•/\$		•	•
	Sensibilisation		•	•	•	•	•	•
	Planification municipale			•	•			
	Gestion des installations septiques privées				•/\$			
	Reboisement des terres aménagées		•/\$	•	•		•	
Terres naturelles	Aires protégées publiques		•					
	Ententes conservation volontaire	\$	\$		\$		•	
	Planification municipale pour protéger les milieux naturels		•	•	•			
	Évaluation et stabilisation des berges		•	•	•		•	•
	Mise en œuvre de PGO, aide et planification dans le secteur forestier		•/\$	•	•			
Sources ponctuelles	Exigence relative au phosphore pour les ITEU		•/\$		•			
Loisir et tourisme	Sensibilisation aux meilleures pratiques de navigation de plaisance			•	•		•	•
	Industrie du plein air		•		•			
	Industries du ski et du golf		•					
Mesures correctives								
Piégeage de sédiments dans les tributaires					•			
Aération dans les baies								•

États-Unis – Examen des efforts de gestion existants :

Pour une liste complète des intervenants, veuillez consulter l'annexe 3-2. Les intervenants travaillant aux États-Unis comprennent le gouvernement fédéral, les administrations de l'État et municipales, les secteurs non gouvernementaux et le secteur privé.

Le tableau ci-dessous montre les principales lois fédérales et étatiques et les principaux règlements municipaux qui régissent ou concernent la charge en éléments nutritifs.

Fédéral	Étatique	Municipal
<i>Clean Water Act</i> : 1972	<i>Act 250</i> du Vermont, <i>Land Use and Development Act</i> : 1970	Zonage municipal
<i>Endangered Species Act</i> : 1973	<i>Shoreland Protection Act</i> du Vermont : 2014	Règlements municipaux
<i>Farm Bill</i> : renouvelé en 2018	<i>Act 64</i> du Vermont, <i>Clean Water Act</i> : 2016	
	<i>Act 185</i> du Vermont, <i>Clean Water Revolving Fund</i> : 2018	
	<i>Act 76</i> du Vermont, <i>Provision of Water Quality Service</i> : 2019	

L'*Act 64*, la *Clean Water Act* du Vermont, prescrit la mise à jour ou l'élaboration d'un certain nombre de programmes de réglementation et de PGO pour réduire l'érosion et la charge en éléments nutritifs. Ces programmes de l'*Act 64* comprennent :

Programme	Description
<i>Acceptable Management Practices</i> (Pratiques de gestion acceptable – AMP)	PGO qui réduisent l'érosion causée par l'exploitation forestière
<i>Municipal Roads General Permit</i> (Permis général de voirie municipale)	Faire l'inventaire et réduire l'érosion des routes municipales
<i>Operational Three-Acre Permit</i> (Permis opérationnel de trois acres)	Faire l'inventaire et réduire le ruissellement d'eaux pluviales des sites de plus de trois acres de surface imperméable
<i>Required Agricultural Practices</i> (Pratiques Agricoles Requises – RAP)	Planifier et mettre en œuvre des PGO pour réduire les impacts de l'agriculture sur les cours d'eau
<i>Transportation Separate Storm Sewer System Permit</i> (Permis de séparation du réseau d'égout pluvial du réseau de transport – TS4)	Faire l'inventaire et réduire le ruissellement d'eaux pluviales du réseau de transport de l'État et des installations de transport de l'État

Le tableau suivant montre les programmes d'échantillonnage de la qualité de l'eau, les outils de soutien à la prise de décisions et les PGO utilisés actuellement dans la portion vermontoise du bassin versant. Le tableau présente les principaux acteurs et les principales catégories de PGO. Les éléments du tableau sont présentés par ordre alphabétique, et non par ordre d'importance.

	Gouvernement fédéral	Agences/départements de l'État du Vermont				Municipalités	Organismes non gouvernementaux					Secteur privé		
		VAAF	VR	VDH	Vtrans		Districts de conservation de comtés	Associations pour le lac	MWA	NVDA	NorthWoods Stewardship Center	VLT	Entreprises/consultants	Citoyens bénévoles ou propriétaires fonciers
Surveillance et recherche														
Surveillance des cyanobactéries et rapports			•	•				•	•					•
Programme d'échantillonnage citoyen du lac			•			•		•	•					•
Programme d'échantillonnage bénévole des tributaires			•/\$				•	•			•		•	•
Échantillonnage du TMDL des tributaires et du lac			•/\$				•							
Outils de soutien à la prise de décisions														
Suivi du TMDL du lac Memphrémagog	•		•											
Modèle d'exportation de phosphore issu de l'utilisation des terres	•		•/\$				•	•			•			
Planification stratégique du bassin versant	\$		•/\$				•		•					
Cartographie de l'infrastructure de gestion des eaux pluviales			•/\$			•								
Établissement de plans directeurs de gestion des eaux pluviales			•/\$					•					•	
Évaluations géomorphologiques des berges/planification des couloirs fluviaux			•/\$								•			
PGO														
Agriculture	Mise en œuvre de PGO à la ferme	•/\$	•/\$				•/\$				•		•/\$	
	Aide/sensibilisation/planification directes	•	•/\$				•				•		•	
	Servitudes de conservation, bandes riveraines, restauration de l'habitat	•/\$	•/\$	•/\$			•				•	•	•/\$	
Terres aménagées	Évaluation, améliorations des routes municipales ou de l'État		•/\$	•/\$		•/\$	•		•/\$	•				
	Évaluations au niveau du lac/des terres riveraines		•/\$			•		•		•		•	•	
	Installation et conception d'infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales		•/\$			•/\$		•	•		•	•/\$	•/\$	
	Planification municipale/aide directe		•			•			•					
Terres naturelles	Restauration d'habitat/de berges, servitudes de conservations	•/\$	•/\$				•			•	•			
	Mise en œuvre de PGO, aide, planification dans le secteur forestier – programme AMP	•/\$	•/\$				•			•	•	•/\$	•/\$	
Sources ponctuelles	Phosphore des stations d'épuration des eaux usées – programme d'optimisation		•/\$			•/\$								
Loisir et tourisme	Contrôle de l'érosion des sentiers et des accès par voies navigables		•/\$	•/\$		•		•		•				

Chapitre 3

Examen des efforts de gestion existants

Le chapitre 3 présente un examen des efforts actuels visant à réduire la charge en nutriments dans le bassin versant du lac Memphrémagog. Le chapitre comprend des détails par pays sur les intervenants, les lois et les règlements, ainsi que sur les pratiques de gestion optimales (PGO) et les programmes actuels visant à réduire la charge en nutriments.

3.1. Description des principaux intervenants du bassin versant

3.1.1. Description des principaux intervenants du bassin versant au Canada

La liste des intervenants canadiens figure à l'annexe 3-1.

3.1.1.1. *Gouvernement fédéral*

Le gouvernement fédéral canadien a compétence en matière de pêches, de navigation et de relations internationales, ce qui comprend les responsabilités liées à la gestion des eaux limitrophes partagées avec les États-Unis et les relations avec la Commission mixte internationale (CMI). Il a aussi des responsabilités concernant l'agriculture, la santé et l'environnement, joue un rôle de soutien à la recherche et à la technologie aquatiques et veille à ce que des politiques et des normes nationales soient en place sur les questions environnementales et sanitaires (gouvernement du Canada, 2017). Le gouvernement fédéral a le pouvoir d'adopter des règlements environnementaux qui peuvent avoir une incidence sur la charge en nutriments et peut également verser des fonds aux ministères fédéraux et provinciaux ou financer des projets locaux visant à réduire cette charge. Au sein du gouvernement canadien, plusieurs ministères et organismes ont des responsabilités en matière d'eau douce, ce qui comprend Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ressources naturelles Canada, Pêches et Océans Canada, Transports Canada et Parcs Canada. Le principal ministère fédéral responsable de la gestion de la qualité de l'eau est ECCC.

3.1.1.2. Gouvernement provincial

Selon la Constitution canadienne, la gestion des ressources naturelles, y compris l'eau, est de compétence provinciale. Le gouvernement du Québec compte plusieurs ministères qui travaillent directement ou indirectement aux questions de qualité de l'eau : le ministère des Affaires municipales et du l'Habitation (MAMH), le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) et le ministère des Transports du Québec (MTQ). Le ministère provincial responsable de la gestion de l'eau est le MELCC, dont les domaines d'activité sont, entre autre, la conception et la mise en œuvre de politiques, de projets de loi, de projets de règlement et de programmes visant à prévenir et à réduire la contamination de l'eau; la supervision de l'application des lois et des règlements sur la protection de l'eau, notamment par des autorisations et des demandes de permis, des inspections et des enquêtes; et la collecte de renseignements sur les écosystèmes aquatiques.

3.1.1.3. Municipalités

La Municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog a été constituée le 1^{er} janvier 1982 par le gouvernement du Québec. Il s'agit d'une entité administrative regroupant 17 municipalités, dont toutes les municipalités du bassin versant du lac Memphrémagog, sauf la municipalité de Stanstead-Est qui a environ 2 km² de son territoire dans le bassin versant. Au Québec, les MRC sont responsables de la gestion de leur territoire et de l'élaboration et de la mise à jour d'un Schéma d'aménagement et de développement (SAD) qui établit des lignes directrices pour l'organisation physique du territoire de la MRC. La MRC de Memphrémagog a aussi des responsabilités en matière d'environnement, de développement durable, de sécurité civile et de développement économique. Elle assure des activités de sensibilisation et d'éducation, de recherche et de travail sur le terrain pour assurer la protection de l'environnement, y compris la qualité de l'eau.

Au Québec, le bassin versant du lac Memphrémagog compte 10 municipalités dont au moins 1 km² du territoire fait partie du bassin versant du lac Memphrémagog (section 2.1.6). Chaque municipalité a la responsabilité d'élaborer et de mettre à jour un plan d'urbanisme qui établit des lignes directrices pour l'utilisation des terres au niveau local. Chaque municipalité a ses propres règlements municipaux, lois de zonage et plan d'urbanisme, ainsi que des politiques qui peuvent

influer sur la charge en nutriments. Elles jouent un rôle important concernant la gestion de l'eau, notamment dans la gestion des cours d'eau municipaux, dans la protection des rives des lacs, des rivières, des zones littorales et des plaines inondables, dans l'assainissement des eaux usées municipales, dans le contrôle des installations septiques des habitations isolées et dans la production et la distribution de l'eau potable. Certaines municipalités assurent des activités de sensibilisation et d'éducation et ont créé des fonds verts pour soutenir les associations locales dans des projets visant l'amélioration de la qualité de l'eau. Trois municipalités québécoises du bassin versant exploitent des installations de traitement des eaux usées. Une municipalité, la Ville de Magog, exploite un barrage hydroélectrique en aval de la décharge du lac Memphrémagog.

3.1.1.4. Organisations non gouvernementales

Les organisations non gouvernementales comprennent les organisations à but non lucratif, les coopératives et les universités. Au Québec, plusieurs organisations sans but lucratif mènent des activités de sensibilisation et d'éducation, des recherches et/ou des projets sur le terrain pour améliorer la qualité de l'eau. Dans le bassin versant du lac Memphrémagog, le Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François (COGESAF) a été fondé par le gouvernement du Québec pour mettre en œuvre la gestion intégrée des eaux des bassins versants de la rivière St-Francois. Les organisations à but non lucratifs comprennent également les associations de lacs et de rivières et les groupes de conservation financés principalement par des dons, des cotisations des membres, des contributions municipales et/ou des subventions fédérales, provinciales, municipales ou de fondations pour des projets spécifiques. Le Memphrémagog Conservation inc. (MCI) est une association de lac créée en 1967 qui a comme mission la protection du lac Memphrémagog et de son bassin versant. Plusieurs autres associations de lacs et de rivières existent dans le bassin versant comme l'Association pour la protection et l'aménagement du ruisseau Castle (APARC), l'Association des propriétaires du lac des Sittelles (APLS) et la Société de conservation du lac Lovering (SCLL). D'autres organismes à but non lucratif travaillent à la conservation des milieux naturels du bassin versant comme l'Association du corridor appalachien (ACA), la Fondation Marécages Memphrémagog (FFM) et l'Association du Marais-de-la-Rivière-aux-Cerises (LAMRAC) qui œuvre pour promouvoir, préserver et améliorer le milieu humide de la rivière aux Cerises.

Le Regroupement des Associations Pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des bassins versants (RAPPEL) est une coopérative de solidarité spécialisée dans la gestion de l'environnement et de l'eau formée de plus de 150 membres, dont 71 associations de lacs et de rivières, des particuliers et quelques entreprises privées. RAPPEL offre des services d'experts-conseils depuis 1997 et a réalisé de nombreux projets dans le bassin versant du lac Memphrémagog pour différentes associations ou municipalités dans le but d'améliorer la qualité de l'eau.

Les organisations non gouvernementales suivantes fournissent de l'information et du soutien technique aux producteurs agricoles et forestiers du bassin versant : l'Union des producteurs agricoles (UPA), par l'entremise de la section locale de Memphrémagog, et le Syndicat des producteurs forestiers du sud du Québec, qui représentent les producteurs agricoles et forestiers du bassin versant; le Club agroenvironnemental de l'Estrie (CAEE) qui fournit à ses clients une expertise agroenvironnementale et les accompagne dans la mise en œuvre de pratiques agricoles durables; et l'Agence de mise en valeur de la forêt privée de l'Estrie (AMFP) qui guide l'aménagement des forêts privées de la région.

Plusieurs universités ont également fait de la recherche dans le bassin versant du lac Memphrémagog, incluant Concordia, McGill, Sherbrooke et l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

3.1.1.5. Secteur privé

Le secteur privé québécois comprend les entreprises, les industries et les groupes forestiers. Les entreprises ou les industries du bassin versant peuvent avoir des répercussions sur la qualité de l'eau par le ruissellement, comme les marinas, les entreprises paysagères, les industries du golf et du ski ou par leurs rejets, comme la fromagerie. Bien que ces entreprises ne participent peut-être pas directement aux efforts visant à réduire la charge en nutriments, leurs activités sont réglementées de façon à protéger la qualité de l'eau ou elles peuvent mettre en œuvre des pratiques supplémentaires pour réduire cette charge.

Les deux principaux groupes forestiers qui agissent sur le territoire québécois du bassin versant du lac Memphrémagog sont Aménagement forestier et agricole des Sommets inc. (AFA) et le Groupement forestier du Haut-Yamaska inc. (GFHY). Ces entreprises, spécialisées dans l'aménagement des ressources forestières dans un contexte de développement durable et certifiées

par le Forest Stewardship Council (FSC), offrent des services forestiers aux propriétaires forestiers privés et peuvent les aider à mettre en place des pratiques visant à réduire la charge en nutriments.

3.1.2. Description des principaux intervenants du bassin versant aux États-Unis

Pour une liste complète des intervenants américains, veuillez consulter l'annexe 3-2.

3.1.2.1. Gouvernement fédéral

Le gouvernement fédéral des États-Unis a le pouvoir d'adopter des règlements environnementaux qui peuvent avoir une incidence sur la charge en nutriments. Le gouvernement fédéral peut également verser des fonds aux organismes fédéraux et étatiques et appuyer la diffusion directe des fonds fédéraux à des projets locaux visant à réduire la charge en nutriments. Le gouvernement fédéral américain supervise également les organismes fédéraux, qui ont tous le pouvoir d'appliquer la politique fédérale et d'accorder des subventions. Il s'agit notamment de l'Agence de protection de l'environnement (EPA) des États-Unis, du Service de la pêche et de la faune des États-Unis, du département de l'Agriculture des États-Unis (USDA, *United States Department of Agriculture*), du Service géologique des États-Unis (USGS) et du Corps of Engineers de l'armée américaine. La National Science Foundation a été créée en 1950 par le Congrès américain pour soutenir la recherche et la science, y compris la recherche et l'éducation environnementales. De plus, l'EPA, en vertu de la *Clean Water Act* fédérale, établit les normes de qualité des eaux de surface et réglemente les rejets de polluants dans les cours d'eau américains.

3.1.2.2. Gouvernement de l'État

Le gouvernement de l'État du Vermont est responsable de l'adoption des lois de l'État et de l'appui aux organismes d'État qui s'emploient à améliorer la qualité de l'eau et à en réduire la charge en nutriments. L'État réglemente, maintient et supervise également diverses sources de financement pour les organismes sans but lucratif, les universités et les municipalités pour les projets d'assainissement de l'eau. L'État du Vermont compte trois grands organismes qui s'occupent des questions de qualité de l'eau : la Vermont Agency of Natural Resources (VANR), l'agence de l'agriculture, de l'alimentation et des marchés du Vermont (*Vermont Agency of Agriculture, Food, and Markets* – VAAF) et la Vermont Agency of Transportation (VTrans). Tous les organismes d'État ont le pouvoir de délivrer des permis et de surveiller les activités municipales et

individuelles en ce qui concerne l'application de la politique de l'État. Dans certains cas, l'État a le pouvoir d'agir au nom du gouvernement fédéral pour les permis. Par exemple, l'État du Vermont a pris l'autorité de délivrer des permis fédéraux du National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) pour réglementer les rejets de polluants ponctuels dans les eaux de surface du Vermont (VDEC, 2018f).

3.1.2.3. Municipalités

Dans le Vermont, il y a 25 municipalités et *gores* dans le bassin versant du lac Memphrémagog (section 2.1.6). Chaque municipalité a ses propres règlements municipaux, ordonnances, règlements de zonage et plans d'urbanisme comportant des politiques qui peuvent influencer sur la charge en nutriments. De plus, les municipalités sont responsables de l'entretien des routes et des infrastructures municipales, ainsi que de l'entretien et de l'exploitation des installations de traitement des eaux usées dans le bassin versant. Il y a trois *gores* avec des terres dans le bassin versant du lac Memphrémagog, qui sont des villes non constituées en municipalités qui se sont regroupées à des fins administratives sous le nom de Unified Towns and Gores.

3.1.2.4. Organisations non gouvernementales

Les organisations non gouvernementales du Vermont se composent d'universités et d'organisations à but non lucratif. Les universités s'engagent dans la recherche, l'éducation et les projets sur le terrain. Les activités des organismes sans but lucratif vont de la sensibilisation et de l'éducation à la recherche, en passant par l'aide directe à l'atteinte d'objectifs de qualité de l'eau. Les organisations non gouvernementales qui travaillent dans le bassin versant du lac Memphrémagog comprennent des associations de lacs et de bassins versants, des Natural Resources Conservation Districts (NRCD, districts de conservation des ressources naturelles) et des groupes récréatifs et de conservation. Les organismes sans but lucratif sont financés principalement par des dons, des cotisations de leurs membres et/ou des subventions fédérales, d'État ou de fondations.

3.1.2.5. Secteur privé

Les intervenants du secteur privé comprennent les entreprises ou les industries qui bénéficient des cours d'eau ou ont une incidence sur ceux-ci, comme les marinas, la foresterie, l'agriculture, le développement et la production d'énergie hydroélectrique. Bien que ces entreprises ne participent

peut-être pas directement aux efforts visant à réduire la charge en nutriments, leurs activités peuvent être autorisées et réglementées par les organismes d'État pour protéger la qualité de l'eau et elles peuvent mettre en œuvre des pratiques d'intendance parallèlement à leurs activités commerciales pour réduire la charge en nutriments.

3.1.3. Comité directeur Québec-Vermont

L'Entente de coopération environnementale sur la gestion des eaux du lac Memphrémagog a été signée par le gouverneur du Vermont, James Douglas, et le premier ministre du Québec, Jean Charest, en 2003 (gouvernement du Québec & gouvernement du Vermont, 2003). Cette entente reconnaît les travaux antérieurs effectués par le Groupe de travail Québec-Vermont depuis l'entente de 1989 et établit le nouveau Comité directeur Québec-Vermont pour faire avancer les travaux d'évaluation et de protection du lac.

Le Comité directeur Québec-Vermont se réunit depuis 2004 et est composé d'intervenants canadiens et américains, y compris des membres des gouvernements provincial et d'État, des municipalités et des organismes de bassin du Vermont et du Québec. Il y a des coprésidents binationaux et des réunions ont lieu deux fois par année. Lors de ces réunions, les intervenants présentent les conclusions scientifiques, les questions émergentes ou résolues, les pratiques de gestion, les projets en cours, ainsi que les sujets d'intérêt général pour le bassin versant. Il existe également un sous-comité technique Québec-Vermont, composé d'experts binationaux en sciences des bassins versants, qui sert de forum pour des discussions scientifiques plus approfondies.

3.2. Inventaire des efforts de gestion des nutriments

3.2.1. Inventaire des efforts canadiens de gestion des nutriments

3.2.1.1. Politiques, lois et règlements en matière de protection de la qualité de l'eau

a) Cadre législatif fédéral

Lorsque la gestion des ressources naturelles, y compris l'eau, est de compétence provinciale, le gouvernement fédéral est responsable des eaux navigables et transfrontalières et de la protection de l'habitat du poisson (gouvernement du Québec, 2017). Plusieurs lois canadiennes s'appliquent au domaine de l'eau : la *Loi sur les pêches du Canada* (L.R.C., 1985, ch. F-14), la *Loi sur les*

ressources en eau du Canada (L.R.C., 1985, ch. 11), la *Loi sur la marine marchande du Canada* (L.R.C., 1985, ch. S-9, abrogée, 2001, ch. 26, art. 332), la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (L.C. 1999, ch. 33), la *Loi du Traité des eaux limitrophes internationales* (L.R.C., ch. 1985, ch. I-17), la *Loi sur la protection des eaux navigables* (L.R.C. 1985, ch. N-22) et la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (L.R.C. 1992, ch. 37).

Loi sur les pêches : en vigueur depuis 1868

La *Loi sur les pêches du Canada* (L.R.C., 1985, ch. F-14) contient deux dispositions clés sur la conservation et la protection de l'habitat du poisson essentiel au maintien des espèces de poissons d'eau douce. Le ministère des Pêches et des Océans administre l'article 35 qui interdit tout ouvrage susceptible de causer la détérioration, la destruction ou la perturbation de l'habitat du poisson. Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) administre l'article 36 interdisant le rejet de substances nocives dans les eaux où vivent des poissons, à moins d'y être autorisé par règlement en vertu d'une loi fédérale. En vertu de cette loi, le *Règlement sur les effluents des systèmes d'assainissement des eaux usées* réglemente la concentration des solides en suspension à l'effluent des réseaux d'assainissement (gouvernement du Canada, 2019).

Loi sur les ressources en eau du Canada : en vigueur depuis 1970

La *Loi sur les ressources en eau du Canada* (L.R.C., 1985, ch. C-11) fournit un cadre habilitant pour la collaboration entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux en matière de ressources en eau. En vertu de cette loi, le gouvernement fédéral peut collaborer avec un gouvernement provincial pour établir des comités intergouvernementaux afin de maintenir une consultation sur les questions relatives aux ressources en eau et de donner des conseils sur les priorités en matière de recherche, de planification, de conservation, de développement et d'utilisation; de formuler des politiques et des programmes relatifs à l'eau; et de faciliter la coordination et la mise en œuvre des politiques et des programmes en la matière. Le gouvernement fédéral peut ainsi collaborer avec un gouvernement provincial pour offrir des programmes concernant l'échantillonnage de la qualité de l'eau ou la mise en œuvre de projets (gouvernement du Canada, 2016).

Loi sur la marine marchande du Canada : en vigueur depuis de 1985

Le gouvernement fédéral canadien a compétence exclusive sur la navigation par la *Loi sur la marine marchande du Canada* (L.R.C., 1985, ch. S-9, abrogée, 2001, ch. 26, art. 332). Au Canada, tout ordre de gouvernement qui veut restreindre l'utilisation des embarcations de plaisance sur un plan d'eau doit en faire la demande au gouvernement fédéral (Transports Canada, 2014). Dans la partie québécoise du lac, la limite de vitesse est de 70 km/h (43 mi/h) sauf à moins de 100 m (328 pi) de la rive et d'autres zones spécifiques où la limite est réduite à 10 km/h (6 mi/h; (gouvernement du Canada, DORS/2008-120). Les bateaux à moteur sont également interdits près de plusieurs plages publiques (gouvernement du Canada, DORS/2008-120).

Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE) : en vigueur depuis 2000

La *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (L.C. 1999, ch. 33) vise à prévenir la pollution et à protéger l'environnement et la santé humaine. La LCPE (1999) est entrée en vigueur le 31 mars 2000 à la suite d'un examen de l'ancienne LCPE de 1988. Cette loi fait de la prévention de la pollution la pierre angulaire des efforts nationaux visant à réduire les substances toxiques dans l'environnement avec, par exemple, le *Règlement sur la concentration de phosphore dans les détergents à lessive* (gouvernement du Canada, 2019).

b) Cadre législatif provincial

Cadre de gouvernance

La gestion des ressources naturelles, y compris l'eau, est de compétence provinciale et le MELCC est responsable de la coordination de la gestion de l'eau au Québec.

Politique nationale de l'eau (PNE) : en vigueur depuis 2002

En 2002, le gouvernement du Québec a lancé la *Politique nationale de l'eau* afin d'assurer la protection de cette ressource, de gérer l'eau dans une perspective de développement durable et, ce faisant, de mieux protéger la santé du public et des écosystèmes.

Les orientations de la PNE étaient les suivants :

- Mettre en place la gestion intégrée par bassins versants afin de réformer la gouvernance de l'eau;

- Planter cette forme de gestion au Saint-Laurent en reconnaissant par ailleurs un statut particulier à cet important cours d'eau;
- Protéger la qualité de l'eau ainsi que les écosystèmes aquatiques;
- Poursuivre l'assainissement de l'eau et améliorer la gestion des services d'eau;
- Favoriser les activités récréotouristiques liées à l'eau.

La PNE a mené à la reconnaissance de 33 bassins versants prioritaires et à la création d'un réseau d'organismes de bassin versant (OBV) pour leur gestion intégrée et axée sur la collaboration. L'OBV consiste en une table de concertation qui regroupe tous les types d'utilisateurs de l'eau d'une même zone de gestion intégrée de l'eau. La PNE a confié à ces organismes de bassin versant le mandat de réaliser les premiers Plans directeurs de l'eau (PDE) et à proposer leur mise en œuvre par la production de contrats de bassin versant entre les différents acteurs.

Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés : en vigueur à compter de 2009

Par la suite, l'adoption, en 2009, de la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés (Loi sur l'eau, C-6.2)*, a confirmé le statut juridique des ressources en eau comme faisant partie du patrimoine de la collectivité, a précisé la responsabilité du gouvernement du Québec comme gardien de la ressource au nom des citoyens et a défini les droits et les devoirs de la collectivité (gouvernement du Québec, 2019b).

Cette loi est venue préciser la mission des organismes de bassin versant, maintenant au nombre de 40, soit celle : « élaborer et mettre à jour un plan directeur de l'eau pour sa zone de gestion intégrée, d'en promouvoir et suivre la mise en œuvre en s'assurant d'une représentation équilibrée des utilisateurs et des divers milieux intéressés, dont le milieu gouvernemental, autochtone, municipal, économique, environnemental, agricole et communautaire, dans la composition de cet organisme » (article 14).

Dans le cadre de la mise en œuvre de la gestion intégrée par bassin versant au Québec, le Plan directeur de l'eau permet de structurer le processus et d'aider la prise de décision. Ce processus de planification, réalisé en concertation avec les acteurs de l'eau d'un bassin versant, se veut adaptatif, itératif et prospectif. Il s'agit ainsi d'un mode de gouvernance participatif.

Stratégie Québécoise de l'eau (SQE) : 2018

En 2018, le gouvernement du Québec a annoncé une nouvelle *Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030* (SQE), qui prend le relais de la PNE lancée en 2002. La SQE est fondée sur une série de consultations menées auprès de 140 organismes du secteur de l'eau partout au Québec et sera mise en œuvre au moyen de trois plans d'action successifs. Elle définit sept orientations politiques :

- Assurer une eau de qualité à la population;
- Protéger et restaurer les milieux aquatiques;
- Mieux prévenir et gérer les risques liés à l'eau;
- Miser sur le potentiel économique de l'eau;
- Promouvoir une utilisation durable de l'eau;
- Acquérir et partager les meilleures connaissances sur l'eau;
- Assurer et renforcer la gestion intégrée des ressources en eau.

Les mesures proposées dans le premier plan d'action (2018-2023) représentent des investissements de plus de 552 millions \$ CA (409 millions \$ US). Ce plan d'action comprend 63 mesures mises en œuvre par onze ministères et organismes gouvernementaux, notamment :

- le lancement du Programme pour une protection accrue des sources d'eau potable (PPASEP) qui requière que les municipalités réalisent une analyse de la vulnérabilité de leur source d'eau potable;
- le soutien des municipalités dans la conservation et la restauration des milieux aquatiques;
- l'atteinte des objectifs du gouvernement en matière d'aires protégées;
- le lancement d'un Programme de soutien municipal pour l'établissement d'infrastructures durables de gestion des eaux pluviales afin d'encourager les municipalités à adopter des pratiques durables de gestion des eaux pluviales;
- l'accroissement des connaissances sur les lacs;
- le renforcement de la gestion intégrée des eaux, notamment au niveau de la coopération intergouvernementale et internationale (MDDELCC, 2018a).

Le suivi de la SQE est assuré par le MELCC. Un rapport d'avancement annuel sera publié et un examen à mi-parcours est prévu. La SQE vise à promouvoir une plus grande cohérence des interventions liées à la gestion de l'eau.

Cadre pour la protection des milieux hydriques et des milieux humides

La gouvernance de l'eau au Québec est appuyée par un cadre légal de protection de milieux hydriques et humides, dont le principal responsable est le MELCC. Les principales assises légales

sont la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE) ainsi que la *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques* (LCMHH).

Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) : en vigueur depuis 1972

La *Loi sur la qualité de l'environnement du Québec* (L.R.Q., ch. Q-2) interdit le rejet dans l'environnement d'un contaminant en une quantité ou concentration supérieure à celle déterminée par cette loi et exige l'obtention d'une autorisation pour des travaux situés dans les milieux hydriques et humides.

Par cette loi, le MELCC a établi des objectifs environnementaux de rejets (OER) pour chaque source de contamination afin de déterminer les concentrations et les charges de contaminants qui peuvent être rejetées dans un milieu hydrique sans compromettre l'utilisation d'eau. Ces concentrations et charges sont déterminées en fonction des caractéristiques du milieu récepteur et du niveau de qualité requis pour maintenir l'utilisation de l'eau et peuvent justifier des interventions supplémentaires ou des modifications au projet. Des OER existent pour le phosphore total, l'azote ammoniacal, les nitrates-nitrites et l'azote dans les effluents industriels, entre autres, et sont adaptées à chaque effluent, qui est contrôlé individuellement.

Il y a 68 règlements en vertu de la LQE. Parmi les règlements concernant la qualité de l'eau, on retrouve :

- le *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées* (Q-2, r. 22.) qui interdit le rejet dans l'environnement des eaux de toilette, des eaux usées ou des eaux grises à moins qu'elles n'aient fait l'objet d'un traitement approprié;
- le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA, Q-2, r. 26; voir l'encadré 3-1) qui prévient la contamination de l'eau provenant d'exploitations agricoles;
- le *Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées* (Q-2, r. 34.1) qui énonce les normes de rejet des effluents des stations d'épuration des eaux usées municipales et les normes relatives aux trop-pleins d'eaux usées municipales;
- le *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (Q-2, r. 35.2) qui vise à prévoir des méthodes de prélèvement et de protection de l'eau;
- le *Règlement sur la protection des eaux contre les rejets des embarcations de plaisance* (Q-2, r. 36) qui interdit de rejeter les eaux usées d'une embarcation de plaisance (gouvernement du Québec, 2019b).

~~L'application de bon nombre de ces règlements relève de la responsabilité des municipalités.~~

Encadré 3-1 : Règlement sur les exploitations agricoles (REA, Q-2, r. 26)

Adopté en 2002 et révisé à plusieurs reprises depuis lors, le REA protège l'eau et les sols contre la pollution causée par certaines activités agricoles. Plus précisément, il vise à prévenir la contamination des eaux de surface, des eaux souterraines et du sol par des nutriments ou des agents pathogènes contenus dans les déchets animaux et autres engrais stockés ou épandus sur les terres agricoles (MDDELCC, 2017a). Il comporte trois volets principaux : l'élevage, la culture des plantes et l'épandage d'engrais. Le REA comprend des normes et des pratiques pour :

- les installations d'élevage
- les installations de stockage de déchets animaux
- l'exclusion du bétail
- les bandes riveraines
- l'épandage de fumier et de nutriments
- l'entreposage de fumier et de nutriments
- les plans de gestion des nutriments
- la santé du sol
- les rejets
- la taille des fermes
- l'eau souterraine
- la mortalité animale
- l'échantillonnage de la qualité de l'eau
- les structures des fermes

Pour les exploitations présentant certaines caractéristiques (par exemple avec une superficie cumulée supérieure à 15 ha), le REA assure la réalisation d'un Plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF) et d'un bilan phosphore signé par un agronome (MDDELCC, 2017a).

Plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF)

Le PAEF détermine, pour chaque parcelle d'une exploitation et pour chaque culture annuelle (maximum de 5 ans), la culture pratiquée et la limitation de l'épandage des engrais. Signé par un agronome, le PAEF doit contenir toutes les informations nécessaires à son application, telles que les doses d'engrais et les modes et périodes d'application. Elle assure que toute application d'engrais est faite dans le but de fertiliser le sol d'une parcelle cultivée.

Bilan de phosphore

Un bilan de phosphore doit également être soumis chaque année au MAPAQ par les exploitations présentant certaines caractéristiques et être signé par un agronome. Le bilan de phosphore est un inventaire des charges de phosphore, produites ou importées, et de la capacité des sols à recevoir ces charges conformément aux dépôts maximums annuels de phosphore prévus par le REA. Il permet de vérifier l'équilibre entre les apports de phosphore et la capacité de dépôt maximum, pour éviter qu'un surplus ne se retrouve dans les cours d'eau et n'altère leur qualité, notamment en favorisant la prolifération d'algues bleu-vert (gouvernement du Québec, 2019b).

De plus, selon la LQE, toutes les interventions effectuées sur les rives, les plaines inondables, les fonds de lacs et les lits de rivières doivent obtenir une autorisation du MELCC ou de la municipalité locale, conformément à la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (PPRLPI, voir la page 91). Certains types de travaux effectués dans un milieu hydrique,

ou l'affectant, font l'objet d'une étude d'impact et d'un processus d'examen, qui peut comprendre des audiences publiques sous la direction du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE).

En vertu de l'article 32 (22, 3^o) de la LQE, le gouvernement du Québec exige des critères de gestion des eaux pluviales dans la demande d'autorisation pour les nouveaux projets de développement qui nécessitent un aqueduc ou un réseau d'égout. L'élimination des matières en suspension et du phosphore total est requise pour tout projet de plus de 2 ha (4,9 acres). Ce retrait peut être réalisé par la mise en œuvre d'une ou de plusieurs pratiques de gestion optimales (MELCC, 2019b).

En 2018, une réforme majeure de la LQE a été réalisée et plus de 20 nouveaux règlements ont été produits. Par exemple, l'article 20 a été modifié pour ajouter le concept de protection de l'écosystème à l'interdiction de la contamination de l'environnement, renforçant le pouvoir obligatoire concernant une concentration problématique pour un écosystème. De plus, le pouvoir de refuser une autorisation a été renforcé pour permettre le refus en cas d'impacts importants appréhendés et un pouvoir d'imposer des conditions pour mieux protéger l'environnement a été ajouté au processus d'autorisation.

Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques (LCMHH) : en vigueur à compter de 2017

En 2017, la *Loi sur la conservation des milieux humides et hydriques du Québec* (2017, ch. 14) établit un nouveau système de conservation des milieux humides et hydriques. La LCMHH a modifié la *Loi sur l'eau* pour reconnaître les fonctions écologiques des milieux humides et hydriques, pour clarifier le rôle des organismes de bassin versant et des tables rondes régionales ainsi que pour confier aux MRC et aux municipalités locales la responsabilité d'élaborer et de mettre en œuvre un *Plan régional des milieux humides et hydriques* (PRMHH) au niveau de leurs territoires respectifs, qui doit être révisé aux 10 ans. La MRC de Memphrémagog est en train de développer son PRMHH qui doit être prêt avant 2022 (Goulwen *et al.*, 2018). La LCMHH donne également au ministre le pouvoir d'élaborer et de mettre en œuvre des programmes qui favorisent la restauration et la création de milieux humides et hydriques. Elle exige également la production

de apports sur les modifications de la situation des milieux humides et hydriques, notamment en ce qui concerne l'objectif d'aucune perte nette.

Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) : en vigueur depuis 1987

En plus de ces lois, la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI, Q-2, r. 35) vise à assurer une protection adéquate des rives, du littoral et des plaines inondables qui sont essentiels à l'intégrité écologique des plans d'eau. La PPRLPI exige une bande de protection le long des plans d'eau afin de prévenir la dégradation et l'érosion des rives et ainsi maintenir et améliorer la qualité de l'eau. Cette bande de végétation peut être laissée à l'état naturel ou gérée et doit avoir en général une largeur de 10 à 15 mètres selon la pente du terrain. Dans les terres agricoles, les producteurs sont tenus par la loi de maintenir une bande de protection riveraine minimale de 3 mètres et si le sommet de la pente est à moins de 3 mètres de la ligne des hautes eaux, cette bande doit comprendre au moins un mètre sur le plan du sol.

La mise en œuvre de cette politique s'est fait en deux étapes : l'insertion de la politique dans le SAD des MRC et son intégration dans tous les règlements d'urbanisme des municipalités locales. Les municipalités et les MRC sont donc des acteurs importants dans la protection des milieux humides et hydriques. Cette politique fournit un cadre normatif minimal, mais elle n'empêche pas les diverses autorités gouvernementales et municipales concernées d'adopter des mesures de protection additionnelles en réponse à des circonstances particulières et selon leurs compétences respectives. La politique lie le gouvernement, ses ministères et organismes, qui doivent en tenir compte dans leurs activités et dans l'application de leurs programmes et régimes d'autorisation.

Loi sur la conservation du patrimoine naturel (LCPN) : en vigueur depuis 2002

La *Loi sur la conservation du patrimoine naturel* (C-61.01) a pour objet d'établir des mesures de protection des milieux naturels et de favoriser la création d'un réseau d'aires protégées. La loi peut servir à créer des parcs provinciaux, des réserves de biodiversité et des réserves écologiques, ainsi que des habitats d'espèces en péril reconnus sur les terres publiques. Elle peut également être utilisée pour créer des réserves naturelles sur des terres privées.

Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (LADTF) : en vigueur depuis 2013

La *Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier* (ch. A-18.1) vise à mettre en œuvre une gestion durable des forêts pour soutenir, entre autres, la conservation des sols et de l'eau. Par cette loi, les agences régionales de mise en valeur des forêts privées ont pour mission d'orienter et de développer la mise en valeur des forêts privées sur son territoire. De plus, le MFFP élabore des programmes visant à promouvoir la gestion durable des forêts privées.

Au Québec, plusieurs autres lois s'appliquent au domaine de l'eau, couvrant des domaines aussi divers que les habitats fauniques, la protection des rives, les forêts, les mines, l'agriculture, les pêches et l'alimentation, comme la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (L.R.Q., ch. C-61.1); la *Loi sur les forêts* (L.R.Q., ch. F-4.1); la *Loi sur les mines* (L.R.Q., ch. M-13.1); et la *Loi sur la protection du territoire agricole*, (L.R.Q., ch. P-41.1).

c) Cadre législatif municipal

La *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (LAU) a été adoptée en 1979 (gouvernement du Québec, 1979). Le MAMH est responsable de la mise en œuvre de la LAU qui a mené à la création des MRC et leur a confié, ainsi qu'aux municipalités locales, la coordination de l'aménagement du territoire. En vertu de la LAU, chaque MRC est tenue de maintenir un SAD applicable à l'ensemble de son territoire et dans lequel sont décrites les principales orientations et les principales utilisations désignées du territoire. Les Orientations gouvernementales en aménagement du territoire (OGAT) doivent être intégrées au SAD de la MRC.

Schéma d'aménagement et de développement (SAD) de la MRC de Memphrémagog (r. 8-98): en vigueur depuis 1999

Le SAD de la MRC de Memphrémagog coordonne les décisions qui concernent toutes les municipalités de la MRC et le gouvernement provincial. Le SAD est un document formulé pour faire émerger une vision régionale du développement durable. Il détermine les principales utilisations du sol (p. ex., urbaines, industrielles, récréatives, forestières, agricoles) et détermine les zones où l'utilisation des terres est soumise à des contraintes particulières pour des raisons de sécurité publique ou de protection environnementale des rives, du littoral et des plaines inondables (MAMH, 2019).

Par exemple, comme l'exige le gouvernement du Québec, le SAD de la MRC de Memphrémagog interdit tout travail, construction ou installation septique dans une bande de protection riveraine de 10 à 15 mètres de largeur selon la pente du terrain à quelques exceptions près (MRC de Memphrémagog, r. 8-98). Cependant, la MRC a adopté des mesures de protection additionnelles et interdit toute coupe de végétation sur 5 ou 7,5 m de berges riveraines, selon la pente, et toute coupe d'arbres sur 15 m de berges (MRC de Memphrémagog, r. 8-98). Pour restaurer des berges, les propriétaires riverains doivent suivre les techniques reconnues décrites dans les guides élaborés par RAPPEL ou le MELCC (RAPPEL, 2005; MDDELCC, 2015b) ou d'autres techniques équivalentes. Le SAD de la MRC de Memphrémagog présente également des règlements sur l'abattage d'arbres qui diffèrent selon les différents types de secteurs d'exploitation forestière : les secteurs où l'exploitation forestière est interdite, les secteurs où l'exploitation forestière est fortement limitée et les secteurs d'exploitation forestière (MRC de Memphrémagog, r. 8-98).

Le SAD contient des règles minimales et générales qui doivent être transposées dans les règlements locaux d'urbanisme; il n'empêche pas les autorités municipales concernées, selon leurs compétences, d'adopter des mesures de protection supplémentaires. En 2019, la MRC de Memphrémagog a entrepris un processus de révision du SAD (MRC de Memphrémagog, 2019).

Règlements municipaux

En vertu de la *Loi sur les compétences municipales* (C-47.1), les municipalités locales ont compétence en matière de gestion des ressources en eau, notamment en ce qui concerne les loisirs, les parcs, le développement économique local, le développement énergétique, l'environnement, l'assainissement, les nuisances et les transports. Elles ont un rôle important à jouer, notamment dans la gestion des cours d'eau municipaux, dans la protection des rives des lacs, des rivières, des zones littorales et des plaines inondables, dans l'assainissement des rejets d'eaux usées municipales, dans le contrôle des installations septiques des habitations isolées et dans la production et la distribution de l'eau potable.

En intégrant le SAD de la MRC de Memphrémagog, les municipalités du bassin versant sont responsables de la mise en œuvre des règlements d'urbanisme qui régissent l'aménagement du territoire et les activités à l'intérieur des limites municipales au moyen des permis et de règlements.

Elles peuvent également adopter des mesures de protection supplémentaires pour limiter la pollution, contrôler l'érosion, conserver le couvert forestier et protéger les milieux humides.

Dans le bassin versant du lac Memphrémagog, certaines municipalités ont adopté des mesures additionnelles pour orienter l'expansion résidentielle et adopté des règlements d'urbanisme discrétionnaires dans des secteurs du bassin versant. Certaines d'entre elles ont également adopté un règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE) pour des zones d'intérêt écologique pour lesquelles on définit des critères spécifiques régissant leur développement (Austin, r. 16-430; Potton, r. 2001-290). Les PAE peuvent, entre autres, prévoir des mesures pour contrôler l'érosion du sol et le transport des sédiments, pour limiter l'imperméabilisation du sol, pour conserver le couvert forestier ou pour conserver les milieux naturels lors d'un projet de développement (Austin, 16-435).

En ce qui concerne l'abattage d'arbres, certaines municipalités ont adopté des mesures supplémentaires et ont étendu les secteurs où l'exploitation forestière est interdite. Par exemple, la municipalité d'Austin ne permet pas l'abattage d'arbres sur son territoire à quelques exceptions près, par exemple pour une nouvelle construction ou pour des opérations forestières dans certains secteurs (Austin, r. 16-430). De plus, l'abattage d'arbres est interdit dans la ville de Magog à moins de 300 m (984 pi) des principaux plans d'eau (Magog, 2019, r. 2368-2010). Les municipalités du bassin versant ont un pourcentage maximum de déforestation différent selon les différentes superficies de propriété.

En ce qui concerne la lutte contre l'érosion, dans certaines municipalités, les résidents doivent mettre en place des mesures de lutte contre l'érosion lors de travaux de manipulation du sol dans des situations particulières selon la superficie des travaux, la distance d'un plan d'eau ou l'inclinaison de la pente (Austin, r. 16-430; Magog, r. 2368-2010; Ogden, r. 2000-3; Orford, r. 800; Canton de Stanstead, r. 212-2001). De plus, pour réduire le risque d'érosion et de débordement des cours d'eau causé par le ruissellement important des eaux pluviales, certaines municipalités réglementent les gouttières, et les eaux pluviales d'un toit doivent être évacuées loin du drain d'un bâtiment, dans une surface perméable (Magog, 2019, r. 2368-2010). Certains règlements municipaux concernent également des mesures de contrôle de l'érosion le long des routes privées lors de la construction des ponts et de ponceaux (Bolton-Est, r. 2014-278; Potton,

2001-291) ou lors de la construction de toutes les routes (Orford, n° 789). Des règlements municipaux existent également pour les routes en pente (Austin, r. 16-431) ou pour la distance minimale entre une route et un plan d'eau (Austin, r. 16-431).

En ce qui concerne les engrais sur les propriétés résidentielles, plusieurs municipalités du bassin versant ont des règlements pour limiter leur application: certaines interdisent l'application d'engrais à moins de 15 m d'un plan d'eau, d'autres interdisent l'application d'engrais sur toutes les pelouses de leur territoire (Austin, r. 16-430; Bolton-Est, r. 2014-278; Magog, r. 2368-2010; Ogden, r. 2000-3, le Canton de Stanstead, r. 212-2001).

En ce qui a trait à la protection des rives, certaines municipalités n'autorisent aucun ouvrage, ni aucune construction ou fausse septique dans une bande riveraine de 20 ou 30 mètres de largeur dans certains secteurs (Austin, r. 16-430, Bolton-Est, r. 2014-278). D'autres municipalités n'autorisent aucun contrôle de la végétation sur 10, 15 ou 20 m de bandes riveraines dans certains secteurs ou sur tout leur territoire (Austin, r. 16-430; Bolton-Est, r. 2014-278; Magog, r. 2368-2010; Ogden, r. 2000-3). Certaines municipalités ont également un règlement exigeant la prévention de l'érosion des berges et la stabilisation des berges (Austin, r. 16-430, Bolton-Est, 2018, r. 2014-278; le Canton de Stanstead, r. 212-2001). Enfin, pour assurer la conformité des installations septiques privées, certaines municipalités du bassin versant inspectent systématiquement les anciennes installations septiques privées (Austin, r. 18-461).

3.2.1.2. Échantillonnage et recherche

Surveillance de la qualité de l'eau du lac Memphrémagog

Depuis le début des années 2000, le MELCC, en collaboration avec le MCI, échantillonne l'eau du lac pour déterminer le niveau trophique et suivre son évolution. Le nombre d'échantillons prélevés annuellement est généralement de quatre répartis sur les mois de juin, juillet et août, et il a atteint sept certaines années, y compris en mai et durant la période allant de septembre à novembre. Ce protocole d'échantillonnage est utilisé à neuf endroits sur le lac (MDDELCC, 2018b; figure 2-6, section 2.2.2).

Ces échantillons d'eau sont prélevés selon les procédures normalisées d'échantillonnage de la qualité de l'eau lacustre du MELCC (MDDELCC et CRÉ Laurentides, 2017). Les analyses de la

qualité de l'eau comprennent le phosphore total, la chlorophylle-*a*, le carbone organique dissous et la transparence au disque de Secchi. Les tendances des concentrations de phosphore total et de chlorophylle-*a* sont présentées à la section 2.2.2.1.

Entre 2013 et 2017, des profils de températures de l'eau et de concentrations en oxygène dissous ont également été mesurées aux 9 sites d'échantillonnage du lac et à la sortie, à chaque mètre, de la surface jusqu'à une profondeur maximale de 30 m, avec une sonde multi-paramètres. Ces données sont disponibles en ligne à l'adresse :

<https://www.memphremagog.org/fr/documentation-etudes>

Réseau de surveillance des rivières

En 1979, le MELCC a mis sur pied un réseau de surveillance de la qualité de l'eau dans les principaux cours d'eau de la province, le Réseau-rivières, qui comprend 260 stations réparties dans les 40 bassins versants des tributaires du Saint-Laurent. La qualité de l'eau fait l'objet d'une surveillance mensuelle tout au long de l'année. Une station est située dans le bassin versant du lac Memphrémagog, à l'embouchure de la rivière aux Cerises, et une station est située à la sortie du lac Memphrémagog, sur la rivière Magog. Les analyses réalisées à ces stations comprennent les coliformes fécaux, la conductivité, le pH, l'azote ammoniacal, les nitrates-nitrites, l'azote total, le phosphore total, les matières en suspension et la turbidité (MELCC, 2019c).

Surveillance de la qualité de l'eau des autres lacs du bassin versant

En 2004, le MELCC a mis sur pied le Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) qui atteignait 700 lacs enregistrés en 2012 pour l'ensemble du Québec (MDDEFP, 2012). En collaboration avec les associations locales, le MELCC évalue la qualité de l'eau de plusieurs cours d'eau du bassin versant : les étangs Cherries et George, les lacs Gilbert, Lovering et Malaga, l'étang McKey, le lac Nick, les étangs O'Malley et Peasley Pond et le lac des Sittelles. Depuis 2010, le programme est basé sur un cycle de 2 à 3 ans d'échantillonnage, trois fois par été, suivi d'une pause de 4 ans (gouvernement du Québec, 2019c).

Les données sur la qualité de l'eau du RSVL sont disponibles en ligne à l'adresse suivante :

http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/relais/rsvl_liste.asp

Programme de surveillance des cyanobactéries

Depuis 2004, le MELCC et le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) ont instauré un Plan de gestion des épisodes de fleurs d'eau pour assurer la protection de la santé publique. Depuis, le MELCC et le MSSS informent la population sur les proliférations de cyanobactéries et invitent les gens à rendre compte de leurs observations et à envoyer des photos au MELCC via son site Web. Selon les caractéristiques de la prolifération de cyanobactéries, le MELCC peut se rendre sur place pour faire ses propres observations, informer la municipalité et recommander que certaines zones, comme les zones de baignade, soient fermées aux activités récréatives. Le MELCC peut également analyser la présence de cyanotoxines dans les fleurs d'eau dans certains cas. On peut obtenir les données recueillies par le MELCC entre 2004 et 2018 en communiquant directement avec le ministère. Un rapport annuel est publié chaque année pour présenter une revue de la situation à l'échelle provinciale.

Le COGESAF et le MCI offrent une formation à des sentinelles bénévoles et aux employés municipaux pour qu'ils puissent évaluer visuellement la présence de cyanobactéries dans les eaux de surface. Lorsqu'un bénévole voit une fleur d'eau, il peut communiquer directement avec le MELCC pour signaler son observation. Pour le lac Memphrémagog, le bénévole peut aussi appeler la patrouille du MCI qui peut l'aider à consigner une observation et à envoyer des photos sur le site Web du MELCC. Les patrouilleurs du MCI et de la MRC évaluent également visuellement les eaux de surface durant l'été entre mai et septembre et font part de leurs observations au MELCC. Les données des épisodes de prolifération signalées par la population et enregistrées par le MELCC dans la partie québécoise du lac depuis 2004 sont présentées au chapitre 2, section 2.4.1.

Comme au Vermont, lorsqu'une prolifération de cyanobactéries est identifiée sur la portion québécoise du lac Memphrémagog, une photo de la prolifération est suffisante et des échantillons de cyanobactéries ne sont pas requis pour fermer une zone récréative, afin de permettre une réponse rapide face à l'occurrence d'une prolifération.

Programme d'échantillonnage des tributaires

La MRC de Memphrémagog coordonne un programme d'échantillonnage des tributaires qui a échantillonné plus de 40 sites dans la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog

depuis 1998. Chaque année, une vingtaine de tributaires du lac Memphrémagog et d'autres lacs du bassin versant font l'objet d'une surveillance, généralement à leur embouchure, et parfois en amont, pour identifier les sources de polluants. Les sites sont choisis en collaboration avec les municipalités au début de l'année. Ils sont échantillonnés la même journée, cinq fois entre le début mai et le début septembre : deux fois après des jours de pluie et trois fois après des temps secs. Ces échantillonnages sont réalisés grâce à la collaboration des municipalités et du MCI, sous la supervision de la MRC (Roy, 2018). Le phosphore total, les coliformes fécaux et les matières en suspension sont analysés pour chaque site. Le carbone organique total est analysé sur certains sites (Roy, 2018). L'analyse des échantillons d'eau est effectuée par un laboratoire privé (EurofinsEnvironeX Sherbrooke) et les méthodes sont accréditées par le MELCC. L'échantillonnage est financé par les municipalités du bassin versant et la Ville de Sherbrooke.

Les données de ce programme d'échantillonnage sont comparées aux critères du gouvernement du Québec qui sont utilisés pour évaluer la qualité des eaux de surface se jetant dans le lac Memphrémagog et identifier les secteurs préoccupants. Le programme d'échantillonnage a donné lieu à des efforts de collaboration avec les municipalités, certains propriétaires fonciers et certains producteurs agricoles afin de mettre en œuvre des PGO et de suivre leurs effets sur la qualité de l'eau.

Les données sur la qualité de l'eau provenant du programme d'échantillonnage des tributaires de 2008 à 2017 sont disponibles en ligne : <https://www.mrcmemphremagog.com/gestion-du-territoire/environnement/programme-dechantillonnage-des-tributaires/>. La figure 2-4 de la section 2.2.1 montre les concentrations médianes de phosphore total surveillées entre 1998 et 2018 dans les tributaires de la partie québécoise du bassin versant.

Certaines années, des organisations à but non lucratif, comme l'APLS, le COGESAF, le MCI et la SCLL, surveillent également des sites pour accroître les efforts d'échantillonnage dans certains secteurs clés ou pour échantillonner après de grandes pluies de printemps (COGESAF, 2019). Ces données, y compris celles du programme d'échantillonnage des tributaires de la MRC, sont disponibles en ligne : <http://cogesaf.sigmont.org/cogesaf/cogesaf.php>. L'annexe 3-3 présente l'ensemble des sites d'échantillonnage suivis depuis 2006 dans les tributaires de la portion québécoise du bassin versant.

Surveillance du débit de tributaires

En 2018, la première station hydrométrique permanente a été installée dans la partie québécoise du bassin versant pour mesurer en continu le débit et la turbidité près de l'exutoire du ruisseau Castle à Magog (Magog, 2019).

Caractérisation des bandes riveraines et du littoral

Au cours de l'été 2004, le MCI a mandaté RAPPEL pour réaliser une étude intitulée « Opération santé du lac » afin d'examiner la santé du littoral et des rives du côté québécois du lac Memphrémagog. L'Agency of Natural Resources du Vermont a alors demandé au MCI de réaliser une étude identique sur la partie du lac située au Vermont. Des données sur l'état de l'habitat riverain et du littoral (sédiments, plantes aquatiques, algues vertes, altérations du littoral) ont été recueillies et des mesures correctives ont été recommandées pour améliorer la santé du lac (RAPPEL et MCI, 2005; 2006). En 2015, un suivi de cette étude a été effectué à la baie Fitch pour caractériser l'évolution de la végétation aquatique et de l'accumulation sédimentaire au fond de la baie (MCI, 2016b). D'autres caractérisations de littoral ont été effectuées dans le lac Memphrémagog par des associations et RAPPEL dans les baies des Aulnes et de l'Anse en 2015.

En 2007, le MELCC a publié un protocole de caractérisation de la bande riveraine pour les associations de lacs et les municipalités (MDDEP et CRÉ Laurentides, 2007). Afin de pouvoir comparer les bandes riveraines du lac Memphrémagog à celles d'autres lacs de la province, une nouvelle caractérisation des bandes riveraines a été effectuée par le MCI pour la partie québécoise du lac entre 2014 et 2016 en utilisant le protocole du MELCC (MCI, 2014b; 2015b; 2016b). Un inventaire des propriétés riveraines canadiennes par photographie a aussi été effectué en 2011 pour évaluer les modifications du littoral (MCI, 2011b) et une mise à jour a été initiée en 2018. De plus, l'érosion des berges a été caractérisée le long du ruisseau Castle et de la rivière aux Cerises en 2012 et en 2013 (GENIVAR, 2013; WSP, 2014), et le long des tributaires de la baie Fitch en 2015 (Bissonnette et al., 2015), afin de recommander des mesures correctrices aux municipalités.

En 2015, une étude réalisée par l'UQAM en collaboration avec la SCLL et le MCI a conclu que les bateaux de plaisance créaient plus d'érosion des rives que les vagues naturelles lorsque les sports générant des vagues surdimensionnées sont pratiqués à moins de 300 m de la rive (Mercier-Blais & Prairie, 2014). De plus, en 2018, Bleu Massawippi a coordonné un projet financé par

Transports Canada pour mesurer l'érosion des berges dans les secteurs largement fréquentés par les bateaux de plaisance dans quatre lacs de l'Estrie, dont le lac Lovering et le lac Memphrémagog (Gérin, M., Bleu Massawippi, 2018, comm. pers.).

Des caractérisations du littoral et/ou des banes riveraines ont également été effectuées par RAPPEL dans d'autres lacs du bassin versant : le lac Lovering (RAPPEL, 2006), l'étang Peasley (2005; 2017), le lac Nick (2006), le ruisseau Castle (2008), le lac Gilbert (2010; 2017), l'étang O'Malley (2011), le lac des Sittelles (2015), le lac à la Truite (2015) et le lac Malaga (2018; Martel, J.-F., RAPPEL, 2018, comm. pers.). Ces études ont généralement été financées par des associations locales et/ou des municipalités.

3.2.1.3. Outils d'aide à la prise de décisions

Modèle de l'exportation du phosphore issu de l'utilisation du sol

Tel qu'il est décrit à la section 3.2.2.2c., un modèle de l'exportation du phosphore issu de l'utilisation du sol a initialement été élaboré en 2009 par un consultant privé, SMi Amenatech inc., en collaboration avec le Comité technique sur le lac Memphrémagog du Comité directeur Québec-Vermont. Le développement de ce modèle a été financé par la MRC de Memphrémagog pour évaluer la charge en phosphore des sous-bassins versants et attribuer cette charge aux utilisations du sol dans le bassin versant. Ce modèle a été mis à jour par le Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) avec l'aide du Comité directeur Québec-Vermont. Les charges estimées actuelles sont présentées au chapitre 2 à la section 2.3. Depuis l'élaboration de ce modèle, une charge quotidienne maximale totale (*Total Maximum Daily Load – TMDL*) a été établie dans la partie du bassin versant du Vermont afin de déterminer la quantité maximale de phosphore qui peut pénétrer dans le lac Memphrémagog pour atteindre les objectifs de qualité de l'eau.

Critères québécois pour la qualité de l'eau de surface

Le gouvernement du Québec a défini des critères de qualité de l'eau pour 300 contaminants pour différents types d'utilisation des eaux de surface. Les critères suivants peuvent être utilisés pour évaluer la détérioration d'un lac, mais ne devraient pas être utilisés pour évaluer les charges de phosphore qui peuvent être rejetées. Le gouvernement du Québec a défini des critères pour le phosphore total pour la protection de la vie aquatique (effet chronique) ainsi que pour la protection

des activités récréatives et de l'esthétique des plans d'eau. Pour les lacs oligotrophes dont la concentration naturelle est inférieure ou égale à 0,01 mg/L, le critère de qualité est défini comme une augmentation maximale de 50 % par rapport à la concentration naturelle sans dépasser 0,01 mg/L. Pour limiter l'eutrophisation des lacs dont la concentration naturelle est comprise entre 0,01 et 0,02 mg/L, le critère de qualité est défini par une augmentation maximale de 50 % par rapport à la concentration naturelle, sans dépasser 0,02 mg/L. Enfin, le critère québécois de qualité des eaux de surface est de 0,3 mg/L pour les cours d'eau (gouvernement du Québec, 2019b).

Projet de convergence des données sur la qualité de l'eau

Depuis 2010, le COGESAF coordonne un projet de convergence de l'ensemble des données sur la qualité de l'eau recueillies dans le bassin versant de la rivière Saint-François par différents intervenants (MELCC, municipalités, associations de lacs, etc.). Cet outil cartographique permet au public de suivre l'évolution de la qualité de l'eau et de prendre connaissance des secteurs préoccupants. Il est disponible sur le Web : <http://cogesaf.sigmont.org/cogesaf/cogesaf.php>.

Plans directeurs de l'eau

Au niveau local et régional, en 2002, le Québec a mis en place le processus de gestion intégrée de l'eau dans les bassins versants méridionaux du Québec, par l'entremise de 40 organismes de bassin versant (OBV), pour intégrer la participation volontaire et la consultation des usagers de l'eau dans la gestion de l'eau. Depuis, le COGESAF coordonne la mise en œuvre d'un plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Saint-François afin d'y améliorer la qualité de l'eau. Un portrait et un diagnostic du bassin versant de la rivière Saint-François ont été réalisés et publiés en 2006 (COGESAF, 2006). Le COGESAF a ensuite coordonné des plans spécifiques de gestion de l'eau pour tous les sous-bassins versants de la rivière St-François, incluant le bassin versant du lac Memphrémagog. Un comité local du bassin versant du lac Memphrémagog se réunit annuellement depuis 2007 pour suivre la mise en œuvre des mesures (Grenier, J., COGESAF, 2019, comm. pers.).

Diagnostics environnementaux de sous-bassins versants

Plusieurs diagnostics environnementaux de sous-bassins versants ont été effectués dans le bassin versant du lac Memphrémagog afin de recommander des mesures correctrices pour améliorer la qualité de l'eau :

- Lac à la Truite (RAPPEL en 2005);
- Bassin versant de la baie Fitch (MCI et RAPPEL en 2006);
- Bassin versant du lac Nick (RAPPEL en 2007 et en 2009);
- Le bassin versant de l'étang Peasley (RAPPEL en 2009);
- Le bassin versant du lac Gilbert (RAPPEL en 2014);
- Le bassin versant de l'étang O'Malley (RAPPEL en 2010);
- Le bassin versant du lac des Sittelles (MCI et l'Association des propriétaires du lac des Sittelles en 2013);
- Le bassin versant du ruisseau Castle (Magog en 2019).

Sources : MCI et RAPPEL, 2006; Lafrenière *et al.*, 2013; Martel, J.-F., RAPPEL, 2019, comm. pers. 2019; Magog, 2019).

Ces diagnostics environnementaux ont généralement été réalisés avec la contribution de bénévoles des associations de lacs et ont été financés par les associations de lacs, les municipalités, la Conférence régionale des élus (CRÉ) et/ou par ÉcoAction, un programme fédéral.

Plans de conservation des milieux naturels

Des plans de conservation des milieux naturels ont été élaborés pour quatre municipalités autour du lac, Austin, Magog, Canton de Stanstead et Ogden, afin d'identifier les milieux naturels d'intérêt écologique sur leur territoire et de recommander des mesures pour leur conservation (MCI et ACA, 2011; 2015; 2017; MCI et GENIVAR, 2014). Ces plans de conservation sont généralement réalisés par MCI avec la collaboration de l'ACA ou de GENIVAR et financés par des programmes municipaux, provinciaux ou fédéraux ou par la Fondation de la faune du Québec (FFQ). Ils sont utilisés par les municipalités pour intégrer la conservation des milieux naturels dans leurs règlements municipaux, leurs règlements de zonage et leur plan d'urbanisme. Un portrait cartographique des milieux naturels d'intérêt écologique a également été réalisé pour le territoire de la municipalité de Potton par l'ACA (Thibault, V., ACA, 2018, comm. pers.).

Plan régional de milieux humides et hydriques

Depuis 2017, à la suite de l'adoption de la *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques* (LCMHH) qui a modifié la *Loi sur l'eau* (C-6.2; voir la section 3.2.1.1.1), la MRC de Memphrémagog travaille au développement d'un *Plan régional des milieux humides et hydriques* (PRMHH) pour son territoire afin d'intégrer la conservation des milieux humides et des milieux hydriques à sa planification. Le PRMHH doit être prêt avant 2022 (Goulwen *et al.*, 2018).

3.2.1.4. Mise en œuvre actuelle des pratiques de gestion optimales (PGO) dans le bassin versant
En plus des politiques, des lois et des règlements, des PGO sont mises en œuvre dans la partie québécoise du bassin versant pour assurer la protection de la qualité de l'eau du lac Memphrémagog et de ses tributaires.

a) Multisectoriel

Les plans d'action globaux suivants sont mis en œuvre pour adopter des PGO dans des secteurs spécifiques du bassin versant afin de réduire les apports de nutriments au lac Memphrémagog et à ses tributaires.

Projet Santé Baie Fitch

Depuis 2014, le *Projet Santé Baie Fitch : Du diagnostic aux solutions!* vise à améliorer la qualité de l'eau de la baie Fitch et à conserver la biodiversité de son bassin versant. Coordonné par le MCI, plusieurs intervenants collaborent à la mise en œuvre d'un plan d'action 2015-2020 concernant les activités qui ont un impact sur la santé de la baie Fitch et de son bassin versant. Cela comprend la navigation de plaisance, les pratiques résidentielles et agricoles, ainsi que la protection des milieux naturels (MCI, 2015c).

Comité sur le ruisseau Castle

En 2015, un plan d'action 2016-2021 de lutte contre la sédimentation au ruisseau Castle a été lancé. Coordonné par la Ville de Magog, un comité de plusieurs intervenants, dont le MELCC, le MFFP, le COGESAF, la MRC, le MCI, la municipalité d'Austin, la municipalité du Canton d'Orford, l'APARC et l'Association pour la revitalisation du delta et des baies du lac Memphrémagog (ARDBLM), se réunit une ou deux fois par année pour suivre la mise en œuvre du plan d'action. Ce plan d'action comprend l'échantillonnage de la qualité de l'eau, le diagnostic du bassin versant, la stabilisation des berges et la gestion d'une fosse à sédiments pour recueillir les sédiments provenant du sous-bassin versant du ruisseau Castle (Magog, 2016).

b) Secteur agricole

Les programmes et intervenants suivants visent à aider les producteurs agricoles à poursuivre et à accroître l'adoption de PGO dans la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog par la sensibilisation et le support technique et financier.

Programme Prime-Vert

Le programme Prime-Vert du MAPAQ vise à favoriser l'adoption de pratiques agroenvironnementales par les entreprises agricoles afin d'améliorer la qualité de l'environnement et la santé humaine. Il peut financer entre 70 % et 90 % des dépenses de mise en œuvre des PGO. Une partie importante du programme est cofinancée par les gouvernements fédéral et provincial dans le cadre du Partenariat agricole canadien (gouvernement du Québec, 2018b). Entre 2009 et 2018, dans le cadre de ce programme, 17 producteurs agricoles sur les 53 producteurs situés sur la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog ont reçu 316 924 \$ CA (241 000 \$ US) pour la construction d'installations d'entreposage de fumier (67,5 %), la construction d'installations alternatives pour la production bovine (14,5 %), la mise en œuvre de pratiques de conservation des sols et de l'eau et de réduction des sources de pollution diffuse (9 %) et l'achat d'équipements pour l'application de pesticides (1 %; MAPAQ, données non publiées, 2019).

Plan d'accompagnement agroenvironnemental (PAA)

Le MAPAQ et Agriculture et Agroalimentaire Canada proposent une approche de soutien agroenvironnemental pour aider les producteurs agricoles dans la mise en œuvre des PGO. Réalisé de façon volontaire, le PAA est un outil de planification des interventions à mener au sein des entreprises agricoles en fonction des priorités d'intervention établies par un conseiller en agroenvironnement. Pour qu'un PAA soit admissible à un financement, le producteur agricole doit s'engager, dans un délai donné, à réaliser les actions prévues dans le plan d'action du PAA. Ces actions peuvent être financées dans le cadre des programmes Prime-Vert ou Services-conseils. Cinq PAA ont été réalisées entre 2013 et 2018 dans la portion québécoise du bassin versant (9,4 % des producteurs agricoles; MAPAQ, 2019, données non publiées).

Autres informations et soutien technique aux producteurs agricoles

Dans le bassin versant du lac Memphrémagog, l'Union des producteurs agricoles (UPA), par l'entremise du syndicat local de Memphrémagog, offre son expertise aux producteurs grâce à des outils d'information et des visites des champs agricoles où des mesures de protection des cours d'eau ont été prises (UPA, 2019; Dame G., UPA, 2018, comm. pers.). En 2020, UPA-Estrie, en collaboration avec la MRC de Memphrémagog, offrira des formations aux producteurs agricoles sur les bonnes pratiques à adopter pour réduire l'érosion lors de travaux en rives soit, par exemple,

lors de l'installation de ponts et de ponceaux (UPA-Estrie & SPFSQ, 2019). De plus, pour réduire les apports de nutriments dans le lac Memphrémagog, les agronomes du Club agroenvironnemental de l'Estrie (CAEE) visitent les terres en culture, proposent des pratiques de conservation des sols aux producteurs agricoles pour limiter les pertes de sols et de nutriments et les appuient dans la mise en place de pratiques de gestion optimales. En 2018-2019, 11 entreprises agricoles ont eu recours au programme de Services-conseils du MAPAQ ou les services du CAEE (21 %). Cette proportion limitée peut expliquer en partie le petit nombre de PAA réalisés.

Projet de conservation des sols de la baie Fitch

Le MCI et le CAEE ont entrepris un projet de conservation des sols entre 2016 et 2019 dans les secteurs agricoles du bassin versant de la baie Fitch avec le soutien financier du programme Prime-Vert du MAPAQ. L'objectif était d'aider les producteurs agricoles à adopter des pratiques de conservation des sols, en donnant la priorité aux cultures annuelles. De l'information sur les techniques de réduction de l'érosion et de gestion de l'eau, des diagnostics d'érosion et de gestion de l'eau ainsi que de l'aide à la mise en œuvre de pratiques de conservation des sols ont été offerts à 12 producteurs agricoles sur les 31 situés dans le bassin versant de la baie Fitch.

Caractérisation des bandes riveraines agricoles

En 2008, la MRC de Memphrémagog a réalisé, en collaboration avec le CAEE et avec le soutien financier de Prime-Vert, une caractérisation des bandes riveraines agricoles de tout le côté québécois du bassin versant du lac Memphrémagog. Soixante-six propriétés agricoles ont été visitées dans les municipalités de Magog, du Canton de Stanstead, d'Ogden, de Potton, de Saint-Benoît-du-Lac et d'Austin. Les principaux problèmes observés étaient des problèmes mineurs d'érosion des berges et d'accès des animaux aux cours d'eau (MRC de Memphrémagog, 2008). Les propriétaires ont été invités à communiquer avec le MAPAQ afin de soumettre des propositions de mesures d'atténuation et de recevoir du financement (Roy, A., MRC de Memphrémagog, 2019, comm. pers. 2019).

c) Terres aménagées

Les programmes et intervenants suivants visent à aider les municipalités et les citoyens à poursuivre et à accroître l'adoption des PGO dans la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog par la sensibilisation et le support technique et financier.

Gestion du ruissellement des eaux pluviales

Plusieurs organismes travaillent à informer et à sensibiliser les municipalités et les citoyens sur la gestion durable des eaux pluviales. Le COGESAF donne des formations aux employés municipaux afin d'aider les municipalités du bassin versant à réaliser un autodiagnostic de leur territoire (Grenier, J., COGESAF, 2019, comm. pers.). Certaines municipalités donnent également des formations aux entrepreneurs sur la gestion des sols et le ruissellement des eaux pluviales sur les chantiers de construction (Austin, 2019). La MRC de Memphrémagog, les municipalités et les organismes non gouvernementaux disposent également de différents outils d'information pour soutenir la population dans la gestion des eaux pluviales sur leur propriété. Afin de sensibiliser la population au maintien et à l'augmentation du couvert forestier, le MCI, LAMRAC et la Fiducie de recherche sur la forêt des Cantons-de-l'Est (FRFCE), avec la collaboration du MFFP et de l'Association forestière du sud du Québec (AFSQ), offrent chaque année des milliers d'arbres à la population du bassin versant. Enfin, certaines municipalités offrent également un financement aux propriétaires qui achètent des réservoirs d'eau de pluie (Pouliot, J., Magog, 2018, comm. pers.).

Gestion des routes

Dans la partie québécoise du bassin versant, 121 km (15 %) de routes sont gérés par le gouvernement du Québec et 634,5 km (79 %) par les municipalités. Il y a aussi 45 km (6 %) de chemins privés, dont plusieurs sont adjacents à des cours d'eau et sont assujettis à la réglementation municipale (MTQ, 2019, données non publiées). L'infrastructure provinciale de transport est gérée par le MTQ qui construit et entretient les routes provinciales selon des normes visant à prévenir le rejet de contaminants dans l'environnement.

En ce qui concerne le réseau routier municipal, des travaux de cartographie et de caractérisation des pratiques routières ont été effectués dans différents secteurs de la portion québécoise du bassin versant. RAPPEL offre des formations aux employés municipaux sur la gestion environnementale des fossés et des diagnostics des réseaux routiers municipaux pour les municipalités (Martel, J.F., RAPPEL, 2018, comm. pers.). Le MCI a également appuyé la municipalité d'Ogden dans la caractérisation de leur réseau routier et de leurs pratiques de voirie ainsi que la Ville de Magog dans la caractérisation des problématiques d'érosion au sein du réseau routier qui croise le ruisseau Castle et la rivière aux Cerises (Aubé *et al.*, 2017; WSP, 2014). Plusieurs sites problématiques le

long des routes, des fossés et des ponceaux ont été observés dans certains secteurs (Aubé *et al.*, 2017).

Plusieurs municipalités travaillent actuellement à réduire l'érosion le long de leur réseau routier municipal (Desroches-Pichette, J., Orford, 2019, comm. pers.; Déturche, F., Bolton-Est, 2018, comm. pers.; Maillé, L., Austin, 2018, comm. pers.; Simard, P. Canton de Stanstead, 2018, comm. pers.). Le gouvernement du Québec dispose actuellement d'un Programme d'aide à la voirie locale qui verse annuellement 225 millions \$ CAN (167 millions \$ US) pour l'amélioration des réseaux routiers municipaux et qui peut servir à réduire le ruissellement (MTQ, 2019).

Gestion des installations septiques privées

Toutes les municipalités de la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog veillent à ce que les installations septiques privées soient vidangées. Ceci se fait selon une certaine fréquence (tous les 2 ans pour une résidence occupée en permanence ou tous les 4 ans pour une résidence saisonnière), ou selon la quantité de boues accumulées mesurée par la municipalité chaque année et vidée sous la responsabilité du propriétaire. Pour améliorer leur conformité, certaines municipalités, comme Austin et le Canton de Stanstead, ont élaboré un programme de financement pour aider les propriétaires à mettre à niveau leurs installations septiques non conformes (Austin, 2019; Canton de Stanstead, 2019). En 2010, la MRC de Memphrémagog, avec le soutien financier du gouvernement du Québec, a procédé à l'inventaire de 839 installations septiques privées situées près des plans d'eau, dont 184 étaient situées dans le bassin versant du lac Memphrémagog à moins de 300 m du lac, afin de caractériser leur rendement et d'établir une priorité d'intervention (MRC de Memphrémagog, 2010). Le MELCC, toutes les municipalités du bassin versant, la MRC, le MCI et d'autres associations de lacs produisent et/ou distribuent aux propriétaires de résidences isolées de l'information sur la bonne gestion de leur installation septique par le biais de leur site Web, de dépliants, de bulletins ou de conférences.

d) Sources ponctuelles

Au Québec, on retrouve approximativement 30 industries dont les eaux usées sont traitées dans le bassin versant du lac Memphrémagog, soit par une station d'épuration des eaux usées, soit sur place par l'industrie elle-même (Cloutier, J.-F., MELCC, 2020, comm. pers.). On retrouve actuellement quatre stations municipales de traitement des eaux usées dans la partie québécoise du

bassin versant du lac Memphrémagog. L'OER à l'effluent d'une station située est une moyenne annuelle de 0,3 mg/L pour le phosphore total (gouvernement du Québec, 2019b). Les stations d'épuration des eaux usées de la partie québécoise du bassin versant avaient jusqu'en janvier 2017 pour satisfaire à cette exigence. Après cette date, le MELCC n'autorise plus la prolongation du réseau d'égout municipal si la municipalité ne respecte pas l'exigence relative au phosphore dans les rejets d'eaux usées domestiques. Les exigences pour l'azote ammoniacal pour les effluents des stations d'épuration dépendent de la température et du pH (p. ex. 3 mg/L en été et 5 mg/L en hiver). Des concentrations de nitrates-nitrites et d'azote totale peuvent aussi être exigées dépendant des types d'eau usées reçus à la station. Les moyennes et grandes stations d'épuration des eaux usées sont également tenues d'effectuer régulièrement des tests de toxicité.

e) Terres naturelles

Le bassin versant du lac Memphrémagog est principalement constitué de terres naturelles, et plusieurs intervenants québécois sont impliqués dans la conservation et la protection de ce territoire par la sensibilisation, le support technique et financier et la création d'aires protégées.

Conservation des terres publiques

Dans le bassin versant du lac Memphrémagog, deux aires publiques protégées appartiennent au gouvernement du Québec en vertu de la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel* pour un total de 36,2 km² (8 933 acres; annexe 2-4) : le parc national du Mont-Orford, géré par la Société des établissements de plein air du Québec (Sépaq), et réserve de biodiversité projetée Michael-Dunn. Certaines terres naturelles appartiennent aussi à des municipalités ou des fondations qui les protègent : la Ville de Magog et la FFQ sont propriétaires d'une partie du marais de la rivière aux Cerises, une terre naturelle protégée, gérée et mise en valeur par LAMRAC.

Ententes de conservation volontaire

Il existe également plusieurs aires protégées privées appartenant à des particuliers, des organismes de conservation ou des municipalités pour un total de 10,1 km² (2 496 acres; annexe 2-4). Ces aires protégées privées sont créées par des propriétaires fonciers qui prennent l'initiative de conserver des milieux naturels sur leur propriété. Puisque la plupart du bassin versant est de tenure privée, le MCI s'efforce d'informer et d'appuyer les propriétaires fonciers dans leur démarche de protection de leurs milieux naturels ainsi que d'obtenir des fonds pour protéger les terres à perpétuité au

moyen d'ententes de conservation volontaire. ACA, la Fondation Marécages Memphrémagog (FMM), Conservation de la nature Canada et LAMRAC sont les principaux partenaires du MCI dans la mise en œuvre d'actions de conservation, et les municipalités ainsi que les organismes gouvernementaux fédéraux et provinciaux comme le ECCC et le MELCC sont également collaborateurs. Les projets de conservation sont généralement financés par des organismes gouvernementaux et des fondations comme la FFQ. Le gouvernement du Québec, par sa *Loi sur la fiscalité municipale* (ch. F-2.1), accorde également un incitatif aux propriétaires fonciers qui créent une réserve naturelle privée avec l'exemption totale ou partielle des taxes municipales et scolaires.

Cartographie et évaluation des milieux naturels

Le SAD de la MRC de Memphrémagog indique les secteurs d'intérêt écologique qui nécessitent une protection particulière, comme les habitats fauniques, les plans d'eau et les milieux humides. Afin d'améliorer la précision de la cartographie des milieux humides, la MRC de Memphrémagog a acquis les données du système de détection et télémétrie par ondes lumineuses (LiDAR) et une nouvelle cartographie est prévue pour 2020. Le SAD contient des règles minimales et générales de protection des milieux naturels, qui doivent être adoptées par les municipalités, et qui concernent, entre autres, les milieux humides, l'abattage des arbres et les rives. De plus, certaines organisations à but non lucratif comme le MCI et ACA appuient les municipalités dans la délimitation et la caractérisation des milieux humides sur le terrain afin d'améliorer l'exactitude de la cartographie des milieux humides et de formuler des recommandations pour les protéger.

Terres forestières

Les municipalités du territoire de la MRC de Memphrémagog appliquent leur règlement sur l'abattage d'arbres par le biais d'une entente intermunicipale d'inspection. L'entente a pour but de fournir aux municipalités les services d'un ingénieur forestier pour assister les inspecteurs municipaux dans l'application des règlements municipaux sur l'abattage des arbres et toute autre question relative à la foresterie. La MRC de Memphrémagog distribue également un document de sensibilisation aux forestiers pour les informer des règlements et des bonnes pratiques à adopter (MRC de Memphrémagog, 2011). Pour informer et sensibiliser les forestiers à la gestion durable

des eaux pluviales, RAPPEL offre une formation sur les PGO à adopter le long des chemins forestiers (Martel, J.-F., RAPPEL, 2018, comm. pers.).

Les groupements forestiers responsables de la partie québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog appuient les propriétaires forestiers privés dans l'adoption de mesures additionnelles en matière d'exploitation forestière. Au sein du Syndicat des producteurs forestiers du sud du Québec, plusieurs de leurs clients sont certifiés par le Forest Stewardship Council (FSC), exigeant la mise en œuvre de PGO. Le MFFP accorde un soutien financier aux propriétaires de forêts privées par l'entremise de son Programme d'aide à la mise en valeur des forêts privées et d'un règlement leur permettant d'obtenir un remboursement d'impôt foncier, pour des travaux forestiers visant à protéger et à mettre en valeur les forêts privées et à protéger la ressource en eau. Le Programme de mise en valeur de la forêt privée de l'Estrie est géré en Estrie par l'Agence de mise en valeur de la forêt privée de l'Estrie (AMFP) qui offre également un soutien technique et une formation aux groupements forestiers.

Bandes riveraines et habitat riverain

Afin d'aider les municipalités à appliquer les règlements sur les bandes riveraines du lac Memphrémagog, la patrouille du MCI patrouille le lac en bateau et envoie des photos des problématiques aux municipalités. Pour soutenir la revégétalisation des berges, la MRC de Memphrémagog coordonne chaque année un programme de distribution d'arbustes dans les municipalités autour du lac. Plus de 60 000 arbustes ont été distribués au cours des douze dernières années (Roy, A., MRC de Memphrémagog, 2019, comm. pers.). Le MELCC, les municipalités du bassin versant, la MRC, le MCI et d'autres associations de lacs distribuent également de l'information aux propriétaires riverains par le biais de leur site Web, de dépliants, de bulletins ou de conférences. De plus, certaines municipalités et le MCI ont supporté financièrement des citoyens pour revégétaliser leurs rives (Maillé, L., Austin, 2018; Òrjikh, A., MCI, 2018; Simard, P., Canton de Stanstead, 2018, comm. pers.). Pour le secteur agricole, l'UPA dispose d'une campagne Opérations bandes riveraines et d'un site Internet pour diffuser de l'information et sensibiliser les producteurs agricoles à la protection des rives, avec l'appui financier de la FFQ. Le programme Prime-Vert du MAPAQ offre également un soutien financier pour la création de bandes riveraines élargies mixtes sur les terres agricoles (UPA, 2019).

f) Secteur du tourisme récréatif

Le lac Memphrémagog et son bassin versant ont un secteur récréatif de plein air important au Québec : la navigation de plaisance, la pêche, le ski, le golf, la randonnée pédestre et la baignade sont autant d'activités importantes pour les touristes et les résidents de la région. La présente section porte sur les actions visant à limiter les impacts des activités récréatives qui impliquent une transformation importante des milieux naturels, comme les terrains de golf et les stations de ski, ou des autres activités qui peuvent avoir un impact sur la qualité de l'eau, comme le nautisme.

Pratiques de nautisme

La MRC de Memphrémagog, la Sûreté du Québec (SQ) et la Régie de police de Memphrémagog (RPM) sont responsables de l'application du règlement fédéral concernant la navigation sur le lac Memphrémagog. Plusieurs bouées sont installées entre juin et septembre à 100 m (328 pi) de la rive où la limite de vitesse est réduite à 10 km/h (6 mi/h). Un dépliant présentant le règlement en vigueur est produit chaque année et distribué aux plaisanciers. Depuis 1989, la patrouille nautique de la MRC composée d'étudiants en technique policière applique la réglementation concernant la navigation de plaisance sur le lac Memphrémagog et le lac Lovering.

Depuis 2016, la MRC de Memphrémagog, en collaboration avec les municipalités et le MCI, met en œuvre la campagne de sensibilisation *Suivez la vague* au lac Memphrémagog en demandant aux plaisanciers de pratiquer des sports générant des vagues surdimensionnées à plus de 250 m (820 pi) de la rive (MRC de Memphrémagog, 2016). Chaque été, des bouées sont installées près de trois zones sensibles pour rappeler aux plaisanciers de rester à plus de 250 m (820 pi) de la rive lorsqu'ils pratiquent ces sports. Une courte vidéo et un dépliant ont été créés et distribués à la population. Depuis 1974, la patrouille du lac du MCI distribue également une brochure présentant les bonnes pratiques du plaisancier.

Industrie du plein air

Au Québec, certains propriétaires publics et privés protègent des milieux naturels pour un usage récréatif, comme la marche, la randonnée pédestre, le vélo, la motoneige et/ou les véhicules tout terrain. Lorsque certaines activités récréatives peuvent apporter des nutriments aux cours d'eau dus à l'érosion le long de chemins de terre par exemple, elles peuvent aussi prévenir la

conversion de milieux naturels en un autre type d'utilisation des terres avec un coefficient d'exportation de nutriments plus élevé.

Industries du ski et du golf

Les industries du ski et du golf sont considérées comme des activités récréatives intensives par la MRC et doivent être implantées dans des zones spécifiques du SAD. Leur gestion est régie par la *Loi sur la qualité de l'environnement du Québec*.

3.2.1.5. Mise en œuvre de mesures de restauration dans le lac et ses tributaires

Fosse à sédiments au ruisseau Castle, Magog

En 2000, dans le ruisseau Castle, la Ville de Magog a installé une fosse à sédiments pour recueillir les sédiments provenant du sous-bassin versant de la rivière Castle avant qu'ils n'arrivent au lac Memphrémagog. La fosse a été mise à niveau en 2017. Plus de 1600 m³ de sédiments ont été extraits du cours d'eau pour installer la fosse (Magog, 2019, données non publiées). La fosse et la trappe construites en 2000 et mise à niveau en 2017 ont été conçues et sont efficaces pour des sédiments supérieurs à 0,1 mm (MENV, 2000; MDDELCC, 2017b; Polytech, 2009). L'efficacité pour les sédiments de moins de 0,1 mm est par contre limitée et de fortes concentrations de matières en suspension sont observées dans la colonne d'eau en aval de la fosse lors d'événements de pluie de forte intensité ce qui contribue à l'envasement de la baie de Magog (JFSA, 2016; Gagnon, 2019).

Installation d'aérateurs dans la baie des Aunes, Magog

En 2017, l'Association pour la revitalisation du delta et des baies du lac Memphrémagog (ARDBLM) a entrepris un projet pilote et a installé des aérateurs dans la baie des Aunes, près de l'embouchure du ruisseau Castle afin de réduire l'épaisseur de sédiments dans ce secteur (Magog, 2018b). Lorsque, en théorie, la charge interne de phosphore d'un lac peut être réduite par la circulation artificielle de l'eau dans le cas où le relargage de phosphore par les sédiments est le principal mécanisme d'enrichissement de l'eau, l'installation d'aérateurs peut avoir l'effet contraire et augmenter la charge interne de phosphore en augmentant la décomposition aérobie des matières organiques (ministère de l'Environnement, 2003). Pour l'instant, l'impact des

aérateurs sur la concentration de nutriments dans la baie des Aunes et le lac Memphrémagog n'est pas connu.

3.2.2. Inventaire des efforts américains en matière de gestion des nutriments

3.2.2.1. Politiques, lois et règlements des États-Unis en matière de protection de la qualité de l'eau

a) Lois et règlements fédéraux des États-Unis

Clean Water Act : en vigueur depuis le 18 octobre 1972

La *Clean Water Act* (loi sur la qualité de l'eau – CWA) est la loi fédérale régissant la pollution de l'eau aux États-Unis dans le but d'entretenir et de restaurer les eaux du pays en adressant des problèmes chimiques, physiques et biologiques. Cette loi jette les fondements de la réglementation de base des polluants rejetés. En vertu de la CWA, des programmes de contrôle de la pollution ont également été mis en œuvre, comme des normes sur les eaux usées et les exigences relatives à la TMDL (EPA, 2019a).

Endangered Species Act : en vigueur depuis le 27 décembre 1973

L'*Endangered Species Act* (loi fédérale sur les espèces en voie de disparition – ESA) sert à la conservation de la flore et de la faune dans les niches écologiques où elles se trouvent. Les organismes fédéraux qui supervisent l'application de cette loi sont le Fish and Wildlife Service (service de la faune aquatique et terrestre) des États-Unis et le National Oceanic and Atmospheric Administration Fisheries Service (service des pêches de l'association océanique et atmosphérique nationale) (EPA, 2019b) des États-Unis. L'ESA des États-Unis pourrait être utilisée pour réglementer la charge en nutriments s'il s'avérait que ces activités ou concentrations de nutriments constituent une menace pour une espèce en voie de disparition.

Farm Bill : en vigueur à compter de 1981, renouvelée en 2018

La *Farm Bill* (loi agricole fédérale) vise à assurer la stabilité des producteurs agricoles, à développer les débouchés commerciaux, à aider les Américains à accéder à des aliments nutritifs pour la santé de leur famille et à protéger les ressources et la terre (UCSUSA, 2019). Les

programmes et le financement inclus dans la *Farm Bill* américaine appuient directement la mise en œuvre des PGO dans les exploitations agricoles afin de réduire la charge en nutriments.

b) Lois et règlements de l'État du Vermont

Act 250, Land Use and Development Act : en vigueur depuis 1970

L'*Act 250* est la loi du Vermont sur l'utilisation et l'aménagement du territoire. Cette loi a été conçue pour tenir compte des répercussions que le développement pourrait avoir sur la collectivité et l'environnement. Dix critères différents doivent être respectés pour que les commissions environnementales de district approuvent chaque projet, y compris la pollution de l'eau (VDEC, 2019a). La liste complète des critères est disponible sur le site Web du *Natural Resources Board* : <https://nrb.vermont.gov/act250-permit/criteria> .

Shoreland Protection Act du Vermont : en vigueur depuis le 1^{er} juillet, 2014

La *Shoreland Protection Act* est la loi sur la protection des terres riveraines du Vermont qui réglemente les activités qui se déroulent à moins de 250 pieds (76,2 m) du niveau d'eau moyen d'un lac de 10 acres (environ 4 ha) ou plus. Le VDEC administre la *Shoreland Protection Act* par l'entremise d'un programme de délivrance de permis visant à faire en sorte que tout aménagement sur les terres riveraines soit conforme à la loi. La loi vise à assurer la poursuite d'un développement raisonnable tout en protégeant le littoral, l'habitat aquatique et la qualité de l'eau (VDEC, 2015b).

Act 64, Clean Water Act du Vermont : en vigueur depuis le 18 novembre 2016

L'*Act 64* est la loi sur la qualité de l'eau du Vermont qui traite des problèmes de qualité de l'eau et qui énonce les dispositions relatives à l'agriculture, à la planification de la gestion des eaux pluviales et des bassins ainsi qu'à l'évaluation de la valeur d'usage. Cette loi a également augmenté le financement pour la mise en œuvre de programmes et d'améliorations de la qualité de l'eau (VLEG, 2019a). Dans l'*Act 64*, la réglementation du ruissellement des eaux pluviales a été mise à jour pour inclure les rejets provenant de surfaces imperméables existantes comme les routes municipales et toute surface imperméable de trois acres (1,2 ha) ou plus. Cette loi oblige la VANR à mettre à jour les plans de bassin des 15 bassins versants (VDEC, 2019a).

L'Act 64 a exigé la mise à jour ou l'élaboration d'un certain nombre de programmes de réglementation, ainsi que la mise en œuvre de PGO pour réduire l'érosion et la charge en nutriments. Les programmes de l'Act 64 comprennent (VDEC, 2017c) :

Programme	Description
<i>Acceptable Management Practices</i> (pratiques de gestion acceptables – AMP)	PGO qui réduisent l'érosion causée par l'exploitation forestière
<i>Municipal Roads General Permit</i> (permis général pour les routes publiques)	Faire l'inventaire et réduire l'érosion des routes municipales
<i>Operational Three-Acre Permit</i> (permis opérationnel pour les sites de trois acres)	Faire l'inventaire et réduire le ruissellement des eaux pluviales des sites de plus de trois acres de surface imperméable
<i>Required Agricultural Practices</i> (pratiques agricoles obligatoires – RAP)	Planifier et mettre en œuvre des PGO pour réduire les impacts de l'agriculture sur les voies d'eau
<i>Transportation Separate Storm Sewer System Permit</i> (permis de réseau d'égout pluvial distinct pour le transport – TS4)	Faire l'inventaire et réduire le ruissellement des eaux pluviales du réseau de transport et des installations de transport de l'État

Act 185, Clean Water Revolving Fund du Vermont : en vigueur depuis le 28 mai 2018

Il s'agit d'une loi relative au fonds de crédit renouvelable de l'État pour l'assainissement de l'eau. Cette loi a modifié les dispositions législatives régissant le *Clean Water State Revolving Fund* (fonds renouvelable de l'État pour l'assainissement de l'eau – CWSRF) afin d'élargir l'admissibilité des projets. L'Act 185 rend les projets de ressources naturelles parrainés par une municipalité et jumelés à un projet traditionnel admissibles au financement du CWSRF et rend les emprunts privés admissibles aux prêts du CWSRF pour des projets d'amélioration de la qualité de l'eau (VDEC, 2019a).

Act 76 : An act relating to the provision of water quality services (loi concernant la prestation de services relatifs à la qualité de l'eau) : signé par le gouverneur le 19 juin 2019

L'Act 76 fournit une source de financement à long terme pour les programmes de qualité de l'eau dans l'État du Vermont en allouant 6 % des recettes provenant de la taxe de séjour et de repas à ce fonds. Elle établit également un nouveau modèle de distribution de fonds pour les projets

d'amélioration de la qualité de l'eau en exigeant que la VANR établisse des fournisseurs régionaux de services qui sont responsables des projets d'amélioration de la qualité de l'eau dans leur région ainsi qu'un conseil de qualité de l'eau du bassin versant pour prendre des décisions sur les projets. La loi établit également quatre programmes de subventions et exige que la VANR élabore des plans d'assainissement pour les eaux dégradées (VLEG, 2019b).

c) *Règlements municipaux*

Zonage et règlements municipaux

Les municipalités du Vermont peuvent adopter des règlements, qui comprennent des permis, des interdictions et des restrictions, pour régir l'aménagement du territoire à l'intérieur des limites municipales. Les municipalités peuvent réglementer l'utilisation des terres et des rives, la construction et l'utilisation des structures, le moment et/ou la séquence de développement, et l'utilisation des corridors fluviaux. Les municipalités peuvent adopter des règlements pour protéger les corridors fluviaux et les bandes riveraines en réglementant l'aménagement et l'utilisation de ceux-ci. Les municipalités peuvent choisir d'appliquer ces règlements pour un certain nombre de raisons, y compris la lutte contre la pollution, les sédiments et/ou l'érosion, la réduction du ruissellement des eaux pluviales ou la protection/préservation des milieux humides et/ou des habitats naturels.

3.2.2.2. Charge quotidienne maximale totale (Total Maximum Daily Load – TMDL) en phosphore dans le lac Memphrémagog

L'article 303(d) de la *Clean Water Act* (Loi sur la qualité de l'eau – CWA) fédérale américaine autorise l'EPA à collaborer avec les États pour dresser la liste des plans d'eau dégradées et établir des TMDL. Une TMDL établit la quantité maximale d'un polluant spécifique qui peut pénétrer dans un plan d'eau pour atteindre les objectifs de qualité de l'eau (USEPA, 2018). De plus amples renseignements sur le processus fédéral relatif aux TMDL et aux eaux dégradées sont disponibles à l'adresse suivante : <https://www.epa.gov/tmdl>

Des analyses de qualité de l'eau ont permis d'établir que les concentrations de phosphore dans la partie du lac Memphrémagog située au Vermont étaient en moyenne de 18 µg/L, ce qui dépasse le critère de qualité de l'eau de 14 µg/L. En raison du dépassement de la norme de qualité de l'eau, le CWA exige qu'une TMDL soit établie pour le phosphore afin de limiter la quantité de phosphore

entrant dans le lac Memphrémagog à partir de son bassin versant. Le TMDL a été complété par le VDEC et approuvé par l'EPA en novembre 2017 (VDEC, 2017a).

Le VDEC a été chargé d'élaborer la TMDL pour le bassin versant du lac Memphrémagog. L'élaboration de la TMDL s'est faite à l'aide de trois outils de modélisation connexes, mais distincts : un modèle d'exportation de phosphore issu de l'utilisation du sol, un modèle de « baignoire » dans le lac et un outil de scénarios de PGO (VDEC, 2017b). Les processus de surveillance et de modélisation sont brièvement décrits ci-dessous, mais, sur le plan conceptuel, le processus relatif à la TMDL comprend :

1. L'échantillonnage de la qualité de l'eau.
2. L'élaboration d'objectifs de réduction du phosphore par type d'utilisation du sol par :
 - a. l'élaboration d'un modèle d'exportation issue de l'utilisation du sol pour comprendre les charges de phosphore par type d'utilisation du sol;
 - b. l'élaboration d'un modèle de « baignoire » pour le lac Memphrémagog afin d'établir le pourcentage de réduction du phosphore nécessaire pour respecter les critères de qualité de l'eau;
 - c. l'utilisation de l'outil de scénarios de PGO pour déterminer les réductions de charge réalisables dans les secteurs sources de phosphore en fonction des combinaisons de PGO mises en œuvre.
3. L'élaboration d'un rapport final sur la TMDL pour réduire la charge de phosphore afin d'atteindre les objectifs de qualité de l'eau qui seront mis en œuvre grâce à une réglementation accrue des secteurs sources de phosphore et à des mesures volontaires. Les mesures volontaires sont ciblées en fonction de plans stratégiques de bassin versant (TBP, *Tactical Basin Plans*) qui sont mis à jour tous les cinq ans pour permettre un processus itératif d'identification, puis de mise en œuvre de mesures ciblées de réduction du phosphore. Voir la section 3.2.2.4 pour des informations sur les TBP.

a) Objectifs de réduction du phosphore par la TMDL

La TMDL consiste en un document juridiquement contraignant pour le Vermont seulement, de ce fait, les objectifs de réduction du phosphore et le plan pour atteindre ces objectifs ont été élaborés pour le Vermont seulement et supposaient que la charge en phosphore du Québec resterait constante. La TMDL indique qu'une réduction globale de 29 % de la charge de phosphore dans la partie du bassin versant du Vermont est nécessaire pour atteindre les objectifs d'une concentration de phosphore de 14 µg/L dans la partie du Vermont du lac Memphrémagog. Le tableau 3-1 montre

les pourcentages de réduction par type d'utilisation de sol inclus dans la TMDL pour atteindre l'objectif de réduction de la charge du Vermont.

Tableau 3-1. Pourcentages de réduction par type d'utilisation du sol

Utilisation du sol	Pourcentage de réduction de la charge de phosphore
Terres agricoles	46 %
Production agricole	64 %
Terres aménagées	18 %
Autres (forêt, arbustes, milieux humides, eau)	3,5 %
Corridors fluviaux	23 %
Stations d'épuration des eaux usées	33 % de la charge actuelle autorisée

À partir de la TMDL et du TBP, le VDEC a élaboré un plan d'action pour la réduction du phosphore qui comprend la réduction nécessaire du phosphore par type d'utilisation du sol et qui décrit les PGO pour atteindre ces objectifs (VDEC, 2017c).

Pour plus d'informations, tous les documents relatifs à la TMDL sont disponibles en ligne :

- TMDL du lac Memphrémagog (2017):
<http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/Memph%20TMDL%20Final%20EPA%20approved.pdf>
- Documentation de modélisation de la TMDL pour le lac Memphrémagog (2017):
<https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/Memph%20TMDL%20documentation%208-2-17.pdf>

Le TBP du bassin 17 comprend une section pour la TMDL et utilise aussi cette dernière dans le contexte d'initiatives plus vastes pour le bassin 17 et comprend un plan d'action élargi pour le bassin versant du lac Memphrémagog et le bassin 17. Il est disponible en ligne à l'adresse :

http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/Basin17_TBP_Signed.pdf

b) Programmes de surveillance de la qualité de l'eau de la TMDL

Programme de surveillance du lac Memphrémagog par la TMDL du Vermont – VDEC

Des échantillons de qualité d'eau ont été prélevés dans le lac Memphrémagog de 2005 à 2012 dans le cadre du *Vermont Lake Assessment Program* (programme d'évaluation des lacs du Vermont), y compris des échantillons de phosphore total, d'azote global, de chlore et de métaux. Des

échantillons ont été prélevés par le VDEC toutes les deux semaines de mai à octobre ou novembre à 0,2 mètre de profondeur, puis tous les deux mètres jusqu'à un mètre au-dessus du fond. De plus, un Hydrolab a été utilisé pour mesurer le pH, la turbidité et la chlorophylle tous les mètres de profondeur et des mesures de la profondeur au disque de Secchi ont été effectuées à chaque site. Ces échantillons ont été prélevés aux mêmes endroits que dans le cadre du Programme d'échantillonnage citoyen du Vermont (*Vermont Lay Monitoring Program - VLMP*) à South Bay et au large de Whipple Point (Memph 03), ainsi qu'à un autre site échantillonné sur le lac Memphrémagog (station 249/Memph 04) qui se trouve à un kilomètre au sud-ouest de l'île Bell dans la partie centrale du lac Memphrémagog et qui est également échantillonné par le MELCC (voir la figure 2-6 à la section 2.2.2).

Programme d'échantillonnage des charges en phosphore dans les tributaires par la TMDL – VDEC

Depuis 2005, le VDEC dirige un programme d'échantillonnage annuel sur les rivières Black, Barton et Clyde au pont le plus bas en amont du lac, à l'aide d'un échantillonneur intégrant la profondeur. Le VDEC, en coordination avec le programme d'échantillonnage bénévole, prélève des échantillons ponctuels sur la plus petite rivière Johns à plusieurs milles en amont de l'embouchure de Beebe Plain. La fréquence d'échantillonnage est à peu près mensuelle, de 8 à 13 échantillons prélevés chaque année lorsque les débits sont supérieurs au 90^e percentile des débits mesurés dans la rivière Black.

Le programme Flux (Walker, 1999) est utilisé pour estimer la charge annuelle de phosphore pour chaque tributaire à l'aide d'une méthodologie qui sépare les dates d'échantillonnage en strates en fonction des sections stables, ascendantes ou descendantes de l'hydrogramme, ce qui donne un coefficient de variation relativement faible pour chaque tributaire. Le VDEC évalue actuellement l'utilisation de la régression pondérée sur le temps d'écoulement et la saison comme méthode de recharge pour estimer la charge de phosphore.

c) Modèles de la TMDL

Modèle d'exportation de phosphore issu de l'utilisation du sol

Afin d'établir une TMDL pour le lac Memphrémagog, un modèle d'exportation de phosphore issu de l'utilisation du sol a été élaboré afin d'estimer la charge de phosphore aux endroits du bassin versant pour lesquels on ne disposait pas de données provenant d'échantillonnages des cours d'eau,

et afin d'attribuer cette charge aux utilisations du sol du bassin versant. Le modèle d'exportation de phosphore issu de l'utilisation du sol a été élaboré à l'origine en 2009 par un consultant privé, SMi Amenatech inc. en collaboration avec le Comité technique sur le lac Memphrémagog du Comité directeur Québec-Vermont et financé par la MRC de Memphrémagog (Vezina et Desilets, 2009). Ce modèle utilise les valeurs d'exportation de phosphore de la littérature pour estimer la charge provenant de l'utilisation du sol, les estimations de la charge des installations septiques, puis les estimations de la rétention dans les lacs de plus de 4 ha (9,88 acres) pour estimer la perte de phosphore dans le bassin versant.

Ce modèle a été mis à jour par le VDEC avec l'aide du Comité directeur Québec-Vermont afin d'ajouter des classifications de l'utilisation du sol pour les routes non pavées, les routes pavées et les zones agricoles, et d'estimer la charge due à l'érosion des cours d'eau des grandes rivières du Vermont. Le VDEC a calibré les coefficients d'exportation des types d'utilisation du sol en fonction des estimations de charge pour les quatre principaux tributaires et les 24 tributaires secondaires du Vermont. Au moment de l'élaboration du modèle, on ne disposait pas d'estimations des charges de phosphore pour les tributaires du Québec, ce qui augmente l'incertitude des estimations des charges à partir de ce modèle au Québec.

Les charges actuelles estimées à partir de la TMDL est présentée à la section 2.3. Le document de la TMDL est disponible en ligne comme information supplémentaire à l'adresse : <https://dec.vermont.gov/watershed/map/basin-planning/basin17>

Modèle de « baignoire » du lac Memphrémagog

Pour appuyer l'élaboration de la TMDL du phosphore du lac Memphrémagog, un modèle de « baignoire » a été élaboré pour estimer l'échange entre les différents segments de lac et la sédimentation du phosphore dans chaque segment de lac. Ce modèle est décrit en détail dans la documentation de modélisation de la TMDL du lac Memphrémagog (VDEC, 2017c). Le modèle de « baignoire » estime qu'une réduction de 29 % de la charge de phosphore au Vermont est nécessaire pour que le lac Memphrémagog puisse atteindre ses objectifs de qualité de l'eau au Vermont, en supposant que la charge de phosphore demeure la même au Québec.

Outil de scénarios de PGO de Memphrémagog (PGO-M)

L’outil de scénarios de PGO de Memphrémagog (*Memphremagog BMP Scenario Tool*, M-BMP), ou PGO-M, est un outil de modélisation basé sur une feuille de calcul conçue pour estimer le niveau de réduction du phosphore qui pourrait être atteint par diverses combinaisons de PGO dans le bassin versant du lac Memphrémagog. Il s’agit d’une version modifiée de l’outil de scénarios de phosphore du lac Champlain élaboré pour la TMDL du lac Champlain (Tetra Tech, 2015b) qui est décrite dans la documentation de modélisation de la TMDL du lac Memphrémagog (VDEC, 2017c). Cet outil de scénarios utilise les coefficients de charge de base du phosphore générés par le modèle d’utilisation du sol pour chaque type d’utilisation sol ainsi que l’information sur l’efficacité des PGO générée par un modèle de *Soil and Water Assessment Tool* (outil d’évaluation du sol et de l’eau – SWAT) pour le lac Champlain, ou des valeurs documentaires, pour estimer la quantité de réduction du phosphore pouvant être obtenue par une grande variété de scénarios de PGO choisis par les utilisateurs du sous-bassin versant de chaque segment de lac. Grâce à cet outil, les PGO peuvent être appliquées sur une superficie déterminée ou un pourcentage d’une utilisation du sol donnée dans un sous-bassin versant qui se déverse dans un segment de lac au Vermont ou au Québec. L’outil estime ensuite la réduction de charge obtenue. Les estimations de réduction de charge sont ensuite introduites dans le modèle de « baignoire » (décrit dans la section précédente) qui estime le changement résultant de la concentration de phosphore pour chaque segment de lac.

3.2.2.3. Surveillance et recherche

United States Geological Survey (USGS) – Échantillonnage des débits

L’USGS maintient trois appareils de mesure de débit dans les parties du Vermont du bassin versant du lac Memphrémagog en plus d’un appareil de mesure du niveau d’eau dans le lac Memphrémagog lui-même qui a été installé en 1931. L’appareil de mesure de débit de la rivière Black est en service depuis 1951, celui de la rivière Barton depuis 2010, et celui de la rivière Clyde a été établie en 1909 avec quelques années d’interruption dans le registre vers 1927.

Programme d’échantillonnage citoyen du Vermont – VDEC

Le programme d’échantillonnage citoyen du Vermont (VLMP, *Vermont Lay Monitoring Program*) fournit de la formation et de l’équipement à des bénévoles locaux ou des sentinelles non professionnels pour échantillonner les eaux de surface au Vermont. Le programme a débuté en

1979 et a trois objectifs principaux : 1) établir des données de base sur la qualité de l'eau; 2) suivre les tendances en matière d'enrichissement en nutriments; 3) offrir des services d'éducation et de sensibilisation. Des sentinelles surveillent les eaux de surface toutes les semaines jusqu'à tous les dix jours pendant toute la saison, du *Memorial Day* (dernier lundi de mai) au *Labor Day* (premier lundi de septembre) pour le phosphore, la transparence au disque de Secchi et la chlorophylle-*a*. Un minimum de huit échantillons doit être prélevé pendant la saison pour calculer les valeurs moyennes (VDEC, 2018b).

Le programme d'échantillonnage citoyen est en place dans le bassin versant du lac Memphrémagog depuis 1985. Il y a deux sites d'échantillonnage sur le lac Memphrémagog, l'un au centre de South Bay et l'autre au centre du lac au large de Whipple Point (station 294/Memph 03) (voir la figure 2-6 à la section 2.2.2).

De plus, des sentinelles prélèvent des échantillons dans les lacs Salem, Seymour et Shadow, les étangs Great Hosmer et Long et les lacs Willoughby, Parker et Echo, situés dans la partie du Vermont du bassin versant.

Les données sur la qualité de l'eau provenant du programme d'échantillonnage citoyen sont disponibles en ligne à l'adresse suivante : <https://dec.vermont.gov/watershed/lakes-ponds/data-maps/lay-monitoring>

Programme de surveillance des cyanobactéries – VDEC et Vermont Department of Health (département de la Santé du Vermont – VDH)

Le VDEC et le VDH offrent actuellement de la formation à des bénévoles pour évaluer visuellement la présence de cyanobactéries dans les eaux de surface. Les bénévoles consignent leurs observations hebdomadaires à l'aide d'un outil en ligne, appelé *cyanobacteria tracker*. En cas de floraison, le VDH conseille d'éviter tout contact et peut recommander de fermer certaines zones, comme les zones de baignade, pour les activités récréatives. L'agent en santé de la ville locale a la compétence de fermer les plages et le VDH travaille en étroite collaboration avec les autorités locales pour élaborer un plan d'intervention et de communication approprié. À la fin de chaque année, le VDEC publie un rapport sur les observations de cyanobactéries de la saison. Toutes les données sont disponibles en ligne à l'adresse suivante : <http://www.healthvermont.gov/tracking/cyanobacteria-tracker>.

Depuis 2013, le Memphremagog Watershed Association (MWA) recrute et coordonne des sentinelles pour surveiller les cyanobactéries sur la portion du Vermont du lac Memphrémagog et a aidé à la formation des bénévoles pour reconnaître les cyanobactéries. Avant 2013, il n’existait aucun programme de surveillance officiel et les résidents et le personnel du VDEC signalaient les fleurs d’eau. En 2013, une surveillance estivale, sous la direction du *Lake Champlain Committee* (Comité du lac Champlain), du VDEC et du VDH, a été entreprise à certains endroits selon les protocoles utilisés pour le lac Champlain (Shambaugh, 2018).

Si une prolifération est observée sur la portion du Vermont du lac Memphrémagog, la prise d’échantillons de cyanobactéries n’est pas requise, car les observations visuelles et les photographies sont suffisantes pour fermer une zone récréative selon les directives du VDH même si la présence des cyanotoxines n’est pas confirmée. Cela permet une réponse rapide aux conditions de floraison des cyanobactéries, qui peuvent changer rapidement. L’analyse de l’eau et les échantillons taxonomiques nécessitent plusieurs jours avant que les résultats ne soient disponibles. Le protocole d’évaluation visuelle utilisé au Vermont a été développé spécifiquement pour faciliter une réponse rapide des autorités locales.

Programme d’échantillonnage bénévole de la qualité de l’eau des tributaires

Depuis 2005, le programme d’échantillonnage bénévole des tributaires (*Voluntary Tributary Monitoring Program*) a suivi plus de 153 sites dans toute la partie du bassin versant du lac Memphrémagog située au Vermont. Ce programme est soutenu par le programme de partenariat LaRosa par l’intermédiaire du VDEC qui soutient les analyses des échantillons d’eau aux laboratoires de l’État du Vermont. Depuis 2005, un large éventail de sources de financement a fourni un soutien organisationnel pour la collecte et l’analyse des données.

L’échantillonnage des tributaires a été réalisé grâce à la collaboration du Natural Resources Conservation District (NRCD, district de conservation des ressources naturelles) du comté d’Orleans, du NorthWoods Stewardship Center (NWSC) et du Memphremagog Watershed Association (MWA) sous la direction de Fritz Gerhardt de Beck Pond LLC en 2018.

Le programme LaRosa comprend des échantillonnages d’azote et de phosphore, et avant 2017, de turbidité, pris huit fois par année, incluant deux dates d’échantillonnage ciblant les épisodes de ruissellement importants.

Les données de ce programme d'échantillonnage ont été utilisées pour évaluer les secteurs préoccupants pour la charge en nutriments, comme le montre la figure 2-5 de la section 2.2.1, et ont mené à des efforts pour travailler avec des propriétaires fonciers et des producteurs agricoles afin de mettre en œuvre des PGO et de suivre les effets de ces pratiques sur la qualité de l'eau (VDEC, 2017a). Des rapports annuels sont disponibles en ligne : <https://dec.vermont.gov/watershed/map/monitor/larosa> .

3.2.2.4. Outils d'aide à la prise de décisions

Études géomorphologiques de cours d'eau (Stream Geomorphic Assessments – SAG)

Trois études géomorphologiques ont été effectuées dans le bassin versant du lac Memphrémagog par le NorthWoods Stewardship Center (NWSC) sous la direction du VDEC. En 2008, une étude pour les rivières Barton et Johns, et une pour la rivière Clyde ont été effectuées. En 2011, une étude a été effectuée pour la rivière Black. Ces rapports sont disponibles en ligne : <https://dec.vermont.gov/watershed/rivers/river-corridor-and-floodplain-protection/geomorphic-assessment>

Le but d'une SAG est de fournir des conseils sur la façon d'équilibrer les activités humaines, le développement et l'utilisation de l'eau avec la protection et la restauration des corridors fluviaux. Les rapports servent d'outils de planification des bassins versants et d'outils éducatifs pour s'assurer que l'aménagement et les projets sont planifiés et mis en œuvre de manière à ce qu'ils soient conformes aux caractéristiques géomorphologiques actuelles des cours d'eau ainsi qu'à l'évolution prévue de leur lit (VDEC, 2018c).

Établissement de plans directeurs de gestion des eaux pluviales et Cartographie des infrastructures de gestion des eaux pluviales

En 2016, un plan directeur des eaux pluviales a été produit par Watershed Consulting Associates (WCA) pour la partie du bassin versant du lac Memphrémagog située au Vermont. WCA a été embauché par le Memphremagog Watershed Association (MWA) grâce à une subvention du *Vermont Ecosystems Restoration Program* (programme de restauration des écosystèmes du Vermont) du VDEC. Le plan s'appuie sur les lignes directrices de planification de la gestion des eaux pluviales établies par le VDEC pour identifier vingt projets prioritaires dans les villes de Barton, Coventry, Derby, Glover, Irasburg, Newport City et Orleans Village. Ces projets

prioritaires ont été choisis comme sites dont la mise à niveau de la gestion des eaux pluviales aurait un impact élevé sur la réduction de la quantité de phosphore qui pénètre dans les cours d'eau. Dans le rapport, quatre de ces projets prioritaires étaient accompagnés d'une conception complétée à 30 % pour l'amélioration de la gestion des eaux pluviales (WCA, 2016). Ce rapport sert d'outil de planification pour permettre à la MWA et aux municipalités de demander des fonds supplémentaires pour concevoir et mettre en œuvre des projets d'amélioration de la gestion des eaux pluviales autour du bassin versant afin de réduire le phosphore des terres aménagées et d'atteindre les objectifs de réduction du phosphore de la TMDL.

Une cartographie des infrastructures de gestion des eaux pluviales a également été réalisée pour plusieurs municipalités du bassin versant. Cette cartographie a été effectuée par VANR et sert d'outil d'aide à la prise de décisions pour les villes afin d'entretenir les infrastructures actuelles de gestion des eaux pluviales et de planifier les améliorations futures. La cartographie des infrastructures des eaux pluviales est terminée pour les municipalités d'Albany, de Barton, de Brighton, de Craftsbury, de Derby, de Glover, d'Irasburg, de Newport Center et d'Orleans Village.

Plans stratégiques de bassin versant

Les plans stratégiques de bassin versant (TBP, *Tactical Basin Plan*) sont produits tous les cinq ans par les planificateurs des bassins versants du VDEC, en étroite coordination avec les autres partenaires du bassin versant. Les TBP fournissent une évaluation de la qualité des eaux de surface, cernent les problèmes et les menaces, et recommandent des projets de bassins versants et des sources de financement pour rendre les eaux conformes aux normes actuelles de qualité d'eau (VDEC, 2018a). Selon l'*Act 64*, ou la *Clean Water Act* du Vermont, les mesures mises en œuvre par l'État pour améliorer la qualité de l'eau doivent être incluses dans les TBP et l'État doit établir des relations avec les acteurs locaux pour mener ces mesures à bien (VDEC, 2017c). À ce titre, les TBP constituent un important outil de planification et un document pour établir l'ordre de priorité des projets.

Le Vermont est divisé en quinze bassins. La portion du bassin versant du lac Memphrémagog qui se trouve au Vermont se trouve dans le bassin 17, le bassin de Memphrémagog, de Tomifobia et de Coaticook. Le TBP pour le bassin 17 a été achevé en 2017 et portait principalement sur la mise en œuvre des réductions de phosphore nécessaires pour respecter la TMDL du lac

Memphrémagog. Le TBP contient des recommandations sur les mesures à prendre pour chaque type d'utilisation du sol afin de réduire la charge de phosphore d'une proportion du pourcentage de charge provenant de chaque type de sol (VDEC, 2017c). Ces mesures et projets recommandés sont compilés dans le VDEC's Watershed Project Database, une base de données du VDEC sur les projets relatifs aux bassins versants, qui sert à établir l'ordre de priorité des projets relatifs à la qualité de l'eau, à orienter le financement de l'État et à guider les organismes et les municipalités des bassins versants dans leurs projets relatifs à la qualité de l'eau. Les prochains cycles de planification des bassins utiliseront des informations supplémentaires de surveillance et de modélisation pour élaborer des priorités de mise en œuvre à intervalles de cinq ans, ce qui permettra un processus itératif de mise en œuvre de la TMDL dans le temps. La TMDL prévoit une réduction de 29 % de la charge de phosphore.

3.2.2.5. Mise en œuvre actuelle des pratiques de gestion optimales (PGO) dans le bassin versant aux États-Unis

a) Secteur agricole

Pratiques agricoles obligatoires

L'Act 64 a exigé que le secrétaire de la VAAFMM modifie la règle des pratiques agricoles acceptées (AAP, *Accepted Agricultural Practices*) du Vermont pour renforcer les pratiques afin de réduire l'impact de l'agriculture sur la qualité de l'eau et mettre en œuvre le programme de certification des petites exploitations agricoles. Les AAP sont entrés en vigueur en 1995 et ont été révisés en 2006. En 2016, une série mise à jour de pratiques et de stratégies de gestion pour tous les producteurs agricoles du Vermont a été approuvée, connue sous le nom des pratiques agricoles obligatoires (RAP, *Required Agricultural Practices*). Ces nouvelles RAP ont été modifiées de nouveau en 2018 (VAAFMM, 2018). Selon la règle des RAP (2016), les normes et pratiques mises à jour ont pour but de réduire ou d'éliminer les pertes de sédiments et de nutriments, y compris l'érosion des terres cultivées, en améliorant les techniques de gestion agricole, le soutien technique et, au besoin, l'application des lois, le tout pour protéger les cours d'eau du Vermont.

Les RAP comprennent des normes et des pratiques pour :

- La classification par taille des exploitations agricoles
- La formation sur la qualité de l'eau
- Les plans de gestion des nutriments

- Les rejets
- La santé du sol
- L'entreposage du fumier et des nutriments
- L'épandage de fumier et de nutriments
- Les bandes riveraines
- La mortalité animale
- L'exclusion du bétail des cours d'eau
- L'eau souterraine
- Les infrastructures agricoles

Entre 2012 et 2016, les producteurs agricoles du bassin versant du lac Memphrémagog ont adopté des PGO pour réduire le ruissellement sur plus de 7 000 acres (2 833 ha) pour un coût total de 1,5 million \$ US (1,96 \$ CA) (VTDEC, 2017c). Ces statistiques sur l'adoption des PGO ont été produites par les NRCD du comté d'Orleans et sont une combinaison des données des programmes d'assistance financière du service de conservation des ressources naturelles (NRCS, *Natural Resources Conservation Service*) et de la VAAF. Pour la TMDL, une analyse de l'impact des PGO depuis 2012 attribue une réduction du phosphore de 250 kg/an (550 lb/an) à la mise en place de ces pratiques (VDEC, 2017c).

Les programmes et organismes suivants visent à aider les producteurs agricoles à poursuivre et à accroître l'adoption des PGO dans le bassin versant du lac Memphrémagog, au Vermont, par une aide technique et financière.

Programme des pratiques de gestion optimales VAAF

Le programme des pratiques de gestion optimales (PGO) est un programme volontaire visant à aider les producteurs agricoles à mettre en œuvre des pratiques de conservation pour améliorer la qualité de l'eau. De 2012 à 2016, plus de 217 000 \$ US (293 000 \$ CA) ont été consacrés à des projets d'amélioration d'enclos dans le bassin versant du lac Memphrémagog (VDEC, 2017c).

Programme d'agronomie des exploitations agricoles de la VAAF

Le programme d'agronomie des exploitations agricoles (FAP, *Farm Agronomics Program*) est un programme volontaire qui fournit une aide financière aux exploitations agricoles afin qu'elles mettent en œuvre des pratiques agronomiques de gestion du sol qui améliorent la qualité du sol, augmentent la production agricole et réduisent l'érosion et le ruissellement des champs. Ce

programme a financé plus de 4 000 acres (1619 ha) de cultures de couverture et de travail de conservation du sol dans le bassin versant du lac Memphrémagog de 2012 à 2016 (VDEC, 2017c).

Département de l'Agriculture des États-Unis/Service de conservation des ressources naturelles (USDA/NRCS, United States Department of Agriculture / Natural Resources Conservation Service)

L'USDA/NRCS fournit des ressources et des directives sur les PGO aux producteurs agricoles des États-Unis. Dans le bassin versant du lac Memphrémagog, le bureau de l'USDA/NRCS est situé à Newport, au Vermont. Les employés de l'USDA/NRCS fournissent une aide directe aux producteurs agricoles et peuvent contribuer à l'élaboration de plans de conservation. De plus, l'USDA/NRCS offre un programme de partage des coûts appelé *Environmental Quality Incentives Program* (programme d'incitatifs pour la qualité environnementale – EQIP) qui fournit une aide financière directe aux producteurs agricoles pour la mise en œuvre des PGO. L'USDA a également d'autres programmes de subventions et finance actuellement le programme de partenariat de conservation régional (*Regional Conservation Partnership Program, RCPP*) de Memphrémagog (voir ci-dessous).

Districts de conservation

Les districts de conservation des ressources naturelles, ou NRCD, des comtés d'Orleans et d'Essex sont deux des quatorze districts de conservation de l'État du Vermont. Les NRCD existent par statut d'État, sont des subdivisions du gouvernement local avec un statut juridique municipal et fonctionnent comme des organisations à but non lucratif. Le NRCD du comté d'Orleans couvre 95 % de la partie du Vermont du bassin versant du lac Memphrémagog et fournit une aide technique et financière directe aux municipalités et aux propriétaires fonciers, y compris les producteurs agricoles. Les programmes agricoles actuels comprennent la mise en œuvre de PGO pour les fermes et les champs, comme la restauration des berges, l'élaboration et la mise en œuvre de plans de gestion des nutriments (*Nutrient Management Plan, NMP*), l'éducation et la sensibilisation, la coordination de projet, du support pour les demandes de financement, une surveillance de la qualité de l'eau des PGO agricoles et la promotion d'exemples de réussites agricoles en matière de qualité de l'eau. Le financement des programmes du NRCD et de l'aide financière aux producteurs agricoles provient de l'USDA, de l'État du Vermont et de sources de financement privées. Les possibilités de sensibilisation et d'éducation pour les producteurs

agricoles comprennent également l'élaboration et la distribution de matériel, ainsi que la tenue d'ateliers. Le NRCD du comté d'Orleans a créé un jeu-questionnaire en ligne sur les RAP (<https://www.vacd.org/rapquiz/>) qui fournit aux producteurs agricoles, aux fournisseurs de services et aux membres intéressés de la communauté de l'information sur les RAP et les PGO agricoles, et compte pour les heures de formation sur la qualité de l'eau requises pour toutes les fermes certifiées et autorisées. Le NRCD du comté d'Orleans offre également des programmes de location de matériel agricole pour la conservation des sols, incluant des sondes de sol, des ponts de bois transportables, des balances transportables pour camions, des semoirs pour semis direct et de l'équipement d'aération des sols. Enfin, le personnel du NRCD organise le Groupe de travail agricole de Memphrémagog (*Memphremagog Agricultural Workgroup*), composé de membres du personnel du NRCD, des organismes d'État et fédéraux et d'autres partenaires qui travaillent avec les producteurs agricoles du bassin versant. Le groupe de travail se réunit deux fois par année pour discuter des programmes actuels, des efforts de coordination et d'autres sujets d'importance.

Programme de partenariat de conservation régional (RCPP, Regional Conservation Partnership Program) de l'USDA – Memphremagog Long-Term Water Quality Partnership (partenariat pour la qualité de l'eau à long terme) ou « RCPP de Memphrémagog »

Le RCPP de Memphrémagog est un projet de 5 ans qui a débuté en 2016 et qui est dirigé par le NRCD du comté d'Orleans. Le programme a réuni douze partenaires régionaux dans le but de réduire le ruissellement des nutriments provenant des terres agricoles dans des sous-bassins versants ciblés du bassin versant du lac Memphrémagog. Les sous-bassins versants ont été choisis en priorité en fonction des hautes concentrations de phosphore enregistrées au cours d'une décennie d'échantillonnage.

Dans le cadre de ce programme, une aide financière d'environ 400 000 \$ US (540 000 \$ CA) est offerte aux producteurs agricoles pour élaborer des plans de gestion des nutriments (*Nutrient Management Plan*, NMP) et mettre en œuvre des PGO. Il y a aussi 275 000 \$ US (371 000 \$ CA) pour l'assistance technique directe aux producteurs agricoles participant au projet. De plus, les douze partenaires se sont engagés à fournir une aide technique et financière supplémentaire de 674 000 \$ US (910 000 \$ CA) pour améliorer la qualité de l'eau. Ce programme intègre l'échantillonnage volontaire de la qualité de l'eau décrit à la section 3.2.2.3 à l'aide technique offerte aux producteurs agricoles pour orienter les projets de PGO vers les secteurs de la ferme où

l'échantillonnage de l'eau permet de déterminer les sources les plus critiques. Le programme comprend également un suivi de l'échantillonnage de la qualité de l'eau après la mise en place de PGO afin d'évaluer l'efficacité des projets à régler les problèmes de qualité de l'eau et la publication d'exemples de succès pour encourager une participation accrue à ces programmes.

Vermont Land Trust (VLT)

VLT est un organisme sans but lucratif qui travaille à la conservation des terres agricoles et des terres forestières du Vermont au moyen de servitudes de conservation. Lorsqu'il travaille avec les propriétaires fonciers et les producteurs agricoles, VLT met le propriétaire foncier en contact avec des ressources financières et techniques pour réduire la charge en nutriments et améliorer la gestion des terres, comme le personnel et les ressources de l'USDA/NRCS. Le VLT établit également des bandes riveraines sur les terres agricoles et forestières conservées pour protéger les corridors fluviaux, fournir un habitat et réduire la charge en nutriments.

b) Terres aménagées

Collectif sur les eaux pluviales de Memphrémagog

En 2017, 14 partenaires régionaux du Vermont se sont réunis pour former le *Memphremagog Stormwater Collaborative* (collectif sur les eaux pluviales de Memphrémagog – SWC). L'objectif du groupe était d'inventorier les projets en cours pour réduire le ruissellement des eaux pluviales, d'identifier les domaines de collaboration et de rédiger un plan stratégique pour guider les travaux sur les eaux pluviales au cours des trois prochaines années. En juin 2018, le Plan stratégique des eaux pluviales de Memphrémagog a été publié. Le Plan décrit trois années de projets prioritaires avec des sources de financement potentielles et des approches de collaboration (MWA, 2018). Les projets touchent tous les secteurs, y compris les infrastructures vertes des eaux pluviales à grande et à petite échelle, les routes, l'agriculture, la sensibilisation et l'éducation, ainsi que l'urbanisme. Le SWC continue de se réunir deux fois par année pour évaluer les progrès réalisés dans la réalisation des objectifs énoncés dans le plan stratégique et pour collaborer à des projets.

Routes

Dans la partie du bassin versant du Vermont, 60 % des routes pavées sont gérées par l'État du Vermont, tandis que la majorité des routes non pavées sont gérées par les villes (VDEC, 2017c;

VDEC 2018d). Il y a aussi des routes et des entrées privées dans tout le bassin versant, dont plusieurs sont adjacentes à des cours d'eau et ne sont assujetties à aucun règlement. L'érosion des routes, en particulier les routes non pavées, est une source importante de sédiments et de phosphore dans le bassin versant. Le modèle de la TMDL estime que 1,2 % du phosphore provient des routes pavées, et que 8,2 % provient des routes non pavées (VDEC, 2017c). Dans tout l'État du Vermont, il y a au total 15 840 mi (25 492 km) de routes (de classe 1 à 4) et 13 131 mi (21 132 km) de celles-ci sont des routes municipales (VDEC, 2018d). Cela signifie que les villes du Vermont gèrent environ 83 % des routes, et l'État, 17 %.

Le Vermont compte actuellement deux programmes visant à réduire le ruissellement sur les routes, qui sont tous deux mis en œuvre dans le bassin versant du lac Memphrémagog, l'un pour les routes municipales et l'autre pour les infrastructures de transport de l'État.

Comme l'exige l'Act 64, le *Municipal Roads General Permit* (permis général des routes municipales – MRGP) a été mis au point en 2018. Le MRGP exige que toutes les municipalités du Vermont procèdent à un inventaire de l'érosion des routes (REI, *Road Erosion Inventory*) afin d'évaluer tous les tronçons routiers reliés hydrologiquement pour déterminer s'ils répondent aux normes du MRGP. Les REI initiaux doivent être terminés au plus tard le 31 décembre 2020. Les municipalités doivent ensuite élaborer des plans de mise en œuvre et mettre à niveau tous les tronçons routiers reliés sur le plan hydrologique d'ici 2037. Les municipalités peuvent obtenir des fonds de l'État pour financer leurs REI et présenter une demande pour des projets de voirie municipale par l'entremise d'un programme de subventions aux municipalités du VDEC et d'autres subventions pour la qualité de l'eau (VDEC, 2018d).

La plupart des municipalités du bassin versant du lac Memphrémagog ont récemment terminé ou sont en voie d'achever leurs REI. Des organisations locales comme la Northeastern Vermont Development Association (NVDA), les NRCD d'Orleans et du comté d'Essex, NorthWoods Stewardship et le Memphremagog Watershed Association (MWA) ont été embauchés pour recueillir les données et produire des rapports de REI. Les municipalités ont également commencé à présenter des demandes de financement pour la mise à niveau des routes.

Les infrastructures de transport de l'État sont gérées en vertu d'un permis distinct dans l'ensemble de l'État, le permis général de réseau d'égout pluvial distinct pour le transport (TS4,

Transportation Separate Storm Sewer System General Permit) qui a été délivré en 2016. Actuellement, VDEC travaille avec VTrans à l'élaboration d'un plan de contrôle du phosphore qui intégrera les réductions du phosphore de la TMDL de Memphrémagog et guidera VTrans dans les mises à niveau et les projets requis pour les infrastructures de transport d'État. Le plan de contrôle du phosphore décrira les PGO ainsi qu'un plan de conception, de construction et de financement des infrastructures contrôlées par VTrans (VDEC, 2017c). Dans le cadre de ses activités annuelles, VTrans entretient les routes nationales et remplace et améliore annuellement les ponceaux.

Lake Wise

L'initiative Lake Wise de la VANR est un programme qui récompense les propriétaires fonciers qui possèdent des propriétés respectueuses des lacs. Le programme vise à changer la façon dont les propriétaires fonciers se développent et vivent sur les rives des lacs en travaillant avec ces propriétaires et en accordant des prix à ceux qui mettent en œuvre des PGO qui réduisent le ruissellement, réduisent les surfaces imperméables et fournissent un habitat riverain afin d'améliorer la qualité du littoral des lacs (VDEC, 2018e).

Le programme est volontaire pour les propriétaires fonciers. Ils peuvent inviter un évaluateur de Lake Wise à leur propriété afin qu'il évalue leur terrain en fonction des critères de Lake Wise dans les catégories suivantes : rive, aire récréative, fosse septique, entrée et structure. Si toutes les PGO sont déjà en place, le propriétaire foncier reçoit le prix Lake Wise. S'il y a des projets qu'un propriétaire foncier doit mettre en œuvre, l'évaluateur lui fait part de ses suggestions et une aide technique est offerte dans le cadre du programme Lake Wise. Les propriétaires fonciers ont trois ans pour mettre en œuvre les pratiques et être réévalués pour recevoir le prix Lake Wise (VDEC, 2018e).

Si 15 % des propriétaires fonciers autour d'un lac sont certifiés Lake Wise, ce lac reçoit le prix Gold Lake Wise. Les sciences sociales sous-jacentes suggèrent que le seuil de 15 % est le seuil critique au-dessus duquel les autres suivront l'exemple (VDEC, 2018e).

Dans le bassin versant du lac Memphrémagog, les associations de lacs et le NWSC ont travaillé à fournir des évaluations aux propriétaires fonciers et à mettre en œuvre des projets pour certifier les propriétés. En 2017, les associations des lacs Seymour et Echo ont travaillé avec les propriétaires

fonciers pour obtenir le prix Gold Lake Wise pour leurs lacs. Les évaluations, les certifications et la mise en œuvre des projets se poursuivent chaque année.

En plus des évaluations et de la mise en œuvre, les associations de lacs de la région et la MWA organisent également des ateliers éducatifs sur les PGO à l'intention des propriétaires fonciers riverains et de la gestion des rives des lacs, en s'inspirant du programme et du matériel du programme Lake Wise.

Modernisation à grande échelle des eaux de ruissellement pluvial

En 2016, le Plan directeur des eaux pluviales de Memphrémagog a été complété tel qu'il est décrit à la section 3.2.2.4. Le Plan directeur des eaux pluviales énumère 20 projets prioritaires d'amélioration de la gestion des eaux pluviales qui sont prêts à être conçus pour être mis en œuvre afin de réduire le phosphore qui pénètre dans la partie du bassin versant du Vermont (WCA, 2016).

À l'heure actuelle, la MWA dispose de deux subventions du programme de restauration des écosystèmes du VDEC pour réaliser une conception à 100 % du *Newport City Turnout Project* (projet de participation de la ville de Newport) et du *Numia Medical Facility* (établissement médical Numia) (nommés ainsi dans le Plan directeur des eaux pluviales). Ces conceptions devraient être achevées en 2019, puis mises en œuvre.

Deux des projets du Plan directeur des eaux pluviales concernent des installations de VTrans et permettraient d'éliminer collectivement 57 kg (124 lb) de phosphore par année (WCA, 2016). La conception et la réalisation de ces projets pourraient être incluses dans le plan de contrôle du phosphore qui est actuellement en développement.

Planification et projets municipaux

La NVDA est la commission de planification régionale responsable des 50 villes et *gores* (secteurs non constitués en municipalités) des comtés d'Essex, de Caledonia et d'Orleans, soit toutes les villes et *gores* du bassin versant du lac Memphrémagog. La NVDA travaille directement avec les municipalités pour fournir une aide à la planification pour les projets de transport et de ressources naturelles, de même que pour l'urbanisme et la réglementation. La NVDA administre également des subventions directement aux organisations et aux municipalités. Les partenariats entre la

NVDA, les municipalités et les organisations aboutissent à l'élaboration et à la mise en œuvre de projets visant à atteindre des objectifs de développement durable.

En 2017 et 2018, grâce à deux subventions du VDEC, la NVDA a travaillé en étroite collaboration avec les NRCD pour coordonner les activités qui soutiennent les objectifs des TBP. Les subventions ont aidé les NRCD à mener des activités de sensibilisation, à coordonner des programmes d'échantillonnage, à élaborer des projets sur la qualité de l'eau et à organiser des groupes de travail locaux.

Installations septiques privées

Le VDEC est l'organisme qui délivre les permis pour les modifications aux installations septiques existantes ou l'établissement de nouvelles installations septiques privées et a des bureaux régionaux avec des spécialistes des permis pour aider les propriétaires fonciers. En 2007, le *Vermont Wastewater System and Potable Water Supply Rule* (règle sur les réseaux d'égouts et l'approvisionnement en eau potable) est entré en vigueur et supprimait certaines des exemptions pour les nouvelles constructions, l'alternance, les raccordements supplémentaires et la réparation ou le remplacement des installations septiques privées existantes. Des modifications à ces règles ont été proposées en 2018 et une série de réunions publiques ont eu lieu. Les nouvelles règles définitives n'ont pas encore été publiées (VDEC, 2019).

c) Terres naturelles

Berges et habitats riverains instables

Des efforts importants ont été déployés dans le bassin versant du lac Memphrémagog pour restaurer les forêts alluviales et planter des bandes riveraines. De 2005 à 2016, grâce aux efforts combinés de Nature Conservancy, de Vermont Fish and Wildlife (département des Pêches et de la faune du Vermont – VFWD), du *Conservation Reserve Enhancement Program* (programme d'amélioration des réserves de conservation), du NWSC, et du NRCD du comté d'Orleans, plus de 24 ha (60 acres) de bandes riveraines ont été plantées, ce qui couvre 21 km (13 mi) de berges (VDEC, 2017c).

En 2019, le VFWD possède plus de 105 km (65 mi) de rives des principaux tributaires du bassin versant du lac Memphrémagog. La plupart de ces parcelles riveraines ont une largeur de propriété

fluctuante de 5 m (16,5 pi), ce qui signifie que la propriété se déplace avec le déplacement des berges de la rivière. Le VFWD gère et protège actuellement ces terres pour permettre aux pêcheurs d'y avoir accès, ainsi que pour protéger et conserver les terres afin de: a) leur permettre de mieux filtrer les nutriments et les contaminants avant qu'ils n'atteignent l'eau; b) servir de corridors pour la faune; c) ombrager et refroidir l'eau, créant ainsi des températures d'eau plus favorables à nos poissons indigènes (comme l'omble de fontaine); d) faire pousser des forêts alluviales matures dont les arbres et les systèmes racinaires protègent contre l'érosion des sols et contribuent au dépôt important de bois dans les ruisseaux et dans la zone inondable où ils fournissent un habitat aux espèces aquatiques et terrestres.

Le VFWD a obtenu une subvention du programme de restauration des écosystèmes du VDEC pour faire l'inventaire de ses terres riveraines en 2019 et pour donner la priorité aux projets qui permettront de réduire la charge en nutriments et d'améliorer l'habitat riverain. De plus, le VFWD a reçu des fonds de la Commission des pêches des Grands Lacs (CPGL) pour effectuer une étude binationale auprès des pêcheurs du lac Memphrémagog des deux côtés de la frontière internationale, de décembre 2018 à novembre 2020. À long terme, le financement continu de la CPGL pourrait appuyer la mise en œuvre de projets visant l'acquisition et l'amélioration de l'habitat riverain.

Enfin, la VFWD expérimente des méthodes pour mieux convertir d'anciens champs agricoles, qui ont d'abondantes populations de plantes exotiques envahissantes, en forêts alluviales dans les réserves de gestion de la faune de South Bay et de Willoughby Falls.

Le Conservation Corps (corps de conservation) du NorthWoods Stewardship Center (NWSC) est un programme d'éducation et d'emploi pour les jeunes de 15 à 25 ans. Grâce à ce programme, les participants en apprennent sur les pratiques de conservation par la mise en œuvre pratique de projets. Au cours de chaque saison sur le terrain, les équipes du Conservation Corps travaillent dans le bassin versant du lac Memphrémagog (et dans les six États de la Nouvelle-Angleterre) à l'entretien des sentiers, à la restauration des berges, à la mise en place de pratiques exemplaires de gestion des eaux pluviales, au retrait manuel d'espèces envahissantes et à des projets de restauration des habitats fauniques. Les équipes du NWSC ont également instauré des pratiques de gestion des eaux pluviales sur les rampes d'accès du Fish and Wildlife Department du Vermont.

C'est dans le cadre de ce programme que la NWSC a mis en place les pratiques Lake Wise, des bandes riveraines et d'autres PGO riveraines dans le bassin versant du lac Memphrémagog. Le programme *Conservation Corps Watershed Crew* (équipe du bassin versant du corps de conservation) a été financé par le biais de subventions du *Clean Water Initiative Work Crew* (équipe de travail d'initiative d'amélioration de la qualité de l'eau) du VDEC, de subventions du Programme de restauration des écosystèmes et de quelques contrats privés. En 2018, *Conservation Corps Watershed Crew* a mis en place des PGO des eaux pluviales sur cinq propriétés riveraines des lacs Seymour et Echo. Les pratiques mises en place comprenaient, entre autres, des ponceaux à ciel ouvert, des marches d'infiltration, des rigoles végétalisées, des zones d'infiltration végétalisées, des puits secs, des délimitations d'aires de stationnement, des jardins pluviaux et bien d'autres. Les pratiques sont conçues pour rediriger les eaux pluviales vers des zones où elles peuvent s'infiltrer plutôt que de s'écouler sur des surfaces érodables, et pour encourager la biofiltration des eaux de ruissellement avant qu'elles atteignent les eaux de surface.

Terres forestières

Les pratiques de gestion acceptables pour le maintien de la qualité de l'eau dans les emplois forestiers au Vermont (*AMP, Acceptable Management Practices for Maintaining Water Quality on Logging Jobs in Vermont*) ont été établies pour la première fois en 1987. L'Act 64 a exigé que le commissaire des parcs et des loisirs forestiers du Vermont mette à jour et révise les AMP. Les AMP révisées ont été publiées en 2016-2017, pour être révisées de nouveau et mises au point en août 2018. Selon les AMP, « le but des pratiques d'aménagement acceptables est de fournir des mesures que les bûcherons, les forestiers et les propriétaires fonciers peuvent utiliser avant, pendant et après les opérations forestières pour se conformer aux normes de qualité de l'eau du Vermont et minimiser le risque de rejet des opérations forestières dans le Vermont » [traduction].

Le NRCD du comté d'Orleans offre également la location de ponts de bois transportables pour les opérations forestières. Cette pratique réduit la perturbation des berges et du lit des cours d'eau. Les ponts transportables réduisent la perturbation de l'habitat aquatique ainsi que la sédimentation et sont considérés comme une pratique de gestion exemplaire pour la traversée des cours d'eau selon les AMP. Le programme de location du NRCD du comté d'Orleans permet un accès abordable à cet équipement.

Le NWSC dispose d'un programme de la Forest Stewardship Institute qui est conçu pour éduquer et consulter les propriétaires fonciers et les professionnels de la foresterie sur la promotion des pratiques de gestion durable des terres. Le personnel de NorthWoods fournit une aide directe aux propriétaires forestiers par le biais de visites de sites, de plans de gestion des terres, de services forestiers, de récolte de bois à faible impact, de contrôle des espèces envahissantes et de cartographie (NorthWoods, 2019).

d) Sources ponctuelles : stations d'épuration des eaux usées

Il y a actuellement quatre stations d'épuration des eaux usées dans la partie Vermont du bassin versant du lac Memphrémagog. À compter de 2019, de nouveaux permis seront délivrés par le VDEC pour les quatre installations, lesquels comprennent une réduction de 33,2 % de la charge allouée à chaque station par rapport aux niveaux actuellement autorisés pour atteindre les objectifs de phosphore de la TMDL. De plus, les permis exigeront l'élaboration d'un plan d'optimisation du phosphore (POP) pour accroître l'efficacité de l'élimination du phosphore des stations d'épuration des eaux usées en mettant en œuvre des techniques d'optimisation qui permettent de réduire le phosphore en utilisant principalement les installations et les équipements existants. Afin d'alléger le fardeau financier de ces nouvelles exigences, le VDEC collaborera avec les municipalités pour leur donner la souplesse nécessaire pour atteindre ces objectifs, y compris une période d'optimisation des installations, ce qui permettra aux municipalités de réduire la charge en utilisant leurs technologies actuelles (VDEC, 2017c). Les stations d'épuration des eaux usées sont également tenues d'avoir un plan d'optimisation de l'azote dans leurs permis.

e) Secteur du tourisme récréatif

Le bassin versant du lac Memphrémagog compte un secteur récréatif de plein air important pour les touristes et les résidents. Les sentiers de promenade et de randonnée pédestre ainsi que les sentiers cyclables à moins de 76 m (250 pieds) du niveau moyen de l'eau sont réglementés en vertu de la *Vermont Shoreland Protection Act*, et toute nouvelle construction ou expansion est assujettie aux processus de délivrance de permis. La navigation de plaisance à moins de 61 m (200 pieds) du rivage est également réglementée, exigeant que les embarcations naviguent à une « vitesse sans sillage », qui est définie comme la vitesse à laquelle une embarcation ne crée pas de sillage, ne devant pas dépasser 8 km/h (5 mi/h) (Vermont Boat Course, 2019).

En 2018, le Vermont Land Trust (VLT) a obtenu des fonds pour la construction d'un sentier récréatif sur la Bluff Side Farm à Newport qui relie la piste cyclable de Newport aux sentiers de Beebe Spur qui se poursuivent au Québec. Ce sentier comprendra un pont qui enjambe Scott's Cove et le lac Memphrémagog (VLT, 2019). Newport City travaille également à des plans de prolongement de la piste cyclable le long de la plage Prouty afin d'améliorer l'accès à l'eau et les possibilités récréatives. Ce projet, s'il était autorisé et financé, serait mis en œuvre en 2019 (Lambert, K., MWA, comm. pers., 2019). À la fin de 2017, un prolongement de la piste cyclable de Newport a été aménagé avec des pratiques de gestion des eaux pluviales derrière le centre commercial Waterfront Plaza. Ce projet était un exemple de partenariat public-privé qui offrait des possibilités récréatives et augmentait la valeur esthétique de la région, tout en atténuant le ruissellement des eaux pluviales du centre commercial.

3.2.3. Inventaire des efforts binationaux de gestion des nutriments

Au cours des dernières décennies, des comités binationaux ont uni leurs efforts pour protéger et améliorer la qualité de l'eau du bassin du lac Memphrémagog. Suite à l'augmentation de la prolifération des cyanobactéries en 1968, les gouvernements du Canada, des États-Unis, du Québec et du Vermont ont créé un premier comité intergouvernemental pour améliorer la qualité de l'eau du lac Memphrémagog qui a ensuite créé un groupe de travail pour formuler des recommandations (Groupe de travail Québec-Vermont, 1993).

Suite à l'entente signée entre les gouvernements du Québec et du Vermont en 1989, un Groupe de travail Québec-Vermont a été créé et un rapport a été publié en 1993 contenant 47 recommandations pour améliorer la qualité de l'eau du lac Memphrémagog (Groupe de travail Québec-Vermont, 1993). En 2005, le Comité directeur Québec-Vermont a déterminé que des progrès avaient été réalisés à l'égard de 37 de ces recommandations, dont 27 ont été menées à terme (Comité directeur Québec-Vermont, 2008).

En 2008, à la suite d'une autre séquence de proliférations de cyanobactéries, un nouveau rapport a été rédigé par le Groupe de travail sur la surveillance et l'évaluation du Comité directeur Québec-Vermont (Comité directeur Québec-Vermont, 2008). Les recommandations formulées dans ce dernier rapport sont une extension des recommandations énumérées dans le rapport de 1993, modifiées pour omettre les mesures qui ont été prises et inclure également de nouvelles activités.

En 2008, les comités directeur et technique Québec-Vermont ont également vu à l'élaboration d'un modèle d'exportation du phosphore du bassin versant (Copans, B., VDEC, comm. pers. 2019).

Annexe 3-1
Liste des intervenants canadiens

Municipalités

Austin

Site Web : www.municipalite.austin.qc.ca

Bolton-Est

Site Web : www.boltonest.ca

Ogden

Site Web : <http://www.munogden.ca/>

Canton d'Orford

Site Web : www.canton.orford.qc.ca

MRC de Memphrémagog

Site Web : www.mrcmemphremagog.com

Canton de Potton

Site Web : www.potton.ca

St-Benoît-du-Lac

Site Web : www.abbaye.ca

Canton de Stanstead

Site Web : www.cantonstanstead.ca

Ville de Magog

Site Web : www.ville.magog.qc.ca

Ville de Sherbrooke

Site Web : www.ville.sherbrooke.qc.ca

Gouvernement du Québec

Conté d'Orford – Gilles Bélanger

Site Web :

<https://coalitionavenirquebec.org/fr/blog/equipe/gilles-belanger/>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)

Site Web : www.environnement.gouv.qc.ca

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

Site Web : www.mapaq.gouv.qc.ca

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP)

Site Web : mffp.gouv.qc.ca/

Gouvernement fédéral canadien

Comté de Compton-Stanstead – Hon. Marie-Claude Bibeau

Site Web :

<https://mcbibeau.liberal.ca/page/de-lestrie-a-ottawa/>

Comté de Brome-Missisquoi – Hon. Denis Paradis

Site Web : <http://dparadis.liberal.ca/>

**Environnement et Changement
climatique Canada (ECCC)**

Site Web :
[https://www.canada.ca/fr/environnement-
changement-climatique.html](https://www.canada.ca/fr/environnement-
changement-climatique.html)

Premières Nations

Conseil des Abénakis d'Odanak

Site Web : <https://caodanak.com/>

Organisations régionales

Agence de mise en valeur des forêts privées de l'Estrie (AMFE)

Site Web : www.agenceestrie.qc.ca

Association forestière du sud du Québec (AFSQ)

Site Web : <https://afsq.org>

Aménagement forestier et agricole des Sommets inc.

Site Web : <http://www.afasommets.qc.ca/>

Club agroenvironnemental de l'Estrie (CAEE)

Site Web : www.caeeestrie.com

Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint- François (COGESAF)

Site Web : www.cogesaf.qc.ca

Conseil régional de l'environnement de l'Estrie

Site Web : www.environnementestrie.ca

Appalachien Corridor appalachien

Site Web : www.corridorappalachien.ca

Fédération Québécoise des chasseurs et pêcheurs de l'Estrie

Site Web : [http://fedecp.com/communaute-
evenements/05-estrie/conseil-d-
administration](http://fedecp.com/communaute-evenements/05-estrie/conseil-d-administration)

Union des producteurs agricoles (UPA) – Estrie

Site Web : <https://www.estrie.upa.qc.ca>

Organismes locaux et associations de lac

Association du Marais-de-la-Rivière-aux- Cerises (LAMRAC)

Site Web :

[https://marisauxcerises.com/lamrac/general/
/association-du-marais-de-la-riviere-aux-
cerises.php](https://marisauxcerises.com/lamrac/general/association-du-marais-de-la-riviere-aux-cerises.php)

Association pour la protection et l'aménagement du ruisseau Castle (APARC)

Association de protection du lac Gilbert

Association des propriétaires de la baie des Aulnes

Association des propriétaires du lac Malaga

Association des propriétaires du lac Miller

Association des propriétaires du lac Nick

Association des propriétaires de la Pointe-Gibraltar

Association des propriétaires de Southière-sur-le-Lac

Association des propriétaires du lac des Sittelles

Association des propriétaires des Villas de l'Anse

Association des riverains du lac à la truite

Fondation Marécage Memphrémagog (FMM)

Memphrémagog Conservation inc. (MCI)
Site Web : www.memphremagog.org

Parc national du Mont-Orford

Site Web :
www.sepaq.com/pq/mor/index.dot?language_id=2

RAPPEL – Coop

Site Web : www.rappel.qc.ca/

Société de conservation du lac Lovering

Site Web : www.laclovering.org

Annexe 3-2
Liste des intervenants américains

Municipalités

Town of Albany

Averys Gore

Town of Barton

Site Web : <https://bartonvt.com/>

Town of Brighton

Site Web : <http://brightonvt.org/>

Town of Brownington

Town of Charleston

Site Web : <http://charlestonvt.org/town-office/>

Town of Coventry

Site Web : <http://www.coventryvt.org/>

Town of Craftsbury

Site Web : <https://www.townofcraftsbury.com/>

Town of Derby

Site Web : <https://derbyvt.org/>

Town of Eden

Site Web : <https://www.edenvt.org/>

Town of Glover

Site Web : <http://townofglover.com/>

Town of Greensboro

Site Web : <http://www.greensborovt.org/>

Town of Holland

Town of Irasburg

Town of Lowell

Site Web : <http://www.townoflowell.org/>

Newport City

Site Web : <https://www.newportvermont.org/>

Newport Town

Town of Morgan

Site Web : <http://townofmorgan.com/>

Town of Newark

Town of Sheffield

Site Web : <http://www.sheffieldvt.org/>

Town of Sutton

Site Web : <http://suttonvt.org/>

Town of Westmore

Site Web : <http://www.wolcottvt.org/>

Warners Grant

Warrens Gore

Town of Wolcott

Gouvernement de l'État du Vermont

Vermont Fish and Wildlife

Site Web : <http://www.vtfishandwildlife.com/>

Vermont Agency of Natural Resources

Site Web : <https://anr.vermont.gov/>

Vermont Department of Environmental Conservation

Site Web : <http://dec.vermont.gov/>

Vermont Agency of Transportation

Site Web : <http://vtrans.vermont.gov/>

Vermont Department of Health

Site Web : <http://www.healthvermont.gov/>

Vermont Agency of Agriculture, Food and Markets

Site Web : <http://agriculture.vermont.gov/>

Vermont Department of Forests, Parks and Recreation

Site Web : <https://fpr.vermont.gov>

Associations de lacs, de rivières et de bassins versants

Echo Lake Protection Association

Site Web : <http://www.echolakeassociation.net/>

Lake Parker Association

Site Web : <http://lakeparker.org/contact-us/>

Memphremagog Watershed Association

Site Web : www.mwavt.org

Salem Lakes Association

Site Web : <http://www.salemlakesvt.org/>

Seymour Lake Association

Site Web : <http://seymourlake.org/>

Shadow Lake Association

Site Web : <http://shadowlakeassociation.org/>

Westmore Association

Site Web : <https://westmoreassociation.org/>

Organisations non gouvernementales

Essex County Natural Resources Conservation District

Site Web : <http://essexcountynrcd.org/>

Federation of Vermont Lakes and Ponds

Site Web : <http://vermontlakes.org/>

Northern River Land Trust

Site Web : <http://www.northernriverslandtrust.org/index.html>

NorthWoods Stewardship Center

Site Web :
<https://www.northwoodscenter.org/wordpress/>

Orleans County Natural Resources Conservation District
Site Web :
<https://www.vacd.org/conservation-districts/orleans-county/>

Vermont Land Trust

Site Web : www.vlt.org

Vermont Forests Products Association
Site Web : <http://www.vtfpa.org/>

Vermont Reptile and Amphibian Atlas
Site Web : <https://www.vtherpatlas.org/>

Watersheds United Vermont
Site Web : <https://watershedsunitedvt.org/>

Collèges et universités

Community College of Vermont
Site Web : <http://ccv.edu/location/ccv-newport/>

Sterling College
Site Web : sterlingcollege.edu

University of Vermont, Rubenstein School of Environment and Natural Resources
Site Web : <https://www.uvm.edu/rsenr>

Organismes fédéraux

National Science Foundation
Site Web : <https://www.nsf.gov/>

US Army Corps of Engineers
Site Web : <http://www.wolcottvt.org/>

US Environmental Protection Agency Region 1
Site Web :
<https://www.epa.gov/aboutepa/epa-region-1-new-england>

United States Department of Agriculture Natural Resource Conservation Service
Site Web : <https://www.rd.usda.gov/vt>

US Fish and Wildlife Services
Site Web : <https://www.fws.gov/>

US Geological Survey
Site Web : <https://www.usgs.gov/>

Secteur privé

Beck Pond LLC

Newport Marine Service

Casella Waste Management

Site Web :

<https://www.casella.com/locations/waste-usa-landfill-coventry-landfill>

Autre

**Northeastern Vermont Development
Association**

Site Web : <http://www.nvda.net/>

Annexe 3-3

Sites d'échantillonnage surveillés depuis 2006 dans les tributaires de la partie québécoise du bassin versant

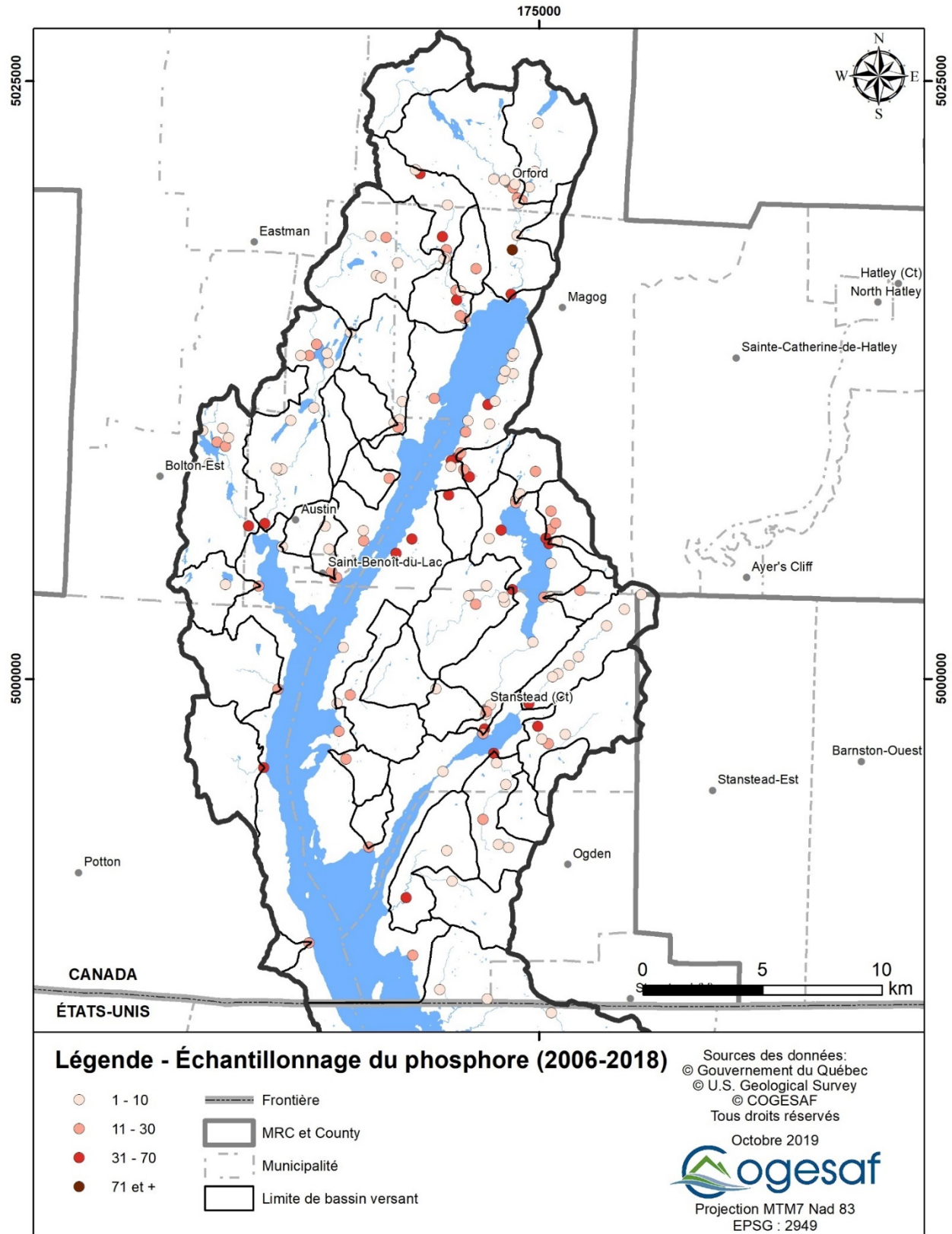


Figure 3-1 Sites d'échantillonnage surveillés depuis 2006 dans les tributaires de la partie

québécoise du bassin versant

Sommaire du chapitre 4

Analyse de la science et des politiques

Le chapitre 4 est une analyse fondée sur une revue de la littérature présentée au Chapitre 2 et 3, un sondage en ligne, des réunions de groupes de travail et des réunions du Groupe consultatif de l'étude sur le lac Memphrémagog (GCEM). Cette analyse vise à mieux comprendre les besoins et les opportunités scientifiques et politiques dans le bassin versant du lac Memphrémagog.

Analyse de la science et des politiques au Canada

Contexte

Le lac Memphrémagog est le plus grand plan d'eau dans la région de l'Estrie. Il est un important réservoir d'eau potable pour plus de 175 000 personnes vivant principalement dans les villes de Sherbrooke et de Magog et c'est une destination touristique et de pêche importante en Estrie. Malgré cette pression de développement, la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog est encore majoritairement naturelle : les milieux naturels représentent environ 82 % de l'utilisation du sol, suivis de 10 % pour les terres agricoles et de 8 % pour les terres aménagées, représentant respectivement 33 % et 42 % de la charge estimée en phosphore du Québec.

En général, la concentration de phosphore dans le lac Memphrémagog est stable ou a légèrement diminué depuis le début des années 2000, lorsque la concentration de chlorophylle indique une stabilité. Le lac se situe globalement à un niveau oligo-mésotrophique selon la concentration totale de phosphore. Toutefois, selon l'indicateur de biomasse algale, le lac se situe au niveau mésotrophique dans sa moitié sud et au niveau oligo-mésotrophique dans sa moitié nord. La baie Fitch et la South Bay, qui sont des sections isolées et distinctes du lac, présentent un état d'eutrophisation plus avancé.

Ces données sur la qualité de l'eau peuvent indiquer que les interventions ont, dans une certaine mesure, empêché la dégradation de la qualité de l'eau malgré les pressions (p. ex. changements climatiques, augmentation de la population dans le bassin versant). Parce qu'on prévoit que la population de la Municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog continuera de croître, ce qui continuera probablement de contribuer à la conversion de milieux naturels en terres aménagées, que les changements climatiques augmenteront l'apport en éléments nutritifs et la fréquence des fleurs d'eau de cyanobactéries dans les lacs de la région, que certains secteurs du lac présentent un niveau d'eutrophisation plus avancé et que le lac Memphrémagog est un important réservoir régional d'eau potable, il importe d'en prévenir la dégradation.

Analyse de la science au Canada

La revue de littérature a montré qu'il faut approfondir les connaissances scientifiques sur la qualité de l'eau dans la partie québécoise du bassin versant afin de déterminer les sources de nutriments,

d'évaluer l'efficacité des pratiques de gestion optimales (PGO) et de mesurer l'évolution de la qualité de l'eau dans le bassin versant.

- Un programme d'échantillonnage de la qualité de l'eau des tributaires ainsi qu'un programme d'échantillonnage de la qualité de l'eau du lac sont en place depuis de nombreuses années et la répartition des stations d'échantillonnage a une bonne couverture spatiale. La mesure des débits des tributaires permettrait d'accroître la précision concernant les estimations de charges de phosphore, les points chauds en matière de qualité d'eau, l'efficacité des PGO et les tendances relatives à la qualité d'eau des tributaires. Une analyse globale des ensembles de données sur la qualité de l'eau serait nécessaire pour en déterminer les limites et proposer une stratégie d'échantillonnage à long terme.
- De nombreuses fleurs d'eau de cyanobactéries ont été signalées par plusieurs intervenants autour du lac. Étant donné que les efforts de surveillance peuvent varier grandement d'une année à l'autre, il n'est pas possible de faire un portrait de l'évolution des fleurs d'eau de cyanobactéries. Une amélioration du programme de surveillance des cyanobactéries serait nécessaire pour pouvoir suivre l'évolution de la question.
- Dans le sondage de réseautage, les intervenants canadiens ont mentionné différents besoins en matière de recherche, notamment sur les impacts potentiels des changements climatiques sur l'augmentation des apports en éléments nutritifs dans le lac Memphrémagog, l'impact du site d'enfouissement Coventry et du lixiviat sur la qualité de l'eau, les impacts des bateaux sur le lac Memphrémagog, ainsi que sur la localisation des sources du phosphore.

Analyse des politiques au Canada

Discussion sur l'objectif de qualité d'eau

- La *Loi sur la qualité de l'environnement du Québec* (LQEQ) vise les effluents individuels qui peuvent être liés à des citoyens et à des industries spécifiques. La portion québécoise du bassin versant n'a pas d'objectif de qualité d'eau pour le lac Memphrémagog qui entrerait dans une approche réglementaire, un processus permettant de mesurer les progrès réalisés en vue d'atteindre ces objectifs de qualité d'eau ou un plan actuel de mise en œuvre de projets visant à établir des priorités pour réduire la charge en éléments nutritifs du lac. La mise en œuvre d'un objectif de qualité d'eau pour le lac et d'une stratégie de surveillance de la qualité de l'eau pour suivre les répercussions des PGO appuieraient la mise en œuvre d'un plan d'action visant à prioriser les projets et le financement pour réduire la charge en éléments nutritifs dans le lac.

Discussion sur les terres agricoles

- Il n'y a environ que 10 % de la portion du bassin versant du Québec qui est utilisé pour l'agriculture. Les cultures annuelles ne représentent qu'environ 1 % de l'utilisation du sol, avec une contribution estimée de la charge de phosphore de 11 % et les cultures pérennes ne représentent qu'environ 9 % de l'utilisation du sol avec une contribution de la charge de phosphore de 20 %. Lorsque la prédominance des cultures pérennes limite les exportations de phosphore liées à l'érosion, les pentes abruptes de certains secteurs peuvent entraîner des taux élevés d'érosion au sein des cultures annuelles. Cependant, il existe peu

d'information sur les problèmes d'érosion au sein des cultures annuelles ou au sein des cultures pérennes dans les zones critiques, comme dans des pentes abruptes. Ainsi, l'érosion au sein des champs agricoles doit être évaluée. Des incitatifs offerts aux producteurs agricoles pour conserver les cultures pérennes empêcheraient une augmentation de la charge en éléments nutritifs dans le lac Memphrémagog.

- L'érosion le long des cours d'eau des producteurs agricoles du bassin versant a été caractérisée. Il y a peu d'information à savoir si les producteurs ont mis en œuvre les PGO depuis cette caractérisation et il faut évaluer la question. Il est probable que des incitatifs aux producteurs agricoles qui restaurent de plus larges bandes riveraines le long des rives soient nécessaires pour augmenter les services écologiques fournis par ces milieux naturels.
- Les pratiques d'entreposage et d'épandage du fumier peuvent entraîner d'importantes exportations de phosphore. En raison de la proportion relativement élevée d'élevage dans le secteur agricole, il est important d'évaluer la gestion du fumier pour s'assurer que le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA) est mis en œuvre.
- De l'aide et des mesures incitatives visant à améliorer l'entreposage des engrais des petites exploitations agricoles qui ne sont pas ciblées par le REA, pourraient prévenir des problèmes, comme le stockage au sol. Certains incitatifs existent déjà dans le cadre du programme Prime-Vert, mais ils ne sont pas couramment utilisés par les producteurs agricoles du bassin versant. La gestion des engrais chez les petites fermes doit être évaluée.

Discussion sur les terres aménagées

- On estime que les terres aménagées, qui comprennent les routes pavées, les routes non pavées et les installations septiques, constituent la principale source de phosphore dans la portion québécoise du bassin versant.
- Aucun portrait du ruissellement des eaux pluviales n'a été dressé à l'échelle du bassin versant, et un portrait global serait nécessaire pour mettre en œuvre un plan d'action visant à déterminer les priorités et les priorités de financement.
- Il est estimé que les routes représentent 15 % des charges de phosphore pour la portion québécoise du bassin versant. Des caractérisations du réseau routier municipal ont été effectuées dans certains secteurs et plusieurs problèmes d'érosion ont été observés. Comme au Vermont, un règlement sur la caractérisation des infrastructures de gestion des eaux pluviales dans le bassin versant pourrait aider à résoudre ce problème. La nouvelle *Stratégie québécoise de l'eau* annoncée en 2018 comprend un programme d'appui aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures de gestion des eaux pluviales.
- Il y a des différences dans les politiques municipales visant à réduire les apports en éléments nutritifs dans le lac Memphrémagog et ses tributaires en provenance de nouveaux développements, des parcelles aménagées existantes et des routes. Certaines municipalités ont adopté des mesures vigoureuses pour contrôler, par exemple, le développement dans les pentes abruptes, l'érosion lors des travaux de manipulation du sol, l'abattage des arbres et l'application d'engrais sur les propriétés résidentielles. Une opportunité serait d'étendre les règlements municipaux les plus stricts à l'ensemble des autres municipalités, en veillant à ce qu'une aide à la mise à jour des règlements et des ressources pour leur mise en œuvre

soient fournies. Le *Schéma d'aménagement et de développement* (SAD) de la MRC, dont la révision a commencé en 2019, donne l'occasion d'adopter un cadre réglementaire plus strict pour lutter contre l'érosion sur l'ensemble du territoire.

- Certains règlements municipaux assurent systématiquement la conformité des anciennes installations septiques privées et financent l'amélioration des installations septiques inférieures aux normes. Il serait possible d'étendre ces règlements à d'autres municipalités en veillant à ce qu'une aide à la mise à jour des règlements et des ressources pour leur mise en œuvre soient fournies.

Discussion sur les milieux naturels

- Le bassin versant est encore essentiellement naturel : les milieux naturels fournissent des services écologiques essentiels comme la purification de l'eau et la lutte contre l'érosion. Seulement 9,2 % de la portion québécoise du bassin versant est protégée, alors que les objectifs provinciaux et fédéraux sont de conserver au moins 17 % des terres terrestres et des plans d'eau intérieurs avant 2020. En raison des services offerts par le bassin versant du lac Memphrémagog concernant la filtration de l'eau potable pour plus de 175 000 personnes, le bassin versant devrait constituer une zone prioritaire pour les gouvernements.
- Plusieurs plans de conservation ont été élaborés à l'échelle municipale. En raison de l'importance du maintien des milieux naturels pour prévenir la charge en éléments nutritifs, un plan de conservation à l'échelle du bassin versant permettrait d'établir en collaboration des objectifs de conservation et de restauration pour le bassin versant. Le *Plan régional des milieux humides et hydriques* (PRMHH) prévu pour 2022 est une occasion de planifier la protection des milieux humides et du lac Memphrémagog dans la portion québécoise du bassin versant.
- Les règlements municipaux orientent de façon différente l'expansion résidentielle et l'aménagement permis dans les milieux naturels. Le SAD de la MRC, dont la révision a débuté en 2019, est une occasion d'uniformiser les règlements municipaux afin de contrôler le développement dans des zones sensibles et d'assurer la protection des milieux naturels, tels que les milieux humides, les forêts et les bandes riveraines.
- Les propriétés autour du lac Memphrémagog, plus particulièrement celles situées dans les municipalités à faible population, ont des valeurs foncières élevées. Les programmes de conservation volontaire et les organismes de conservation peuvent atteindre des objectifs de conservation en conservant des milieux naturels à moindre coût, et les incitations offertes aux propriétaires voulant créer une réserve naturelle peuvent être relativement faibles. Pour conserver à perpétuité les terres du bassin versant du lac Memphrémagog, les programmes de conservation devraient cibler ce bassin versant, et les incitatifs à la création de réserves naturelles devraient être accrus.
- Dans le Rapport de réseautage, en ce qui concerne le secteur forestier, la nécessité d'augmenter les incitatifs pour soutenir les forestiers pour mettre en œuvre et améliorer les ponts et ponceaux, pour appliquer la certification FSC et pour mettre en œuvre les plans d'aménagement forestier (PAF) intégrant les PGO, a été mentionnée.

Discussion sur le secteur récréatif

- Les terrains de golf et les stations de ski peuvent avoir des impacts sur le lac Memphrémagog par le ruissellement des eaux pluviales et l'érosion, et ces impacts doivent être évalués.
- La navigation de plaisance dans certains secteurs sensibles du lac Memphrémagog est un enjeu qui peut causer l'érosion des berges et la remise en suspension des sédiments de fond. Des campagnes de sensibilisation ont été menées, mais elles nécessitent des ressources financières et humaines constantes. Une approche réglementaire plus rigoureuse serait nécessaire dans les secteurs sensibles.
- Dans la portion québécoise du lac, plus de 1 000 embarcations permanentes disposent d'une toilette, et les stations de pompage publiques ne se trouvent qu'à Magog et Newport. La possibilité d'ajouter un service de pompage dans la partie sud du lac au Québec doit être examinée.

Discussion sur les collaborations

- De nombreuses pratiques de gestion sont appliquées par plusieurs intervenants, et l'un des principaux défis consiste à s'assurer que ces efforts sont élaborés de façon complémentaire. La mise en œuvre d'un plan d'action conjoint à l'échelle du bassin versant permettrait de coordonner les efforts.

Discussion sur le financement

- Les diagnostics de sous-bassins versants et les projets sur le terrain sont généralement financés par les municipalités et les associations locales. La nouvelle *Stratégie québécoise de l'eau* annoncée en 2018 prévoit un financement à l'échelle provinciale de 552 millions de dollars CAN sur 5 ans et plusieurs mesures pour appuyer les intervenants locaux dans les diagnostics de sous-bassins versants et les projets sur le terrain. Cette nouvelle Stratégie québécoise de l'eau est une occasion de réduire la charge des éléments nutritifs dans le lac Memphrémagog.
- Le gouvernement fédéral pourrait offrir des programmes pour appuyer les initiatives visant à réduire la charge en éléments nutritifs dans le lac Memphrémagog.

Analyse des politiques et de la science aux États-Unis

Contexte

Le bassin versant du lac Memphrémagog, qui se situe au nord-est du Vermont, est composé d'utilisations du sol variées, notamment des terres naturelles (77,5 %), des terres agricoles (17,5 %) et des terres aménagées (5,4 %), ainsi que de quatre tributaires, soient les rivières Clyde, Barton, Black et John) qui se jettent dans le lac.

En 2017, le Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) a établi une charge quotidienne maximale totale (TMDL) pour le phosphore dans le bassin versant du lac Memphrémagog en raison des concentrations élevées de phosphore enregistrées dans la portion vermontoise du lac. À la suite d'une recherche importante, y compris la surveillance et

l'échantillonnage de la qualité de l'eau, le plan stratégique de bassin versant (TBP; https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/Basin17_TBP_Signed.pdf) a été préparé dans lequel on recommande une réduction du phosphore de 29 %. Des renseignements supplémentaires sur le processus et les résultats se trouvent à cette adresse : <https://dec.vermont.gov/watershed/map/basin-planning/basin17>.

La TMDL est un document juridiquement contraignant qui exige que le Vermont investisse dans des projets d'amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin versant du lac Memphrémagog, et l'analyse de la science et des politiques présentée dans ce rapport vise à mettre au jour les réussites et les lacunes pour aider davantage à l'atteinte des objectifs d'amélioration de la qualité de l'eau.

Analyse de la science aux États-Unis

Dans les sondages auprès des intervenants, une surveillance supplémentaire de la qualité de l'eau pour le phosphore, d'autres éléments nutritifs et les polluants a été désignée comme étant le principal besoin à l'appui de l'analyse de la science.

- ❖ L'absence de stabilité du cycle de financement a été notée comme étant un défi.
- ❖ Obtenir de l'aide technique sur l'interprétation des données, particulièrement en relation avec la détermination de l'efficacité des PGO a également été noté comme un défi.
- ❖ L'évaluation géomorphologique de l'ensemble des cours d'eau du bassin versant n'a pas encore été complétée, même si plusieurs ont été réalisées.
- ❖ L'analyse de la réponse des intervenants a indiqué que bien que la recherche était considérée comme importante pour la mise en œuvre du projet, aucune recherche additionnelle n'était recommandée. Un accent sur la mise en œuvre des plans actuels et sur le soutien réglementaire pour la mise en œuvre des projets sur le terrain était appuyé.

Analyse des politiques aux États-Unis

- ❖ La réduction des apports en éléments nutritifs est abordée tant dans le cadre du processus de TMDL fédéral (en vertu de la *Clean Water Act*), et du processus de planification du bassin versant de l'État du Vermont.
- ❖ La mise en œuvre des projets et d'autres activités réglementaires sont couvertes par des règlements et des politiques supplémentaires, comme la *VT Act 250* et la *Shoreland Protection Act*.
- ❖ Les réponses des intervenants des États-Unis aux sondages indiquaient qu'à l'échelle de l'État, le Vermont avait des règlements rigoureux, mais que l'application, l'éducation et les ressources consacrées n'étaient pas uniformes. Cela suggère que le Vermont doit combler les lacunes dans l'application de la réglementation au moyen de financement, de personnel et de ressources pour la mise en œuvre de projets sur le terrain, de PGO et des exigences réglementaires déjà énumérées dans les lois de l'État du Vermont comme l'*Act 64* et la *Shoreland Protection Act*. Les réponses ont indiqué que les trois principaux obstacles à la mise en œuvre des projets dans le bassin versant du lac Memphrémagog étaient les ressources financières, les ressources humaines et la volonté politique (surtout locale), mais que l'on pourrait surmonter ces obstacles avec ce qui suit :

- **Écarts de financement** : L'Act 76 devrait comprendre un financement plus adéquat, à partir d'octobre 2019. Voici certains projets qui pourraient être inclus dans le processus de cette loi : 1) ressources humaines/renforcement des capacités et groupes de collaboration, pour des solutions globales (plusieurs de ces groupes existent déjà); 2) développement de projet, ce qui comprend la sensibilisation des propriétaires fonciers, des municipalités et des autres intervenants, et qui comprendrait des visites de site, une évaluation initiale de la portée et des travaux de conception préliminaire; 3) financement continu pour la conception et la mise en œuvre intégrale des projets et 4) fonctionnement/maintien/surveillance/suivi.
- L'**application** des lois de l'État, en particulier en ce qui concerne le processus d'obtention de permis et les restrictions imposées par la *Shoreland Protection Act* aux nouveaux développements, ont été identifiés par les intervenants comme n'étant pas appliqués rigoureusement. Les lois et règlements ne sont pas efficaces sans leur application. Le VDEC ne dispose que de trois analystes régionaux pour les lacs et les rives et de sept agents régionaux d'application de la loi pour l'État. Du financement supplémentaire est nécessaire pour cette question.
- **Manque de volonté politique** à l'échelle locale, de l'État et du gouvernement fédéral. Il faut sensibiliser davantage le public, les autorités locales et les représentants du gouvernement pour favoriser la réussite des projets.

Discussion sur les terres agricoles

Les estimations de la TMDL indiquent que la charge de phosphore provenant des terres agricoles devrait être réduite de 46 % pour atteindre nos objectifs de qualité de l'eau.

- ❖ Un certain nombre de programmes mis sur pied par l'entremise du service de conservation des ressources naturelles (NRCS, *National Resources Conservation Service*) du département de l'agriculture des États-Unis (USDA, *United States Department of Agriculture*) et de l'agence de l'agriculture, de l'alimentation et des marchés du Vermont (VAAF, *Vermont Agency of Agriculture, Food and Markets*) ont établi des lignes directrices pour les PGO agricoles et fournissent du financement aux fournisseurs de services techniques et de mise en œuvre, ainsi qu'aux fonctionnaires qui fournissent une aide directe.
- ❖ Les obstacles à la mise en œuvre des PGO comprennent ce qui suit : 1) le grand nombre d'exploitations individuelles et du nombre de pratiques nécessaires par exploitation; 2) les ressources financières limitées des producteurs agricoles pour fournir des fonds de contrepartie pour les PGO et des contraintes financières liées à la mise hors production de terres pour la conservation ou les PGO; 3) le temps limité dont disposent les producteurs agricoles pour s'adapter aux exigences, aux demandes et aux rapports complexes des programmes et 4) de la capacité limitée des fournisseurs de services techniques d'offrir une aide directe ou financière à la planification, aux demandes et à la mise en œuvre des PGO.
- ❖ Les efforts de mise en œuvre sont aussi limités par : 1) l'incertitude quant au financement à long terme des projets de mise en œuvre et de planification; 2) l'insuffisance de soutien de programmes pour le suivi, le fonctionnement et l'entretien; 3) des lacunes dans la collaboration entre les fournisseurs de services; 4) des lacunes dans la diffusion de l'information aux producteurs agricoles et aux représentants de produits agricoles du secteur

privé et 5) des lacunes dans la compréhension de l'impact, des facteurs limitants et de l'efficacité des PGO par les producteurs du bassin versant du lac Memphrémagog.

Discussion sur les terres aménagées

Selon les estimations de la TMDL, la charge de phosphore provenant des terres aménagées doit être réduite de 18 % pour atteindre les objectifs du Vermont en matière de qualité de l'eau. Les routes non pavées et les lots aménagés contribuent le plus à la charge d'éléments nutritifs dans la catégorie des terres aménagées.

- ❖ En vertu de l'Act 64, le VDEC établit des normes pour réduire l'érosion de tous les tronçons routiers reliés aux cours d'eau, ce qui nécessite l'élaboration du permis général pour les routes municipales (PGRM).
 - La mise en œuvre de ce permis peut s'avérer difficile pour les plus petites municipalités en raison du personnel et des budgets limités.
 - Le financement est incertain et la mise en œuvre des exigences du permis peut coûter cher.
- ❖ La *Shoreland Protection Act* et l'Act 250 du Vermont réglementent aussi le développement du territoire.
 - Selon le sondage auprès des intervenants, la diffusion de l'information et l'application représentaient les obstacles les plus importants à la mise en œuvre de la *Shoreland Protection Act*.
 - Le programme volontaire Lake Wise du VDEC est en place, et il permet d'évaluer et de réaménager les terres riveraines. L'élargissement de ce programme a été mentionné comme une méthode pour accroître la participation des intervenants.

Discussion sur les milieux naturels

Les estimations de la TMDL indiquent qu'une réduction de la charge provenant des milieux naturels comprend 2,3 % de la catégorie « autre », qui comprend les milieux humides, l'eau et la forêt, et 23 % de la charge provenant des cours d'eau.

- ❖ Des municipalités peuvent adopter des règlements de zonage ou des projets de règlement de rivière-corridor; toutefois, certaines municipalités du bassin versant n'ont actuellement aucun règlement de zonage, ce qui rend difficile l'adhésion des citoyens et des municipalités à l'adoption de règlements de zonage pour protéger l'environnement.
- ❖ Il n'y a actuellement aucune exigence réglementaire au Vermont pour la restauration des bandes riveraines ou des berges des cours d'eau.
- ❖ Il est nécessaire de maintenir l'accès au financement et au soutien des organismes de l'État et fédéraux pour la restauration des berges et de l'habitat afin de poursuivre et d'élargir les programmes.

Analyse des politiques et de la science au Québec et au Vermont

Contexte

- Le Comité directeur Québec-Vermont a offert un espace précieux et fructueux pour la collaboration internationale.

Analyse de la science au Québec et au Vermont

- Bien que l'échantillonnage réalisé par le Vermont et le Québec comporte plusieurs similarités, certaines différences font qu'il est difficile de comparer la qualité de l'eau entre les deux parties du lac. Une stratégie d'échantillonnage qui permettrait la comparaison des résultats faciliterait une compréhension globale de la qualité de l'eau.
- Les impacts des changements climatiques sont déjà perceptibles, mais il existe peu d'informations sur leur impact potentiel sur la charge future en éléments nutritifs du lac Memphrémagog. Des études doivent être réalisées pour tenir compte des changements climatiques lors de l'élaboration des plans de gestion et des recommandations visant à réduire la charge en éléments nutritifs dans le bassin versant du lac Memphrémagog.
- Lorsque le modèle de « baignoire » développé pour la TMDL n'a pas suggéré une charge interne significative du phosphore au sein de tous les segments du lac, il est nécessaire de mieux caractériser le potentiel de charge interne de phosphore particulièrement lorsqu'on considère la probabilité que la durée de la stratification augmente avec les changements climatiques.
- Se tenir au courant des technologies, des méthodes et des PGO émergentes pour réduire la charge en éléments nutritifs permettrait d'accroître l'efficacité des projets et de réaliser des économies de coûts.
- Il est difficile d'accéder aux données scientifiques et à la recherche, et un portail commun amènerait une augmentation du partage des données scientifiques et de l'efficacité des projets.

Analyse des politiques au Québec et au Vermont

- Étant donné qu'il y a une possibilité de renforcer les liens sur le plan scientifique et politique entre le Québec et le Vermont, ainsi qu'un comité existant pour appuyer ce processus, le besoin d'un soutien supplémentaire pour coordonner les réunions, les présentations et les initiatives du Comité directeur et lui donner une image publique dans la communauté locale et aux niveaux provincial, étatique et fédéral, a été désigné comme une recommandation prioritaire.

Chapitre 4

Analyse de la science et des politiques

Le chapitre 4 est une analyse s'appuyant sur une revue de littérature présentée aux chapitres 2 et 3, du réseautage avec les intervenants locaux et des réunions du Groupe consultatif de l'étude sur le lac Memphrémagog (GCEM). Elle vise à mieux comprendre les besoins et les possibilités en matière de recherche scientifique et d'établissement de politiques dans le bassin versant du lac Memphrémagog. Après 'analyse de la science et des politiques par pays, une analyse binationale est également présentée.

4.1. Analyse de la science et des politiques au Canada

Situé au sud du Québec, le lac Memphrémagog est le plus grand plan d'eau de la région de l'Estrie. C'est un important réservoir d'eau potable pour plus de 175 000 personnes vivant principalement dans les villes de Sherbrooke et de Magog et c'est une destination touristique et de pêche importante dans les Cantons de l'Est. La Municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog a connu une croissance constante, avec une augmentation de 20 % de la population entre 2001 et 2016 seulement. Malgré cette pression de développement, la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog est encore majoritairement naturelle : les milieux naturels représentent environ 82 % de l'utilisation du sol, suivis de 10 % pour les terres agricoles et de 8 % pour les terres aménagées, représentant respectivement 33 % et 42 % de la charge estimée en phosphore du Québec (sections 2.1 et 2.3).

En général, les indicateurs de la qualité de l'eau suggèrent que les niveaux de nutriments dans le lac sont stables depuis les 20 dernières années. Selon le tableau de classification de l'état trophique utilisé par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), le lac se situe globalement à un niveau oligo-mésotrophe. Toutefois, selon l'indicateur de biomasse algale, reposant sur la concentration de chlorophylle-*a*, le lac se situe au niveau mésotrophe dans sa moitié sud et au niveau oligo-mésotrophe dans sa moitié nord. Du côté canadien, la baie Fitch, qui est une section isolée et distincte du lac, présente un état d'eutrophisation plus avancé (section 2.2.2.1).

Ces données sur la qualité de l'eau peuvent indiquer que les interventions ont, dans une certaine mesure, empêché la dégradation de la qualité de l'eau des tributaires malgré les pressions (p. ex. changements climatiques, augmentation de la population dans le bassin versant). Des études ont mis en évidence des réductions de charges en phosphore dans plusieurs grands bassins versants Québécois qui peuvent être attribuées en partie à une baisse des apports agricoles et au traitement des eaux usées municipales et industrielles (Patoine, 2017; Simoneau, 2018). Parce qu'on prévoit que la population de la MRC de Memphrémagog continuera de croître, ce qui continuera probablement de contribuer

Comme on prévoit que la pression du développement se poursuivra et que les changements climatiques augmenteront la charge future en éléments nutritifs, puisque que certaines zones du lac présentent un état d'eutrophisation plus avancé et que le lac est un important réservoir d'eau potable et une attraction touristique, il importe d'en prévenir la dégradation.

à la conversion de milieux naturels en terres aménagées, et que les changements climatiques augmenteront la charge en éléments nutritifs et la prolifération d'algues dans les lacs de la région, parce que certaines zones du lac présentent un niveau d'eutrophisation plus avancé et que le lac Memphrémagog est un important réservoir régional d'eau potable, il importe d'en prévenir la dégradation. À cet égard, différents défis scientifiques et politiques doivent être relevés en ce qui concerne la charge en éléments nutritifs du bassin versant du lac Memphrémagog.

4.1.1. Analyse de la science canadienne

La revue de littérature a montré qu'il faut approfondir les connaissances scientifiques sur la qualité de l'eau du bassin versant afin de déterminer les sources de nutriments, d'évaluer l'efficacité des pratiques de gestion optimales (PGO) et d'en mesurer son évolution dans le bassin versant.

Le programme d'échantillonnage de la qualité de l'eau du lac existe depuis de nombreuses années. La constance des données sur le phosphore et la chlorophylle permet d'utiliser ces variables pour mettre en évidence les changements dans la productivité du lac, alors que les données de transparence ne sont pas suffisantes pour caractériser la qualité de l'eau du lac. La répartition des stations de qualité de l'eau a une couverture spatiale relativement bonne des différentes zones du lac (section 2.2.2.1). En ce qui concerne le programme de surveillance de la qualité des eaux

tributaires, lorsque des données sur les concentrations de phosphore sont disponibles pour plusieurs années, le manque de données de débits de tributaires ainsi que le manque de données prises lors de tempêtes printanières augmentent l'incertitude concernant la charge en nutriments provenant des tributaires, ce qui rend difficile l'évaluation des points chauds de qualité d'eau, l'efficacité des PGO et les tendances relatives à la qualité d'eau des tributaires dans la partie québécoise du bassin versant (voir 2.2.1.1). Lorsqu'il est possible d'estimer les charges de phosphore à l'aide de données modélisées de débits, les données provenant de mesures de débits d'eau permettraient d'accroître la précision des estimations de charges. Une analyse des ensembles de données de qualité de l'eau est nécessaire pour en déterminer les limites et proposer une stratégie d'échantillonnage révisée (voir sections 5.1.6 et 6.1).

Les programmes de surveillance de la qualité de l'eau du lac et de ses tributaires existent depuis de nombreuses années. Une analyse des ensembles de données sur la qualité de l'eau serait nécessaire pour proposer une stratégie d'échantillonnage visant à accroître la précision en ce qui concerne les points chauds de qualité d'eau, l'efficacité des PGO et les tendances en matière de qualité de l'eau.

De nombreuses proliférations de cyanobactéries ont été signalées par plusieurs intervenants et bénévoles du côté québécois du lac Memphrémagog. Cependant, comme les efforts de surveillance peuvent varier grandement d'une année à l'autre, il n'est pas possible de faire un portrait de l'évolution des proliférations de cyanobactéries. Une amélioration du programme de surveillance des cyanobactéries serait nécessaire pour pouvoir suivre l'évolution de la question (section 2.4.1; voir les sections 5.1.6 et 6.1). Lorsque l'eutrophisation du lac Memphrémagog peut avoir des incidences socio-économiques importantes touchant, par exemple, les sources d'eau potable, les valeurs immobilières, les activités récréatives et les activités touristiques, peu de données existent sur ces enjeux. Une meilleure compréhension de ces incidences aiderait à mobiliser les parties prenantes.

Lorsque de nombreuses proliférations de cyanobactéries sont signalées chaque année, une amélioration du programme de surveillance des cyanobactéries est nécessaire pour suivre l'évolution de la question.

Durant le réseautage, les intervenants canadiens ont mentionné différents besoins en matière de recherche, notamment sur les menaces des changements climatiques sur l'augmentation de la charge en éléments nutritifs au lac Memphrémagog, l'impact du site d'enfouissement Coventry et

du lixiviat sur la qualité de l'eau, les impacts des bateaux sur le lac Memphrémagog, ainsi que l'amélioration des connaissances sur les sources de phosphore.

4.1.2. Analyse des politiques canadiennes

Le gouvernement du Québec est responsable des ressources en eaux à l'intérieur de ses frontières (Section 3.2.1.1.). Les municipalités du Québec ont un rôle important à jouer, notamment dans la protection des rives, du littoral et des plaines inondables, dans l'assainissement des rejets d'eaux usées municipales, dans le contrôle des installations septiques des maisons isolées ainsi que dans la production et la distribution d'eau potable. Elles peuvent agir dans plusieurs juridictions en matière de gestion de l'eau et réglementer l'aménagement du territoire et les activités au moyen de permis et de règlements, en intégrant des lois fédérales et provinciales et le schéma d'aménagement et de développement (SAD) de la MRC. Elles peuvent également adopter des mesures non réglementaires et des projets sur le terrain en fonction de leur volonté politique. La plupart des programmes, des PGO et des initiatives en cours dans la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog énumérés au chapitre 3 sont appuyés ou rendus obligatoires par les politiques provinciales et municipales ou sont des initiatives prises par des organismes sans but lucratif et des municipalités (section 3.2.1.4).

4.1.2.1. Objectif de qualité d'eau

La *Loi sur la qualité de l'environnement du Québec* vise les effluents individuels qui peuvent être liés à des citoyens et à des industries spécifiques (section 3.2.1.1). Le Québec n'a pas d'objectifs de qualité d'eau pour le lac Memphrémagog qui entrerait dans une approche réglementaire, de processus permettant de mesurer les progrès réalisés en vue d'atteindre ces objectifs de qualité de l'eau ou un plan actuel de mise en œuvre de projets visant à établir des priorités pour réduire la charge en éléments nutritifs du lac Memphrémagog (section 3.2.1.1). Plusieurs plans d'action locaux sont élaborés dans différentes parties du bassin versant, mais différentes organisations locales ont mentionné avoir besoin de ressources pour coordonner la mise en œuvre des plans d'action existants et mettre en œuvre les

La mise en œuvre d'objectifs de qualité d'eau pour le lac Memphrémagog et d'un processus permettant de mesurer les progrès vers l'atteinte des objectifs de qualité de l'eau appuierait la mise en œuvre d'un plan d'action visant à prioriser les projets et le financement pour réduire la charge en éléments nutritifs dans le lac.

PGO dans différents domaines, comme la gestion des eaux pluviales et la conservation des milieux naturels (section 3.2.1.3; Rapport de réseautage). Lorsque le Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François (COGESAF) est mandaté par le gouvernement pour mettre en œuvre un plan directeur de l'eau (PDE) pour le bassin versant de la rivière Saint-François, l'échelle du PDE limite les actions qui peuvent être incluses (section 3.2.1.3). Aux États-Unis, des objectifs de concentrations de nutriments pour le lac Memphrémagog ont été inclus dans des approches réglementaires qui comprennent des stratégies et un ensemble de priorités pour toutes les parties concernées qui a été convenu par tous (section 3.2.2.2). La mise en place d'objectifs de qualité d'eau du lac et d'une stratégie de surveillance de la qualité de l'eau pour suivre l'impact des PGO sur la qualité de l'eau au Québec appuierait la mise en place d'un plan d'action pour la portion québécoise du bassin versant (voir sections 5.1.6 et 6.1). Un plan général de mise en œuvre établirait l'ordre de priorité des actions, guiderait les programmes de subventions et les priorités de financement, et un investissement à long terme serait nécessaire pour assurer la mise en œuvre de ce plan (voir les sections 5.1.6 et 6.1).

4.1.2.2. *Terres agricoles*

En ce qui concerne l'utilisation des terres agricoles, la portion québécoise du bassin versant est moins propice à l'agriculture intensive qu'au Vermont en raison des types de sols et des fortes pentes : on estime que seulement 10 % du territoire au Québec est utilisé à des fins agricoles (section 2.1.8; section 2.3.1). Il n'y a qu'une faible proportion de cultures annuelles, dont les exportations ont un coefficient estimé de phosphore élevé. Ces cultures représentent environ 1 % de l'utilisation des terres, soit 5 km², avec une contribution estimée de charge de phosphore de 11 % dans la portion québécoise du bassin versant, alors que les cultures pérennes représentent environ 9 % de l'utilisation des terres, ou 44 km², avec une contribution estimée de charge en phosphore de 20 % (sections 2.1.8 et 2.3.1). Lorsque la prédominance des cultures pérennes limite les exportations de phosphore liées à l'érosion hydrique, la forte érosivité du relief soumet certaines zones à des taux élevés d'érosion des cultures annuelles (Michaud & Deslandes, 2003). Cependant, il existe peu

Lorsque les cultures agricoles sont surtout pérennes, le relief de la portion québécoise du bassin versant peut soumettre les cultures annuelles et certaines cultures pérennes à des taux élevés d'érosion. Comme il existe peu d'information sur l'érosion de ces cultures, cette question doit être évaluée et les producteurs agricoles concernés doivent être soutenus pour réduire l'érosion au sein des cultures. Prévoir des mesures incitatives pour éviter la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles réduirait la charge en éléments nutritifs.

d'information sur les problèmes d'érosion au sein des cultures annuelles ou au sein des cultures pérennes situées dans des zones critiques, comme dans des pentes abruptes, car, entre autres, les producteurs agricoles ont peu recours à des services consultatifs spécialisés et participent peu aux programmes d'aide financière (section 3.2.1.4). Un projet a été réalisé entre 2016 et 2019 pour évaluer l'érosion des sols dans les champs du bassin versant de la baie Fitch et aider les producteurs agricoles à mettre en œuvre des pratiques de conservation des sols (section 3.2.1.4). Cependant, l'érosion dans les champs situés dans d'autres parties de la portion québécoise du bassin versant n'a pas été évaluée (voir les sections 5.1.1 et 6.2.1). De plus, puisque les coefficients d'exportation d'éléments nutritifs des cultures pérennes sont inférieurs à ceux des cultures annuelles, des incitatifs offerts aux producteurs agricoles pour qu'ils conservent des cultures pérennes, en particulier dans les zones à risque comme les fortes pentes, empêcheraient une augmentation de la charge en éléments nutritifs dans le lac Memphrémagog (section 2.1.8, voir les sections 5.1.1 et 6.2.1).

En ce qui concerne la gestion des rives en terres agricoles, lorsqu'un projet de caractérisation de l'érosion des cours d'eau de 66 producteurs agricoles de la portion québécoise du bassin versant a été réalisé (section 3.2.1.4), il existe peu d'information pour savoir si les producteurs appliquent des PGO pour limiter l'érosion le long des cours d'eau (voir les sections 5.1.1 et 6.2.1). Un renforcement de la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (PPRLPI) pour protéger des bandes riveraines élargies, par exemple en offrant des incitatifs aux producteurs agricoles qui restaurent de grandes bandes riveraines, pourrait être nécessaire pour augmenter les services écologiques fournis par ces milieux naturels (voir les sections 5.1.1 et 6.2.1).

L'érosion a été caractérisée le long des cours d'eau agricoles et la mise en œuvre des PGO dans la partie québécoise du bassin versant doit maintenant être assurée. Un renforcement du PPRLPI pourrait être nécessaire pour que les bandes riveraines puissent accomplir leurs services écologiques.

De plus, des charges importantes de phosphore peuvent être exportées si le mode et le moment de l'épandage du fumier rendent le fumier susceptible au ruissellement de surface. Étant donné que 53 % des producteurs agricoles de la portion québécoise du bassin versant pratiquent l'élevage, pour une densité animale de 0,97 UA/ha dans les cultures annuelles et pérennes, les pratiques de stockage et d'épandage du fumier, comme la date d'épandage, le mode d'apports et les distances d'épandage des plans d'eau, sont des enjeux qui devraient être évalués (section 2.1.8; voir les sections 5.1.1 et 6.2.1). En raison de la proportion assez élevée d'exploitations d'élevage dans le secteur agricole, il est important d'évaluer la gestion du fumier dans la partie québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog. L'amélioration de la gestion du fumier pourrait être nécessaire et se faire en assurant que le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA) est mis en œuvre en ce qui concerne les applications de fumier, comme la pulvérisation à l'automne et les distances de séparation par rapport aux cours d'eau. Des ressources humaines supplémentaires pour soutenir les producteurs agricoles pourraient s'avérer nécessaires pour la mise en œuvre du REA et des PGO (Rapport de réseautage). De plus, des mesures incitatives visant à améliorer l'entreposage des engrais organiques dans les petites fermes non visées par le REA pourraient prévenir les problèmes de stockage au sol (section 2.1.8, voir les sections 5.1.1 et 6.2.1). Cependant, comme certains incitatifs existent déjà dans le cadre du programme Prime-Vert et qu'ils ne sont pas couramment utilisés par les producteurs agricoles du bassin versant, une augmentation de l'assistance offerte aux producteurs agricoles du bassin versant pourrait être nécessaire (section 3.2.2.1, voir les sections 5.1.1 et 6.2.1).

Les pratiques d'entreposage et d'épandage du fumier peuvent entraîner d'importantes exportations de phosphore. En raison de la proportion relativement élevée d'élevage dans le secteur agricole, il est important d'évaluer la gestion du fumier afin de s'assurer que le REA est mis en œuvre et que le support offert aux petites exploitations agricoles non visées par le REA est suffisant.

4.1.2.3. Terres aménagées

Il est estimé que les terres aménagées, qui comprennent les routes pavées, les routes non pavées et les installations septiques, constituent la principale source de phosphore dans la portion québécoise du bassin versant (section 2.1.8).

Certains inventaires du ruissellement des eaux pluviales ont été effectués dans certains secteurs de la portion québécoise du bassin versant (section 3.2.1.4). Cependant, contrairement à la portion vermontoise du bassin versant, aucun portrait du ruissellement des eaux pluviales n'a été dressé à l'échelle du bassin versant et un portrait global serait nécessaire pour développer et mettre en œuvre un plan d'action visant à déterminer les priorités et à orienter les programmes de subventions et les priorités de financement (section 3.2.2.4; voir les sections 5.1.2 et 6.2.2).

Au Québec, aucun portrait du ruissellement des eaux pluviales n'a été dressé à l'échelle du bassin versant, ce qui serait nécessaire pour l'élaboration d'un plan d'action visant à déterminer les priorités.

En ce qui concerne les routes, qui représentent 15 % de l'estimation des charges de phosphore pour la portion québécoise du bassin versant, 79 % sont gérées par les municipalités et 6 % sont des chemins privés, assujettis aux règlements municipaux et dont plusieurs sont adjacents à des plans d'eau. Des caractérisations du réseau routier municipal ont été effectuées dans certains secteurs de la portion québécoise du bassin versant et plusieurs problèmes d'érosion ont été observés (section 3.2.1.4). Au Vermont, un règlement de l'État exige que toutes les municipalités procèdent à un inventaire de l'érosion des routes afin d'évaluer les tronçons routiers reliés à des cours d'eau (section 3.2.2.1). Un règlement provincial ou municipal sur la caractérisation des infrastructures de gestion des eaux pluviales dans le bassin versant pourrait aider à résoudre ce problème. Dans le Rapport de réseautage, les intervenants municipaux ont mentionné qu'il faudrait plus de ressources pour améliorer leur réseau routier. Dans le cadre de la nouvelle *Stratégie québécoise de l'eau*, un programme d'appui aux municipalités dans la mise en place d'infrastructures durables de gestion des eaux pluviales a été élaboré (section 3.2.1.1, voir les sections 5.1.2 et 6.2.2).

On estime que les routes génèrent d'importants apports de phosphore. Une approche réglementaire, accompagnée d'appui financier aux municipalités, pourrait supporter l'amélioration des infrastructures de gestion des eaux pluviales dans le bassin versant.

Il y a des différences dans les politiques municipales visant à réduire la charge en éléments nutritifs dans le lac Memphrémagog et ses tributaires en provenance de nouveaux aménagements, des parcelles aménagées existantes et des routes. Ces différences se reflètent dans la force de la réglementation municipale et dans les efforts non réglementaires visant à réduire la charge en éléments nutritifs (section 3.2.1.4). Certaines municipalités du bassin versant ont adopté des

mesures vigoureuses pour contrôler le développement dans les pentes abruptes, l'érosion lors des travaux de manipulation du sol, l'abattage des arbres, l'application d'engrais sur les propriétés résidentielles ou la gestion des gouttières, entre autres (section 3.2.1.4). Dans le Rapport de réseautage, après le financement et les ressources humaines, le soutien réglementaire a été désigné comme la plus grande priorité pour permettre aux municipalités canadiennes de réduire la charge en éléments nutritifs, et la volonté politique municipale a été désignée comme le plus grand obstacle (Rapport de réseautage). Il a également été mentionné qu'il manquait des ressources humaines pour assurer l'application des règlements concernant les terres aménagées dans le bassin versant au niveau municipal (Rapport de réseautage). Dans le bassin versant, il serait possible d'étendre les règlements municipaux plus stricts aux autres municipalités, en veillant à ce qu'une aide pour la mise à jour des règlements et des ressources pour leur mise en œuvre soit fournie (voir les sections 5.1.2; 5.1.4 et 6.2.2). Certaines MRC ont adopté des cadres réglementaires strictes pour gérer les eaux de ruissellement et pour contrôler l'érosion sur leur territoire (MRC Brome-Missisquoi, 2014). Le SAD de la MRC de Memphrémagog, dont l'examen a débuté en 2019, serait l'occasion d'adopter un cadre réglementaire plus stricte dans le bassin versant du lac Memphrémagog.

Les municipalités agissent à différents degrés afin de réduire la charge en éléments nutritifs provenant de nouveaux aménagements, des parcelles aménagées existantes et des routes. Une opportunité serait d'étendre des règlements municipaux à d'autres municipalités en veillant à ce qu'une aide pour la mise à jour des règlements et des ressources pour leur mise en œuvre soit fournie. Le SAD de la MRC, dont la révision a débuté en 2019, donne l'occasion d'adopter un cadre réglementaire plus stricte.

De plus, lorsque certaines municipalités ont un règlement pour assurer la conformité des installations septiques privées plus anciennes, la conformité des installations septiques privées dans d'autres municipalités de la portion québécoise du bassin versant n'est pas systématiquement évaluée et certaines municipalités ont mentionné la nécessité d'améliorer l'inspection des installations septiques privées pour en vérifier la conformité (section 3.2.1.4, Rapport de réseautage, voir la section 5.1.2). D'autres municipalités ont également élaboré un

Certains règlements municipaux assurent systématiquement la conformité des anciennes installations septiques privées et financent l'amélioration des installations septiques inférieures aux normes. Il serait possible d'étendre ces règlements à d'autres municipalités en veillant à ce qu'une aide à la mise à jour des règlements et des ressources pour leur mise en œuvre soit fournies.

programme de financement pour aider les propriétaires à améliorer leurs installations septiques lorsqu'elles sont inférieures aux normes. D'autres types de règlements existent également en Amérique du Nord où les règlements sur les installations septiques exigent, par exemple, leur modernisation lors de rénovations ou de la vente de propriétés (Foulon et Rousseau, 2019; voir la section 5.1.2). Dans le bassin versant, il serait possible d'étendre certains règlements municipaux à l'ensemble des autres municipalités, en veillant à ce qu'une aide à la mise à jour des règlements et des ressources pour leur mise en œuvre soit fournie (voir les sections 5.1.2; 5.1.4). En 2010, la MRC de Memphrémagog, avec des fonds provenant du gouvernement du Québec, a inspecté 184 installations septiques situées à moins de 300 mètres du lac Memphrémagog dans deux municipalités (section 3.2.1.4). Ce type de programme, élargi à d'autres municipalités, favoriserait le suivi et la mise en conformité des installations septiques privées dans le bassin versant.

4.1.2.4. Milieux naturels

Quatre-vingt-deux pour cent de la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog est constituée de milieux naturels. Ces milieux naturels, comme les forêts et les milieux humides, fournissent des services écologiques essentiels, comme la purification de l'eau et le contrôle de l'érosion. En Ontario, on estime que la valeur annuelle des milieux humides se situe entre 2 660 \$ CA et 3 168 \$ CA par hectare et par année seulement pour le service de purification de l'eau (Troy et Bagstad, 2009). Afin d'éviter une augmentation de la charge en éléments nutritifs dans le lac Memphrémagog dans un contexte de changements climatiques, il est essentiel de conserver ces services écologiques et de protéger un maximum les milieux naturels du bassin versant. Seulement 9,0 % de la portion québécoise du bassin versant est protégée, alors que les objectifs des gouvernements du Québec et du Canada sont de conserver au moins 17 % des terres terrestres et des plans d'eau intérieurs, incluant les zones particulièrement importantes pour la biodiversité et les services rendus par les écosystèmes, avant 2020 (section 2.1.9; MELCC, 2019; En route, 2019). En raison des services offerts par le bassin versant du lac

Le bassin versant est encore essentiellement naturel et les terres naturelles fournissent des services écologiques essentiels comme la purification de l'eau et la lutte contre l'érosion. Seulement 9,2 % de la portion québécoise du bassin versant est protégée, alors que les objectifs provinciaux et fédéraux sont de conserver au moins 17 % des terres terrestres et des plans d'eau intérieurs avant 2020. En raison des services offerts par le bassin versant du lac Memphrémagog concernant la filtration de l'eau potable, le bassin versant devrait constituer un secteur prioritaire pour les gouvernements.

Memphrémagog concernant la filtration de l'eau potable pour plus de 175 000 personnes, le bassin versant devrait être un secteur prioritaire pour les gouvernements (voir la section 5.1.4).

Lorsque plusieurs municipalités ont élaboré un plan de conservation pour protéger les milieux naturels d'intérêt écologique, aucun portrait des milieux naturels à l'échelle du bassin versant n'a été dressé pour planifier leur conservation et éviter leur conversion vers d'autres types d'utilisation du sol ayant des taux d'exportation plus importants de nutriments (section 3.2.1.4). La nouvelle modification à la *Loi sur l'eau* confère aux MRC la responsabilité d'élaborer et de mettre en œuvre un *Plan régional des milieux humides et hydriques* (PRMHH) dans leurs territoires respectifs qui doit être révisé tous les 10 ans. Ce nouveau plan dressera le portrait d'une portion des milieux naturels, soit les milieux humides et les plans d'eau, à l'échelle du bassin versant au

Plusieurs plans de conservation ont été élaborés à l'échelle municipale. En raison de l'importance du maintien des terres naturelles pour prévenir la charge en éléments nutritifs, un plan de conservation à l'échelle du bassin hydrographique serait nécessaire pour établir en collaboration des objectifs de conservation et de restauration pour le bassin hydrographique. Le PRMHH prévu pour 2022 est l'occasion de planifier la protection des milieux humides et du lac Memphrémagog dans la portion québécoise du bassin versant.

Québec, assurera la planification de leur conservation et limitera ensuite leur conversion à d'autres types d'utilisation du sol avec des taux d'exportation plus élevés de nutriments (section 3.2.1.1; voir la section 6.2.3). De plus, afin d'améliorer la précision de la cartographie des milieux humides, une nouvelle cartographie des milieux humides, réalisée avec les données de détection et télémétrie par ondes lumineuses (LIDAR) est prévue pour 2020 par la MRC de Memphrémagog (section 3.2.1.4). Un pourcentage ciblé de milieux naturels d'intérêt écologique à protéger à perpétuité dans le bassin versant peut appuyer la mise en œuvre d'un plan d'action visant à éviter la conversion de milieux naturels d'intérêt écologique en d'autres types d'utilisation du sol ayant des taux d'exportation plus élevés de nutriments (voir la section 5.1.4).

Il y a des différences dans les politiques municipales de protection des milieux naturels qui se reflètent dans les différentes forces de règlements municipaux (section 3.2.1.4). Certaines municipalités du bassin versant ont adopté des mesures robustes pour orienter l'expansion résidentielle dans les milieux naturels et pour contrôler le développement dans certains secteurs, notamment des règlements rigoureux sur l'abattage des arbres et la protection des berges (section 3.2.1.4). Dans le Rapport de réseautage, après le financement et les ressources humaines pour

réduire la charge en éléments nutritifs, le soutien réglementaire a été désigné comme la plus grande priorité pour les municipalités canadiennes et la volonté politique a été mentionnée comme le plus grand obstacle pour certaines municipalités (Rapport de réseautage). Pour protéger les milieux naturels du bassin versant, une possibilité est d'étendre certains règlements municipaux à l'ensemble des autres municipalités du bassin versant (voir les sections 5.1.2 et 5.1.4). Une façon d'étendre certains règlements municipaux à d'autres municipalités serait de passer par le SAD de la MRC. Puisqu'en 2019, la MRC entreprend la révision du SAD, une opportunité est d'utiliser le SAD pour orienter l'expansion résidentielle dans les milieux naturels et pour contrôler le développement dans certains secteurs du bassin versant (voir les sections 5.1.2; 6.2.3).

Les règlements municipaux orientent de façon différente l'expansion résidentielle et le développement dans les milieux naturels. Le SAD de la MRC, dont la révision a débuté en 2019, est l'occasion de contrôler le développement dans les milieux sensibles et d'assurer la protection des milieux naturels, tels que les milieux humides, les forêts et les bandes riveraines.

Une autre façon de conserver les milieux naturels dans ce bassin versant constitué presque exclusivement de terres privées serait d'inciter les propriétaires privés à conserver les milieux naturels. Les programmes fédéraux et provinciaux accordent des fonds à des organismes de conservation pour acheter des servitudes ou des terres de conservation et pour protéger les milieux naturels à perpétuité (section 3.2.1.4). Ces programmes de financement sont conçus pour récompenser la philanthropie à un pourcentage de la valeur marchande. Cependant, les propriétés autour du lac Memphrémagog, plus particulièrement celles situées dans les municipalités avec de plus faibles populations, ont des valeurs foncières élevées et les organismes de conservation ont besoin de trouver davantage de financement pour acheter un terrain ou une servitude dans la région (section 2.1.6). Avec un financement limité, les programmes existants et les organismes de conservation peuvent atteindre des objectifs de conservation en conservant des milieux naturels à moindre coût. De plus, l'exemption d'impôt municipale et scolaire pour les propriétaires fonciers qui créent une réserve naturelle peut être très faible : la valeur foncière des propriétés reconnues comme réserve naturelle peut diminuer de façon

Les programmes de conservation volontaire et les organismes de conservation peuvent atteindre des objectifs de conservation en conservant des terres naturelles à moindre coût, et les incitations à créer une réserve naturelle peuvent être très faibles. Pour conserver à perpétuité les terres du bassin versant du lac Memphrémagog, les programmes de conservation devraient cibler ce bassin versant, et les incitatifs à la création de réserves naturelles devraient être augmentés.

importante en raison de la perte d'utilisations possibles de la propriété, ce qui a une incidence sur les avantages de la réduction d'impôt; la valeur foncière des parties de la propriété qui ne sont pas reconnues comme réserve naturelle peut également augmenter en raison de la présence contiguë d'une réserve naturelle et ainsi réduire considérablement les avantages associés à la réduction d'impôt; les municipalités ont le droit à une « discrétion municipal » et peuvent décider de ne pas appliquer l'exemption fiscale totale (Networking report, voir la section 5.1.4). Pour conserver les terres à perpétuité dans le bassin versant du lac Memphrémagog, les programmes de conservation devraient cibler ce bassin versant, et les incitatifs à la création de réserves naturelles devraient être augmentés (voir section 6.2.3).

Dans le Rapport de réseautage, en ce qui concerne le secteur forestier, il a été fait mention de la nécessité d'augmenter les incitatifs financiers pour soutenir les forestiers dans la mise en œuvre de certaines PGO spécifiques : pour mettre en œuvre et améliorer les ponts et ponceaux, pour appliquer la certification du Forest Stewardship Council (FSC) et pour mettre en œuvre des plans d'aménagement forestier (PAF) intégrant les PGO (voir la section 5.1.4).

4.1.2.5. Secteur récréatif

En ce qui concerne le secteur récréatif, on en sait peu sur les impacts des six terrains de golf et des deux stations de ski sur la charge en éléments nutritifs du côté québécois du lac Memphrémagog (voir 3.2.1.4). Ces sites présentent de grandes superficies non boisées et peuvent avoir des impacts par le ruissellement des eaux pluviales et l'érosion. La neige artificielle produite par les stations de ski peut aussi avoir une pression différente de celle de la neige naturelle sur les plans d'eau. Le ruissellement des eaux pluviales et l'érosion des terrains de golf et des stations de ski devraient être évalués (voir la section 5.1.5).

Les terrains de golf et les stations de ski peuvent avoir des impacts sur le lac Memphrémagog par le ruissellement des eaux pluviales et l'érosion, et ces impacts doivent être évalués.

Il y a plus de 2000 bateaux à moteur permanents sur la partie québécoise du lac (MCI, 2012). Les impacts des embarcations à ballasts sur l'érosion des berges et les impacts de tous types d'embarcations sur la remise en suspension des sédiments de fond dans les secteurs peu profonds

ont été étudiés dans le lac Memphrémagog ou d'autres lacs du Québec (section 3.2.1.2). L'absence de réglementation de la navigation de plaisance dans certains secteurs sensibles du lac Memphrémagog est un enjeu qui peut causer l'érosion des berges et la remise en suspension des sédiments de fond. Le processus exigé par le gouvernement fédéral pour permettre à une municipalité de réglementer la navigation de plaisance est connu pour être difficile administrativement et peu de municipalités ont réussi à réglementer la navigation de plaisance pour une question environnementale. Au cours des

La navigation de plaisance dans certains secteurs sensibles du lac Memphrémagog est un enjeu qui peut causer l'érosion des berges et la remise en suspension des sédiments de fond. Des campagnes de sensibilisation ont été menées, mais elles nécessitent de constantes ressources financières et humaines. Une approche réglementaire plus rigoureuse serait nécessaire.

dernières années, des campagnes de sensibilisation ont été menées pour prévenir ce problème, mais elles nécessitent de constantes ressources financières et humaines (Bleu Massawippi *et al.*, 2017). En mai 2019, le gouvernement fédéral a publié une nouvelle version du Guide des administrations locales afin de rendre le processus réglementaire plus simple, plus rapide et moins lourd sur le plan administratif pour les MRC et les municipalités qui souhaitent adopter de nouveaux règlements sur la navigation de plaisance (Transports Canada, 2019). En 2019, une municipalité du bassin versant a amorcé le nouveau processus (Simard, P., comm. pers., 2019).

Plus de 1 000 embarcations permanentes situées sur la partie québécoise du lac disposent d'une toilette, mais on sait peu de choses sur le déversement possible des eaux noires des bateaux dans le lac (Memphrémagog Conservation inc. [MCI], 2012). Il a été mentionné que le *Règlement sur la protection des eaux contre les rejets des embarcations de plaisance* (Q-2, r. 36) qui interdit de rejeter les eaux usées d'une embarcation de plaisance n'est pas facile à appliquer (Rapport de réseautage).

Plus de 1000 bateaux disposent d'une toilette et les stations de vidange publiques ne sont situées qu'à Magog et à Newport. La possibilité d'ajouter un service de pompage dans la partie sud du lac au Québec doit être examinée.

Comme les stations de vidange publiques ne sont situées qu'à Magog et Newport, la possibilité d'ajouter un service de vidange dans la partie sud du lac au Québec doit être examinée (MRC de Memphrémagog, 2019; voir la section 5.1.5).

4.1.2.6. Collaborations

L'inventaire des efforts de gestion dans la partie québécoise du bassin versant a révélé de nombreuses pratiques de gestion mises en œuvre par plusieurs intervenants (section 3.2.1). Lorsque ces efforts supportent de nombreux projets de sensibilisation et de projets sur le terrain, un défi central est de s'assurer que ces efforts sont élaborés et mis en œuvre de façon complémentaire. Les intervenants canadiens interrogés dans le cadre du sondage sur le réseautage croient que, juste après les projets sur le terrain et l'application de la réglementation, la planification d'actions coordonnées aurait le plus grand impact sur la réduction de la charge en éléments nutritifs dans le bassin versant du lac Memphrémagog (Rapport de réseautage). Certaines municipalités ainsi que le MCI mettent en œuvre des plans d'action pour des sous-bassins versants de la portion québécoise du bassin versant, et le COGESAF met en œuvre un PDE pour le bassin versant de la rivière Saint-François (section 3.2.1.3). Il a été suggéré que le bassin versant du lac Memphrémagog puisse disposer d'un coordonnateur ou d'une équipe travaillant à la mise en œuvre d'un plan d'action à l'échelle du bassin versant (Rapport de réseautage). En étudiant d'autres approches de collaboration dans d'autres régions de l'Amérique du Nord, une entente sur les priorités pour toutes les parties concernées est souvent utilisée pour mettre en œuvre un plan de réduction des apports de nutriments et atteindre les objectifs de qualité de l'eau (Foulon et Rousseau, 2019).

De nombreuses pratiques de gestion sont appliquées par plusieurs intervenants, et l'un des principaux défis consiste à s'assurer que ces efforts sont élaborés de façon complémentaire. La mise en œuvre d'un plan d'action conjoint à l'échelle du bassin versant permettrait la coordination de ces efforts.

4.1.2.7. Financement

De façon générale, les diagnostics environnementaux de bassins versants et les projets sur le terrain réalisés dans la portion québécoise du bassin versant, comme l'échantillonnage des tributaires, l'évaluation environnementale du territoire, les campagnes de sensibilisation ou la revitalisation des berges, sont financés par les municipalités et les associations locales. Les associations locales sont généralement financées directement par les citoyens locaux et peuvent trouver des fonds pour des projets spécifiques auprès de certains fonds verts municipaux. Dans le Rapport de réseautage, plusieurs municipalités ont mentionné qu'elles manquaient de ressources humaines pour coordonner la mise en œuvre des plans d'action et des projets sur le terrain et pour appliquer la réglementation dans le bassin versant (Rapport de réseautage). Les associations locales, qui

dépendent en grande partie de leurs membres, ont mentionné qu'il y avait un manque de ressources constantes pour planifier et mettre en œuvre des projets (Rapport de réseautage). Cette nouvelle *Stratégie québécoise de l'eau* annoncée en 2018 comprend un financement à l'échelle provinciale de 552 millions \$CAN (409 millions \$US) sur 5 ans et plusieurs mesures comme : exiger des municipalités qu'elles réalisent une analyse de la vulnérabilité de leur source d'eau potable, appuyer les municipalités dans la conservation et la restauration des milieux aquatiques, atteindre les objectifs gouvernementaux des aires protégées, encourager les municipalités à adopter des pratiques durables en matière de gestion des eaux pluviales, accroître la connaissance des lacs, renforcer la gestion intégrée des eaux, notamment au niveau de la coopération intergouvernementale et internationale (section 3.2.1.1, voir les sections 5.1.1 à 5.1.5; et 6.1 à 6.3). Le gouvernement fédéral peut aussi offrir des programmes pour appuyer les initiatives visant à réduire la charge en éléments nutritifs dans le lac Memphrémagog et ses tributaires (section 3.2.1.1).

Les évaluations des bassins versants et les projets sur le terrain sont généralement financés par les municipalités et les associations locales. La nouvelle *Stratégie québécoise de l'eau* annoncée en 2018 prévoit un financement à l'échelle provinciale de 552 millions \$CAN sur 5 ans et plusieurs mesures pour appuyer les intervenants locaux dans les évaluations des bassins versants et les projets sur le terrain.

4.2. Analyse des politiques et de la science aux États-Unis

Le bassin versant du lac Memphrémagog est situé au nord-est du Vermont. 71 % de l'aire de drainage du bassin versant se trouve dans le Vermont, y compris trois tributaires principaux, les rivières Clyde, Barton et Black, et un tributaire plus petit, la rivière Johns. L'utilisation du sol prédominante dans le Vermont est constituée de terres naturelles (77,5 % de la couverture terrestre), suivies de terres agricoles (17,5 %) et de terres aménagées (5,4 % de la couverture terrestre).

En 2017, le Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) a établi une charge quotidienne maximale totale (TMDL, *Total Maximum Daily Load*) pour le phosphore dans le bassin versant du lac Memphrémagog en raison des concentrations élevées de phosphore enregistrées dans la portion vermontoise du lac Memphrémagog (section 3.2.2.2). La TMDL comprend un objectif de réduction du phosphore de 29 % pour la portion vermontoise du bassin

versant. Les objectifs de réduction sont en outre ventilés par type d'utilisation des sols. La TMDL est un document juridiquement contraignant qui exige que le Vermont investisse dans des projets d'amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin versant du lac Memphrémagog, et l'analyse des politiques et de la science présentée dans ce rapport vise à mettre au jour les réussites et les lacunes pour aider davantage à l'atteinte des objectifs de qualité d'eau.

4.2.1. Analyse de la science aux États-Unis

Dans les sondages auprès des intervenants, une surveillance supplémentaire de la qualité de l'eau pour le phosphore, d'autres éléments nutritifs et les polluants a été désignée comme étant le principal besoin à l'appui de l'analyse de la science. Les répondants américains ont indiqué que ces données supplémentaires pourraient être utilisées à des fins multiples, notamment : 1) célébrer et commercialiser les réussites en mesurant l'impact et les avantages des projets; 2) évaluer l'efficacité des PGO; 3) cerner les points chauds en matière de qualité d'eau, ce qui permettrait de prioriser les projets et 4) mesurer les progrès vers l'atteinte des objectifs en matière de qualité de l'eau établis dans la TMDL du lac Memphrémagog (voir les sections 5.2.1.4, 5.2.3.3 et 5.2.2.4).

Le cycle de financement annuel constitue l'un des défis de l'échantillonnage actuel de la qualité de l'eau des tributaires. Pour que les données sur la qualité de l'eau soient significatives, une surveillance continue et à long terme est nécessaire pour déterminer les tendances. Le financement d'une année à l'autre met en péril l'uniformité de la collecte de ces données et exige des efforts supplémentaires de la part des partenaires pour présenter une demande annuelle de financement pour l'échantillonnage de la qualité de l'eau. De plus, des ressources publiques supplémentaires pour l'aide technique à l'interprétation des résultats relatifs à la qualité de l'eau et à l'établissement de liens entre les PGO et les résultats concernant la qualité de l'eau permettraient d'accroître l'efficacité du programme ainsi que l'impact des réussites.

Les études géomorphologiques des cours d'eau sont un outil d'aide à la décision de la *Vermont Agency of Natural Resources* (VANR) (voir la section 3.2.2.4) pour aider à gérer et à restaurer les cours d'eau et à équilibrer l'état naturel de la rivière avec son développement. Ces études ne sont pas encore terminées pour toutes les grandes rivières du bassin versant et seraient utiles aux municipalités et aux propriétaires fonciers pour prendre des décisions concernant la protection des cours d'eau (voir la section 5.2.3.1).

Il est intéressant de noter que, dans l'ensemble, les répondants au sondage ont classé la recherche supplémentaire comme le besoin le plus faible pour assurer la durabilité de leurs travaux visant à réduire la charge en éléments nutritifs et maintenir l'engagement à cet égard. Cependant, en même temps, la recherche a obtenu une note de 6,7 sur 10 sur une échelle d'impact pour l'aide à la mise en œuvre des projets. Cela donne à penser que les intervenants estiment que la recherche est importante pour la mise en œuvre des projets, mais qu'ils ne préconisent pas la réalisation de recherches supplémentaires aux États-Unis, mais plutôt la mise en œuvre des plans actuels et un soutien réglementaire pour mettre en œuvre les projets sur le terrain requis par le cadre réglementaire.

4.2.2. Analyse des politiques aux États-Unis

Comme l'indique le chapitre 3, il existe des lois fédérales et d'État qui influent sur la charge en éléments nutritifs aux États-Unis. La TMDL du lac Memphrémagog pour le phosphore était exigée par la *Clean Water Act* du gouvernement fédéral lorsque les concentrations de phosphore ont atteint le niveau auquel le lac Memphrémagog a été inscrit comme eau altérée. De plus, en raison des exigences fédérales en matière de rapports à produire pour la TMDL et du Plan stratégique de bassin versant (TBP, *Tactical Basin Plan*) de l'État (3.2.2.2 et 3.2.2.4), le bassin versant du lac Memphrémagog a un plan d'action pour atteindre les cibles de réduction de la TMDL qui a été mis au point en 2017. En raison des exigences de l'État, le TBP pour le bassin sera mis à jour tous les cinq ans, ce qui permettra au Vermont de suivre les progrès réalisés vers l'atteinte des objectifs de réduction du phosphore, d'adapter les plans au besoin et de surveiller d'autres paramètres de qualité de l'eau. Grâce aux exigences de la politique fédérale et de l'État, le Vermont dispose d'un plan d'action solide pour atteindre ses objectifs en matière de qualité de l'eau.

Les politiques fédérales et étatiques appuient également la mise en œuvre de projets sur le terrain et réglementent les activités visant à réduire la charge en éléments nutritifs. Cela comprend les règlements fédéraux et de l'État qui exigent l'établissement de PGO pour l'industrie, l'établissement d'un programme d'assistance technique, des flux de financement pour les subventions ou le partage des coûts pour la mise en œuvre. D'autres règlements de l'État comme l'*Act 250* du Vermont et la *Shoreland Protection Act* réglementent l'impact des activités humaines au moyen de règles et de processus d'autorisation visant à réduire la charge en éléments nutritifs. De plus, les règlements municipaux du Vermont peuvent régir les activités de développement dans

les régions écologiquement sensibles. La plupart des programmes, des PGO et des initiatives en cours dans la portion vermontoise du bassin versant du lac Memphrémagog, énumérés au chapitre 3, sont directement appuyés ou rendus obligatoires par les politiques fédérales, de l'État ou municipales.

Les commentaires des intervenants américains au sondage auprès des intervenants ont indiqué que, dans l'ensemble, les experts de notre région ont trouvé que la réglementation et la politique des États-Unis, du Vermont et des municipalités étaient complètes. Toutefois, il fallait mettre davantage l'accent sur la mise en œuvre à grande échelle, l'application et le soutien local des politiques existantes pour réaliser pleinement la réduction de la charge en éléments nutritifs et les avantages pour la qualité de l'eau.

Les réponses des intervenants américains ont indiqué que les trois principaux obstacles à la mise en œuvre de projets dans le bassin versant du lac Memphrémagog étaient les ressources financières, les ressources humaines et la volonté politique (surtout locale). Les intervenants ont indiqué que, surtout au niveau de l'État, le Vermont dispose de lois et de règlements rigoureux en matière d'eaux pluviales; cependant, ce qui fait défaut, c'est le suivi de ces règlements pour assurer la diffusion des connaissances sur les règlements, leur application, les sources de financement prévisibles et à long terme, le personnel pour aider au respect des règlements et le respect local. Cinquante pour cent des répondants ont indiqué que les projets sur le terrain constituaient l'outil le plus efficace pour réduire la charge en éléments nutritifs. Cela suggère que le Vermont doit combler les lacunes dans l'application de la réglementation au moyen de financement, de personnel et de ressources pour la mise en œuvre de projets sur le terrain, de PGO et d'exigences réglementaires déjà énumérées dans les lois de l'État du Vermont comme l'*Act 64* et la *Shoreland Protection Act*.

En examinant de façon holistique la politique ayant une incidence sur la charge en éléments nutritifs, les répondants au sondage ont cerné trois grandes lacunes qui entravent la mise en œuvre de projets et l'exécution des exigences actuelles de la politique : 1) le manque de financement pour la mise en œuvre de projets; 2) les lacunes dans l'application des règlements existants de l'État; 3) l'absence de règlements fédéraux, de l'État et municipaux.

Étant donné que bon nombre des lois du Vermont qui régissent la qualité de l'eau et la charge en éléments nutritifs ne sont pas propres à un secteur, mais régissent de multiples catégories ou secteurs d'activité à la fois, la présente analyse des politiques explore d'abord les trois lacunes générales qui touchent tous les différents secteurs, puis analyse les politiques relatives à l'agriculture, aux terres naturelles et aux terres aménagées. L'utilisation des terres à des fins récréatives est incluse dans les terres naturelles et les sources ponctuelles ne sont pas analysées ici, car aucune lacune n'a été relevée spécifiquement pour ce type d'utilisation des terres.

4.2.2.1. *Manque de financement*

Depuis l'adoption de l'Act 64 en 2015, l'Assemblée législative du Vermont finance des projets d'amélioration de qualité de l'eau avec des options de financement à court terme. En juin 2019, l'Act 76 a été signée par le gouverneur du Vermont. Ce projet de loi attribue des sources de financement à long terme aux projets d'amélioration de qualité de l'eau en transférant 6 % des recettes de la taxe sur l'hébergement et les repas du Vermont du financement de l'éducation au financement de la qualité de l'eau. Ce transfert commencera en octobre 2019 (VLEG, 2019b).

En plus d'établir une source de financement très nécessaire et spécialisée pour l'amélioration de la qualité de l'eau, l'Act 76 établit également un nouveau modèle de distribution pour la diffusion du financement destiné à l'amélioration de la qualité de l'eau, en rendant obligatoire la création de *Clean Water Service Providers* (fournisseurs de services d'amélioration de qualité de l'eau – CWSP) pour les principaux bassins et sous-bassins versants du Vermont. Au moment de la rédaction du présent rapport, le mode de fonctionnement des CWSP n'a pas encore été déterminé par la Vermont Agency of Natural Resources (VANR) du Vermont, sauf que le CWSP recevra chaque année des fonds de l'État pour atteindre les objectifs de réduction de la pollution établis pour chaque zone. Enfin, le projet de loi prévoit de nouveaux programmes de subventions et des échéanciers pour les plans de réduction du phosphore.

La VANR a été chargée de mettre en œuvre l'Act 76 et de fixer les détails de la distribution et de la diffusion des fonds, de l'octroi des subventions et des objectifs de réduction de la pollution. Disposant d'une source de financement à long terme, le Vermont a une occasion incroyable de développer un système de financement de l'amélioration de la qualité de l'eau qui soutient adéquatement toutes les étapes des projets de qualité de l'eau, qui accroît les approches de

collaboration, qui offre une approche holistique et multisectorielle d'amélioration de qualité de l'eau et qui distribue équitablement le financement dans l'ensemble de l'État. Les intervenants ont indiqué dans le sondage que le financement pour toutes les étapes des projets d'amélioration de qualité de l'eau, de l'identification à l'exécution puis au maintien, a été insuffisant.

Pour combler les lacunes dans le financement des projets, les intervenants américains du bassin versant du lac Memphrémagog ont indiqué que le financement de l'amélioration de la qualité de l'eau au Vermont devrait inclure des dispositions pour les types de phases de projets suivants qui peuvent être abordées dans la mise en œuvre et la réglementation associées à l'Act 76.

- Ressources humaines/renforcement des capacités et groupes de collaboration : Les intervenants ont suggéré que des solutions holistiques au problème de gestion des éléments nutritifs seraient nécessaires, ce qui exigerait une collaboration supplémentaire. Actuellement, des groupes de collaboration comme le Groupe de travail sur l'agriculture de Memphrémagog, le Groupe de travail sur les eaux pluviales de Memphrémagog, le Groupe sur les rivières et les routes du nord-est du Vermont et le Comité directeur Québec-Vermont réunissent des organismes et des agences dans le cadre de réunions semi-ordinaires, mais le financement pour la participation du personnel et des organismes est difficile à obtenir. Ces réunions permettent aux organismes d'accroître et de maximiser leur collaboration, d'établir l'ordre de priorité des projets, de présenter des demandes de financement conjointes et d'accroître l'échange de connaissances.
- Élaboration de projets : Le financement pour le lancement d'un projet doit comprendre, sans toutefois s'y limiter : la sensibilisation des propriétaires fonciers et des municipalités, des visites sur place, la détermination initiale de la portée et les travaux de conception préliminaire. Ce travail est essentiel à l'élaboration d'une conception à 100 % des projets d'immobilisations et est important, étant donné que les demandes de subvention et autres travaux d'élaboration nécessaires exigent beaucoup de temps et de ressources. L'élaboration du projet assure la participation du propriétaire foncier et garantit que les projets sont bien planifiés avant que les fonds nécessaires à sa conception et à sa mise en œuvre ne soient sollicités.
- Conception et mise en œuvre : Financement continu pour la conception et la mise en œuvre intégrale des projets.

- Fonctionnement/maintien/surveillance/suivi (selon le type de projet) : Un financement est nécessaire pour assurer que les pratiques mises en place sont maintenues et fonctionnent correctement pendant toute la durée de vie de la pratique conçue. Si les projets mis en œuvre échouent ou ne sont pas adéquatement maintenus, non seulement la réduction de la charge en éléments nutritifs ne sera pas réalisée, mais l'investissement de fonds dans les phases précédentes allant de la détermination de la portée du projet à sa mise en œuvre sera perdu. Une surveillance continue pendant une période donnée peut également fournir aux experts de précieux renseignements sur la durée de vie de la pratique, son efficacité à mesure que la pratique vieillit et les coûts de fonctionnement et d'entretien. Les résultats de l'échantillonnage continue peuvent être utilisés pour améliorer et raffiner davantage les pratiques.

4.2.2.2. *Application de la loi*

Comme nous l'avons vu au chapitre 3, grâce à l'Act 64, à la *Shoreland Protection Act* et à l'Act 250, le Vermont dispose d'une réglementation environnementale rigoureuse. Toutefois, les intervenants ont indiqué dans le sondage que les lois de l'État, en particulier en ce qui concerne le processus d'obtention de permis et les restrictions imposées par la *Shoreland Protection Act* aux nouveaux développements, ne sont pas appliquées rigoureusement, et que sans cette application, les lois et les règlements ne sont pas efficaces. Le VDEC ne dispose que de trois analystes régionaux pour les lacs et les rives et de sept agents régionaux d'application de la loi pour l'État. Du personnel supplémentaire permettrait d'assurer non seulement une meilleure application de la loi, mais aussi une sensibilisation proactive pour régler les communautés afin d'accroître la conformité à la nouvelle réglementation. Les réponses des employés de l'État au sondage auprès des parties prenantes ont indiqué que les principaux obstacles à la mise en œuvre de projets au niveau de l'État sont les ressources financières et les ressources humaines limitées. Cela donne à penser qu'un financement supplémentaire alloué par la législature aux organismes d'État ou une redistribution interne du financement pour obtenir du personnel supplémentaire serait nécessaire pour améliorer l'application de la loi et les opérations de délivrance de permis. Le personnel limité pourrait poser un défi continu, de sorte qu'un ciblage plus efficace des efforts d'application de la loi dans les régions où la charge de phosphore est la plus élevée pourrait accroître l'incidence de ces efforts en vue de réduire la charge de phosphore dans le lac Memphrémagog.

4.2.2.3. *Volonté politique – au niveau local, de l’État et fédéral*

Le manque de volonté politique a été cité comme un obstacle à la mise en œuvre des projets. Les parties prenantes américaines ont évoqué le manque de volonté politique d’engager des fonds à tous les niveaux de gouvernement, mais aussi le manque de volonté politique de mettre en œuvre des projets à l’échelon local. La volonté politique est nécessaire pour adopter des initiatives législatives et, au niveau local, elle est nécessaire pour la mise en œuvre de projets, l’offre de soutien en nature pour les subventions et les projets et pour l’adoption de règlements locaux visant à protéger les ressources environnementales, comme les règlements de protection des corridors fluviaux. Il n’y a pas de voie unique claire pour accroître la volonté politique et la mobilisation politique qui requière une combinaison de sensibilisation et d’éducation du public et des responsables locaux, ce qui exige temps et ressources. Toutefois, les intervenants ont indiqué qu’il serait nécessaire de sensibiliser davantage le public, les autorités locales et les représentants du gouvernement de l’État pour promouvoir la réussite des projets et l’importance d’investir dans des projets d’amélioration de la qualité de l’eau dans le bassin versant du lac Memphrémagog.

4.2.2.4. *Terres agricoles (correspond aux suggestions présentées à la section 5.2.1)*

La mise en œuvre de pratiques sur les terres agricoles représente l’un des plus grands besoins et défis dans la portion vermontoise du bassin versant du lac Memphrémagog. Les estimations de la TMDL indiquent que la charge de phosphore provenant des terres agricoles devrait être réduite de 46 % pour atteindre nos objectifs de qualité de l’eau. Tel qu’il est indiqué à la section 3.2.2.5a, un certain nombre de programmes mis sur pied par l’entremise du service de conservation des ressources naturelles (NRCS, *National Resources Conservation Service*) du département de l’agriculture des États-Unis (USDA, *United States Department of Agriculture*) et de l’agence de l’agriculture, de l’alimentation et des marchés du Vermont (VAAF, *Vermont Agency of Agriculture, Food and Markets*) ont établi des lignes directrices pour les PGO agricoles et fournissent du financement aux fournisseurs de services techniques et de mise en œuvre, ainsi qu’aux fonctionnaires qui fournissent une aide directe. Bon nombre de ces programmes sont rendus obligatoires et financés en vertu du *Farm Bill* des États-Unis, de l’*Act 64* du Vermont et des budgets de l’État et du gouvernement fédéral qui soutiennent le recrutement de personnel des agences. Toutefois, bien que ces programmes soient en place, les intervenants du sondage ont indiqué qu’il y avait d’importantes lacunes dans leur étendue et que les ressources n’étaient pas suffisantes pour répondre aux besoins des programmes.

Afin que les PGO à la ferme soient efficaces pour réduire la charge en éléments nutritifs à long terme, il faut que ces pratiques soient adoptées à grande échelle et que les opérations et le maintien des pratiques en place se poursuivent. L'adoption généralisée des pratiques est un obstacle de taille en raison: 1) du nombre d'exploitations individuelles et du nombre de pratiques nécessaires par exploitation; 2) des ressources financières limitées des producteurs agricoles pour fournir des fonds de contrepartie pour les PGO et des contraintes financières liées à la mise hors production de terres pour la conservation ou pour les PGO; 3) du temps limité dont disposent les producteurs agricoles pour s'adapter aux exigences, aux demandes et aux rapports complexes des programmes; 4) de la capacité limitée des fournisseurs de services techniques d'offrir une aide directe ou financière à la planification, aux demandes et à la mise en œuvre des PGO.

Pour atteindre les objectifs de mise en œuvre, les intervenants dans le cadre du sondage et des conversations avec le Groupe de travail agricole de Memphrémagog ont relevé des catégories de défis et de lacunes dans le cadre réglementaire actuel qui constituent des obstacles à la mise en œuvre. Bon nombre de ces lacunes pourraient être comblées par des règlements qui assureraient un financement à long terme, une meilleure connaissance des règlements et l'élargissement de ce qui est admissible au financement pour l'amélioration de la qualité de l'eau.

1) L'incertitude quant au financement à long terme des projets de mise en œuvre et de planification. Par exemple, le programme de partenariat régional de conservation (PPRC) de Memphrémagog (section 5.2.1.5a) a été un effort de collaboration fructueux pour fournir un soutien technique et un financement de mise en œuvre, mais il s'agit d'un projet quinquennal distinct d'envergure limitée. On ne sait pas avec certitude si les gains réalisés grâce à ce programme seront maintenus, élargis ou s'ils se poursuivront après la fin du financement initial du programme. De plus, le *Farm Bill* américain est réautorise environ tous les cinq ans; à chaque nouvelle autorisation s'ajoute l'incertitude quant aux programmes qui seront financés et au montant du financement qui sera accordé (voir la section 5.2.1.3).

2) L'insuffisance du soutien des programmes pour le suivi, les opérations et le maintien. Les fournisseurs de services techniques et les producteurs reçoivent peu ou ne reçoivent pas de financement pour cette étape. Le suivi, les opérations et le maintien sont essentiels pour voir à ce

que les pratiques en place puissent continuer de réduire la charge en éléments nutritifs à long terme (voir la section 5.2.1.3).

3) Les lacunes dans la collaboration entre les fournisseurs de services. À l'échelle locale, le Groupe de travail sur l'agriculture de Memphrémagog se réunit pour discuter des efforts dans le bassin versant, mais il est financé par l'entremise du PPRC de Memphrémagog, ce qui rend sa durabilité incertaine. Cependant, compte tenu des différents niveaux de fournisseurs de services et de programmes de sources fédérales, de l'état, locales et sans but lucratif, les membres du Groupe de travail sur l'agriculture de Memphrémagog ont exprimé leur frustration quant aux problèmes de coordination et de collaboration auxquels ils devaient faire face dans leurs projets pour fournir aux producteurs agricoles la meilleure information et la meilleure assistance possible (voir la section 5.2.1.1).

4) Les lacunes dans la diffusion de l'information aux producteurs agricoles et aux représentants de produits agricoles du secteur privé. Les producteurs agricoles reçoivent souvent des conseils sur la gestion agricole de la part de représentants des ventes d'équipement et d'aliments pour animaux. Les intervenants ont indiqué que de nombreux représentants commerciaux ne sont pas au courant des pratiques agricoles obligatoires (PAO) et des exigences réglementaires, ce qui rend les conseils donnés par les fournisseurs de services techniques et les représentants commerciaux contradictoires et l'adoption des pratiques plus difficile pour les producteurs agricoles (voir la section 5.2.1.4).

5) Les lacunes dans la compréhension de l'impact des PGO sur les producteurs du bassin versant du lac Memphrémagog, de leurs facteurs limitants et de leur efficacité. Étant donné que le bassin versant présente une composition unique de producteurs, les intervenants ont suggéré qu'une meilleure compréhension des obstacles à la mise en œuvre des PGO propres au bassin versant aiderait les fournisseurs de services à comprendre comment surmonter ces obstacles. De plus, d'autres travaux peuvent être effectués pour comprendre l'impact généralisé de certaines pratiques de l'*Environmental Quality Incentives Program* (programme d'incitatifs pour la qualité environnementale – EQIP) et du NRCS propres au bassin versant (voir la section 5.2.1.2).

4.2.2.5. *Terres aménagées (correspond aux suggestions présentées à la section 5.2.2)*

Selon les estimations de la TMDL, la charge de phosphore provenant des terres aménagées doit être réduite de 18 % pour atteindre les objectifs du Vermont en matière de qualité de l'eau. Les deux principaux facteurs qui contribuent à la production de phosphore dans cette catégorie sont les routes de terre et les parcelles aménagées (maisons, commerces, etc.). Au Vermont, la majorité des routes non pavées appartiennent aux municipalités. En vertu de l'Act 64, le VDEC doit élaborer le permis général pour les routes municipales (PGRM) et établir des normes pour réduire l'érosion de tous les tronçons routiers reliés à des cours d'eau. Tel qu'il est décrit à la section 3.2.2 du chapitre 3, les municipalités sont tenues de dresser l'inventaire de tous les tronçons routiers reliés à des cours d'eau (pavés et non pavés), puis de corriger toute érosion d'ici 2037. En vertu de l'Act 64, l'Agency of Transportation du Vermont (VTrans) est également tenue de réduire l'érosion des routes et des infrastructures appartenant à l'État.

Bien que les normes et les programmes routiers soient en place, les intervenants ont indiqué que les inventaires de l'érosion routière et les améliorations subséquentes posent un défi pour les petites municipalités du Vermont. De façon générale, les petites villes du Vermont ne disposent pas de personnel administratif à temps plein, mais plutôt d'un commis de ville à temps partiel. De plus, l'administration municipale se compose de conseils élus à temps partiel ou d'autres organes directeurs. Le personnel et les fonctionnaires municipaux peuvent avoir ou non une expertise dans le domaine des routes, et les budgets d'entretien des routes de la ville sont limités. Bien que des fonds publics soient disponibles pour les inventaires de l'érosion routière et actuellement pour les projets d'amélioration des routes, pour avoir accès au financement, les villes doivent soumettre des demandes de subvention et ensuite embaucher pour l'inventaire initial. Il n'y a pas non plus de garantie quant au montant des fonds disponibles pour l'amélioration des routes, d'autant plus que le nombre de demandes d'accès au financement augmente à l'approche des échéances réglementaires (voir la section 5.2.2.). De plus, la mise en œuvre de projets routiers et d'améliorations de routes peut nécessiter de l'équipement coûteux que la ville ne veut pas acheter, car le niveau d'utilisation de l'équipement ne justifie pas le coût d'achat, par exemple pour un semoir hydraulique (voir la section 5.2.2.2). Dans le bassin versant du lac Memphrémagog, en plus de l'aide des organismes d'État, il y a aussi des organismes sans but lucratif, la Northeastern Vermont Development Association (NVDA), et le groupe de collaboration, le Groupe sur les rivières et les routes du nord-est du Vermont, qui travaillent avec les municipalités pour les aider

dans ce processus, conformément à la réglementation de l'État. Cette capacité est toutefois limitée (voir les sections 5.2.2.1 et 5.2.2.4).

Tout aménagement à moins de 250 pieds du rivage est réglementé en vertu de la *Shoreland Protection Act*, qui restreint les nouveaux aménagements et exige un permis pour protéger les rives du Vermont. De plus, le processus d'autorisation en vertu de l'*Act 250* du Vermont exige l'examen des impacts environnementaux des grands lotissements et des aménagements. En ce qui concerne les aménagements existants, l'*Act 64* a exigé que le VDEC adopte une règle pour les permis de 3 acres qui exige des projets d'amélioration de la gestion des eaux pluviales pour toutes les parcelles aménagées qui ont 3 acres ou plus de surface imperméable. Cette règle est encore en cours d'élaboration à la rédaction du présent rapport.

Les intervenants ont indiqué que le plus grand obstacle à la mise en œuvre de la *Shoreland Protection Act* est la diffusion de l'information et l'application de la loi. Le VDEC dispose de trois agents de permis pour tout l'État qui sont chargés d'aider les propriétaires fonciers tout au long du processus de délivrance des permis, de faire respecter les exigences relatives aux permis et d'identifier les contrevenants. Bien qu'il n'y ait pas de statistiques à ce sujet, les intervenants se sont dits frustrés du fait que des projets d'aménagement se déroulent à moins de 250 pieds du rivage et que des propriétaires fonciers contreviennent à la loi, soit en ignorant délibérément les règlements de l'État, soit parce qu'ils n'en sont pas conscients. En raison du manque de personnel au VDEC pour ce programme, il incombe alors aux voisins et aux citoyens de contacter le VDEC pour signaler les infractions potentielles. De plus, compte tenu de la complexité de la *Shoreland Protection Act*, une aide supplémentaire pour que les propriétaires fonciers puissent mieux comprendre les règlements permettrait de prévenir les infractions. L'État offre un certificat de contrôle de l'érosion des berges pour les professionnels, comme les entrepreneurs et les paysagistes, afin de les aider à mieux comprendre les règlements de l'État et à se conformer à la *Shoreland Protection Act* (voir les sections 5.2.2.2, 5.2.2.3 et 5.2.2.4).

En ce qui concerne les aménagements existants, le programme Lake Wise est un programme volontaire du VDEC visant à évaluer et à améliorer les terres riveraines. Ce programme n'est pas une mesure législative et aucun intervenant n'a suggéré qu'il soit rendu obligatoire ou défini par la loi. Toutefois, l'élargissement du programme par l'élargissement des efforts du VDEC ou la

collaboration avec les associations et les groupes locaux pour accroître l'adhésion des propriétaires fonciers et l'adoption des PGO a été proposé par de nombreux intervenants dans le sondage (voir les sections 5.2.2.2 et 5.2.2.3).

4.2.2.6. Terres naturelles (correspond aux suggestions présentées aux sections 5.2.4 et 5.2.5)

Les estimations de la TMDL indiquent qu'une réduction de la charge provenant des terres naturelles comprend 2,3 % de la catégorie « autre », qui comprend les milieux humides, l'eau et les forêts, et 23 % de la charge provenant des cours d'eau. En vertu de l'Act 64, les pratiques de gestion acceptables (AMP) pour l'industrie forestière ont été mises à jour et sont actuellement mises en œuvre dans les opérations forestières avec l'aide de Vermont Forests, Parks and Recreation (VFPR), de Vermont Land Trust (VLT), de Northwoods Stewardship Center et des forestiers de comté (voir la section 3.2.2.5c).

Afin de protéger les rives et les corridors fluviaux, les municipalités peuvent adopter des règlements de zonage ou des règlements sur les corridors fluviaux. Certaines collectivités ont exploré ces options réglementaires qui limiteraient le développement autour des rivières du bassin versant afin de réduire l'érosion. Cependant, il y a des municipalités dans le bassin versant qui n'ont actuellement aucun règlement sur le zonage, ce qui rend difficile l'adhésion des citoyens et des municipalités à l'adoption de règlements sur le zonage pour protéger l'environnement. Il y a également un manque général de volonté politique à l'égard des règlements sur les corridors fluviaux. La NVDA fournit une aide directe aux municipalités pour l'adoption de règlements; toutefois, il s'agit d'une tâche qui prend beaucoup de temps et la NVDA a une capacité limitée, car elle fournit des services à un large éventail géographique au-delà du bassin versant du lac Memphrémagog (voir la section 5.2.3.3).

Il n'y a actuellement aucune exigence réglementaire au Vermont pour la restauration des bandes riveraines ou des berges de cours d'eau. Si les rives sont situées sur des terres agricoles, le propriétaire foncier pourrait avoir accès au financement des PGO agricoles, par exemple dans le cadre de l'*Environmental Quality Incentives Program* (programme d'incitatifs pour la qualité environnementale – EQIP), pour protéger ces rives. Les propriétaires fonciers peuvent également collaborer avec VLT ou d'autres entités qualifiées comme Canards Illimités pour protéger les rives

des cours d'eau ou d'autres milieux naturels au moyen de servitudes de conservation (voir les sections 5.2.3.1 et 5.2.3.1).

Il est nécessaire de maintenir l'accès au financement et au soutien des organismes étatiques et fédéraux pour la restauration des berges et de l'habitat afin de poursuivre et d'élargir les programmes comme ceux décrits à la section 3.1.2.5c et actuellement offerts par Vermont Fish & Wildlife (VFWD). Au cours de l'exercice 2019, la Commission des pêches des Grands Lacs (CPGL) a également consacré des fonds fédéraux au bassin versant du lac Memphrémagog pour la restauration de l'habitat riverain; toutefois, on ignore si ce financement sera maintenu (voir la section 5.2.5.2).

Les points d'accès aux cours d'eau et aux lacs sont gérés par VFWD ou par VFPR. Les modifications à ces points d'accès sur les rives seraient réglementées en vertu de la *Shoreland Protection Act*. Toutefois, il n'existe aucune exigence réglementaire concernant l'évaluation de ces points d'accès pour s'assurer qu'il n'y a pas d'érosion (voir la section 5.2.5.1.).

4.3. Analyse de la science et des politiques au Québec et au Vermont

Depuis 2004, les réunions du Comité directeur Québec-Vermont et du sous-comité technique ont offert un espace fructueux et précieux pour la collaboration internationale. Par exemple, les réunions ont servi de voie pour élaborer les modèles d'estimation des charges de phosphore qui ont été utilisés pour la TMDL du lac Memphrémagog. La participation au Comité directeur a favorisé l'établissement de relations et a permis aux gens de rencontrer leurs homologues professionnels binationaux. De ces relations sont nés des projets et des travaux transfrontaliers sur le terrain et de collaboration, comme le projet d'étude de la pêche, lancé en 2018.

Compte tenu du rôle de chef de file établi et de l'espace de collaboration qu'offre déjà le Comité directeur Québec-Vermont, bon nombre des membres du Groupe consultatif de l'étude sur le lac Memphrémagog (GCEM) et des intervenants ont préconisé le renforcement et l'utilisation du Comité directeur Québec-Vermont comme plateforme pour atteindre des objectifs binationaux de qualité de l'eau (recommandation 6.3). L'analyse des politiques et de la science dans le présent chapitre concernant le Comité directeur Québec-Vermont est présentée dans le contexte des réussites et des forces passées du Comité, ainsi que des possibilités d'améliorer le travail et la

collaboration binationale sous la direction de l'équipe dirigeante actuelle du Comité directeur et des gouvernements provincial et de l'État.

4.3.1. Québec et Vermont : Analyse de la science

Il y a des similitudes et des différences entre la surveillance de la qualité de l'eau effectuée par le Vermont et le Québec dans le bassin versant du lac Memphrémagog. Tous deux se concentrent sur l'évaluation de l'état trophique basée sur la mesure de la concentration de phosphore total (PT), la concentration de chlorophylle-*a* (chl-*a*) et la transparence mesurée avec le disque de Secchi. Les échantillons d'eau ne sont pas prélevés au même moment et il y a des différences

Les différences entre l'échantillonnage effectué par le Vermont et celui effectué par le Québec rendent difficile la comparaison de la qualité de l'eau. Une stratégie d'échantillonnage permettant de comparer les résultats faciliterait une lecture globale de la qualité de l'eau.

entre les échantillons appariés causées par des facteurs inconnus qui rendent difficile la comparaison des résultats de qualité de l'eau provenant du Québec et du Vermont. Le Québec et le Vermont poursuivent l'évaluation de ces facteurs. Il y a aussi des différences entre certains paramètres échantillonnés : au Québec, les profils d'oxygène et de température sont mesurés dans le lac depuis 2012 et des échantillons de coliformes fécaux sont prélevés dans les tributaires, lorsque l'azote est analysé pour les tributaires et le lac au Vermont. Enfin, il existe peu de données sur l'azote pour la portion québécoise du lac et ses tributaires (voir les sections 2.3.2, 3.2.1.2). Une analyse globale des ensembles de données est nécessaire afin de proposer une stratégie d'échantillonnage permettant de comparer les résultats (voir la section 6.1).

De plus, il est estimé que les changements climatiques, qui modifient déjà les régimes de précipitations et augmentent les températures moyennes au Vermont et au Québec, se poursuivent. L'augmentation de l'intensité des tempêtes de pluie peut entraîner des inondations, l'instabilité des berges, le ruissellement et une augmentation de la pollution et de la charge en éléments nutritifs. Des températures annuelles moyennes plus chaudes peuvent également influencer sur l'intensité et la durée des efflorescences algales et prolonger la stratification thermique, ce qui pourrait entraîner une augmentation des rejets de phosphore des sédiments. Cependant, il existe

peu d'information sur l'impact potentiel des changements climatiques sur la charge en éléments nutritifs et les proliférations d'algues dans le lac Memphrémagog et il faut davantage d'information pour tenir compte des changements climatiques dans l'élaboration des plans de gestion et des recommandations visant à réduire la charge en éléments nutritifs dans le bassin versant du lac Memphrémagog (voir la section 2.1.5; 6.1).

Les impacts des changements climatiques sont déjà perceptibles, mais il existe peu d'informations sur leurs impacts potentiels futurs. Des études doivent être entreprises pour tenir compte des changements climatiques lors de l'élaboration des plans de gestion et des recommandations visant à réduire la charge en éléments nutritifs.

Le modèle de lac segmenté mis au point pour la TMDL du lac Memphrémagog n'indiquait aucune charge interne importante de phosphore provenant de l'un ou l'autre des segments du lac. D'autre part, si une charge interne n'est pas susceptible d'être observée au Vermont en raison des eaux peu profondes et mieux mélangées, une charge interne est plus susceptible d'être un enjeu dans la portion québécoise du bassin versant. Il est nécessaire de mieux caractériser le potentiel de charge interne de phosphore, particulièrement en tenant compte des changements dans la durée de la stratification, qui peuvent survenir avec les changements climatiques.

De plus, il est important que les gouvernements et les organismes se tiennent au courant des nouvelles technologies, méthodes et PGO pour réduire la charge en éléments nutritifs. Cette recherche peut mener à des économies de coûts pour la mise en œuvre de projets, à une efficacité accrue des projets et à une réduction accrue des éléments nutritifs. Le partage des connaissances entre les groupes du bassin du lac Champlain, comme le Programme du bassin versant du lac Champlain de l'Université du Vermont (*University of Vermont Lake Champlain Basin Program*) et l'Organisme de bassin versant (OBV) de la baie Missisquoi, et le Comité directeur pourraient aider les organisations locales à se tenir au courant de ces nouvelles informations (voir la section 6.1).

Se tenir au courant des technologies, des méthodes et des PGO émergentes pour réduire la charge en éléments nutritifs permettrait d'accroître l'efficacité du projet et de réaliser des économies de coûts.

Enfin, il est difficile d'accéder à l'ensemble des données scientifiques et des recherches effectuées par les intervenants des deux pays parce que l'information est distribuée dans des lieux différents. Le Comité directeur pourrait faciliter l'échange des données scientifiques, y compris celles sur l'échantillonnage de la qualité de l'eau, sur les fleurs d'eau de cyanobactéries, sur l'utilisation du sol et sur les changements climatiques, entre autres, en établissant un portail commun (voir les sections 6.1 et 6.3).

Un portail commun permettrait d'accroître l'échange de données scientifiques et l'efficacité des projets.

4.3.2. Québec et Vermont : Analyse des politiques

Les intervenants ont souligné qu'un soutien supplémentaire serait nécessaire pour coordonner les réunions, les présentations et les initiatives du Comité directeur, héberger et financer une présence du Comité directeur sur le Web et donner une image publique au Comité directeur dans la communauté locale et aux niveaux provincial, étatique et fédéral.

À la suite du dernier rapport préparé par le Groupe de travail sur la surveillance et l'évaluation du Comité directeur Québec-Vermont, en 2008, les recommandations n'ont pas toutes été mises en œuvre. Par exemple, dans le rapport, on recommandait la mise en place d'un plan d'action élaboré à partir des recommandations de 1993 et l'embauche, au Québec, d'une personne à temps plein pour assurer la coordination avec le planificateur existant du bassin du Memphrémagog au Vermont, et ce, afin de garantir que les recommandations sont mises en œuvre et d'offrir un soutien administratif au Comité directeur Québec-Vermont (Comité Québec-Vermont, 2008).

Étant donné qu'il y a une possibilité de renforcer les liens sur le plan scientifique et politique entre le Québec et le Vermont, ainsi qu'un comité existant pour appuyer ce processus, les intervenants recommandent en priorité de fournir des ressources financières et humaines supplémentaires au Comité directeur Québec-Vermont. Le comité directeur Québec-Vermont est actuellement limité dans sa capacité, en partie parce que le groupe n'est pas financé. La préparation des présences et des présentations de la plupart des participants est soutenue par des budgets internes. L'État du Vermont et le gouvernement du Québec soutiennent financièrement les réunions du Comité directeur en louant des salles et en offrant les repas pour chaque réunion, ainsi qu'en supportant le personnel qui organise des réunions bisannuelles.

Le Comité directeur Québec-Vermont a offert un espace précieux et fructueux pour la collaboration internationale. Le besoin d'un soutien supplémentaire pour coordonner les réunions, les présentations et les initiatives du Comité directeur et lui donner une image publique dans la collectivité locale et aux niveaux provincial, étatique et fédéral a été désigné comme une recommandation prioritaire.

Il faut consulter les organisateurs du comité directeur et les représentants du gouvernement pour déterminer le niveau de soutien financier requis, décider de l'utilisation de ces fonds et veiller à ce que l'autonomie et l'indépendance du Comité directeur soient maintenues (voir la section 6.3).

Chapitre 5

Suggestions des parties prenantes

de pratiques de gestion optimales et d'initiatives

Le chapitre 5 présente une liste de suggestions précises de pratiques de gestion optimales (PGO) et d'initiatives visant à réduire la charge d'éléments nutritifs dans le lac Memphrémagog séparée par pays et par type d'utilisation du sol. Les suggestions présentées dans ce chapitre ont été recueillies au moyen du questionnaire du sondage des intervenants et lors de conversations individuelles avec les parties prenantes. Le questionnaire du sondage sur le réseautage a été envoyé à 161 parties prenantes, à 105 Canadiens et à 56 Américains en novembre et décembre 2018. Au total, 26 Canadiens et 33 Américains ont répondu au sondage. Une analyse complète des résultats du sondage est incluse dans un Rapport de réseautage distinct.

Il convient de noter que bon nombre des suggestions d'initiatives et de PGO présentées dans ce chapitre n'ont pas encore été vérifiées sur le plan de la rentabilité, de la viabilité ou des besoins généraux. Cependant, puisque le sondage avec les intervenants permet de recueillir l'expérience des experts qui travaillent dans le bassin versant du lac Memphrémagog, leurs suggestions sont des opinions éclairées qui pourraient servir de fondement à d'autres recherches, actions et innovations. Bien qu'elles n'aient pas encore été vérifiées, les suggestions de PGO et d'initiatives sont consignées dans le présent rapport afin de servir d'inspiration pour les recherches futures et pour les projets sur le terrain. De plus, l'analyse de ces suggestions a permis de cerner les points communs entre le Canada et les États-Unis dans les domaines où les besoins sont criants afin d'aider à élaborer les recommandations binationales plus générales à l'intention des gouvernements, présentées au chapitre 6.

Après la compilation des résultats du sondage avec les intervenants, des entrevues de suivi individuelles et des conversations par courriel avec des parties prenantes individuelles ont été menées pour clarifier, peaufiner et améliorer ces suggestions. La MWA et le NRCD du comté d'Orleans ont également organisé des réunions de groupes de discussion avec le Groupe de travail agricole de Memphrémagog et la Memphremagog Stormwater Collaborative.

Les suggestions par secteur sont regroupées en quatre catégories, bien que les quatre ne soient pas toutes applicables à chaque type d'utilisation du sol. Il s'agit notamment : 1) d'appuyer le renforcement des capacités des groupes actifs; 2) de s'attaquer aux obstacles aux PGO; 3) d'accroître le soutien financier; 4) d'élargir les connaissances. Les types d'utilisation du sol sont présentés par ordre alphabétique, et non par ordre d'importance.

5.1. Initiatives canadiennes

5.1.1. Secteur agricole

5.1.1.1. *Élargir les connaissances*

- Évaluer les pratiques d'épandage du fumier, y compris sur les cultures pérennes.
- Évaluer l'érosion dans les champs en donnant priorité aux champs ayant des coefficients d'exportation de phosphore plus élevés, comme les cultures annuelles et les cultures pérennes en forte pente.
- Faire un suivi suite à la caractérisation des bandes riveraines agricoles pour évaluer la mise en œuvre des PGO le long des cours d'eau agricoles.

5.1.1.2. *Résoudre les obstacles aux projets sur le terrain et à la mise en œuvre des PGO*

- Assurer la mise en œuvre du *Règlement sur les exploitations agricoles (REA)* concernant les rives, l'accès du bétail aux cours d'eau et l'épandage du fumier, ainsi que la pulvérisation automnale et les distances de séparation des ruisseaux.
- Fournir un appui et des mesures incitatives aux exploitations agricoles qui ont des problématiques en matière d'épandage de fumier pour améliorer leurs pratiques (incorporation au sol, limitation de l'épandage à l'automne).
- Fournir de l'information sur les techniques de réduction de l'érosion et aider à la mise en œuvre des pratiques de conservation des sols aux producteurs agricoles ayant des problèmes d'érosion.
- Prévoir des mesures incitatives pour éviter la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles, en particulier dans les zones à risque comme les fortes pentes.

5.1.1.3. *Soutien financier*

- Fournir une source de compensation financière aux propriétaires fonciers pour la perte de superficie de production agricole pour l'implantation de larges bandes riveraines. Financer les programmes de restauration des zones riveraines.
- Fournir un financement suffisant pour offrir des incitatifs aux producteurs agricoles afin d'éviter la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles et de mettre en place des PGO.

5.1.2. Terrains aménagés

5.1.2.1. *Élargir les connaissances*

- Mener un plan de gestion des eaux pluviales à l'échelle du bassin versant, dans la partie québécoise. Pour le développement de ce plan, il serait important que les parties prenantes de tous les secteurs, incluant les secteurs forestiers et municipaux, soient représentées.
- Appuyer la réalisation d'évaluations de l'érosion au sein des routes municipales et privées.
- Appuyer la réalisation d'évaluations de la conformité des installations septiques privées.

5.1.2.2. *Résoudre les obstacles aux projets sur le terrain et à la mise en œuvre des PGO*

- Fournir de l'assistance aux municipalités pour la mise à jour des règlements et la mise en œuvre de mesures non réglementaires.
- Utiliser le Schéma d'aménagement et de développement (SAD) de la Municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog comme outil pour étendre certains règlements municipaux à d'autres municipalités concernant la construction de pentes abruptes, la gestion des eaux pluviales et le contrôle de l'érosion.
- Augmenter l'embauche de personnel municipal et provincial et fournir une aide continue pour s'assurer que la construction de nouvelles routes et l'entretien des routes non pavées, des fossés et des ponceaux limitent l'érosion le long du réseau routier.
- Accroître la sensibilisation et le soutien des propriétaires fonciers à la lutte contre l'érosion des sols et à la gestion des eaux pluviales sur les terres privées.
- Élargir les programmes de financement municipaux pour aider les propriétaires à améliorer leur installation septique non conforme.

5.1.2.3. *Soutien financier*

- Fournir des fonds aux municipalités pour qu'elles évaluent les installations septiques individuelles.
- Fournir un financement suffisant pour évaluer les problèmes le long des réseaux routiers municipaux et provincial, par exemple le long des routes non pavées, des fossés et des ponceaux.
- Fournir un financement suffisant pour mettre en œuvre des mesures d'atténuation des problèmes d'érosion le long des réseaux routiers municipaux et provincial.
- Fournir des fonds aux municipalités pour inspecter les constructions résidentielles, y compris la construction et l'entretien de routes privées.
- Fournir de l'information aux municipalités afin de promouvoir les sources de financement pour les projets d'amélioration des routes et de la qualité de l'eau.

5.1.3. Terres naturelles

5.1.3.1. *Élargir les connaissances*

- Élaborer un plan de conservation des milieux naturels à l'échelle du bassin versant. *Le Plan régional des milieux humides et hydriques* est déjà prévu pour 2022 par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et la MRC pour la partie québécoise du bassin versant.

5.1.3.2. *PGO nécessaires*

- Utiliser le SAD de la MRC comme outil pour protéger les milieux naturels d'intérêt écologique au moyen d'affectations de zonage, soit les milieux humides, les forêts et les rives. La révision du SAD de la MRC a commencé en 2019.
- Établir un objectif en pourcentage d'aires protégées à l'échelle du bassin versant pour appuyer la mise en œuvre d'un plan d'action.
- Aider les municipalités à intégrer la conservation des milieux naturels dans leurs règlements municipaux, leurs règlements de zonage et leur plan d'urbanisme.
- Aider les organisations locales à sensibiliser davantage les propriétaires, les promoteurs, les forestiers et les conseillers forestiers à la conservation des milieux naturels d'intérêt écologique et aux PGO.

5.1.3.3. *Soutien financier*

- Fournir un soutien financier pour l'achat de servitudes de conservation ou de terres afin de protéger des milieux naturels à perpétuité dans le bassin versant du lac Memphrémagog.
- Offrir des mesures incitatives solides aux propriétaires fonciers qui créent des réserves naturelles privées.
- Fournir des lignes directrices nationales et un soutien financier aux municipalités qui subissent des pertes fiscales en raison du système actuel de réserves naturelles privées.
- Fournir un soutien financier aux propriétaires de milieux naturels et aux organisations locales pour mettre en œuvre des accords de conservation volontaire, par exemple pour effectuer des évaluations écologiques de propriétés.
- Offrir des mesures incitatives solides aux forestiers pour mettre en œuvre et améliorer les ponts et les ponceaux, pour appliquer la certification du Forest Stewardship Council (FSC) et pour mettre en œuvre des plans d'aménagement forestier (PAF) intégrant les PGO.

5.1.4. Sources ponctuelles

5.1.4.1. *S'attaquer aux obstacles à la mise en œuvre des projets sur le terrain et des PGO*

- Continuer d'évaluer les effluents des industries pour s'assurer qu'ils sont conformes aux exigences en matière d'éléments nutritifs.

- Continuer à supporter les gestionnaires des stations d'épuration des eaux à atteindre les critères de qualité de l'eau.

5.1.5. Secteur du tourisme récréatif

5.1.5.1. S'attaquer aux obstacles aux projets sur le terrain et à la mise en œuvre des PGO

- Envisager la possibilité d'ajouter un service de vidange des eaux noires des bateaux dans la partie sud du lac au Québec.
- Réglementer la navigation de plaisance, en tant que sport générant des vagues surdimensionnées, dans les zones sensibles du lac Memphrémagog.
- Sensibiliser la population à l'importance de protéger la qualité de l'eau du lac en supportant les plages publiques et l'accès public au lac pour tous les citoyens ainsi que l'écotourisme.

5.1.5.2. Élargir les connaissances

- Évaluer les impacts des six terrains de golf et des deux stations de ski sur la charge en éléments nutritifs du lac Memphrémagog et de ses tributaires.
- Appuyer la réalisation d'un diagnostic d'érosion le long des chemins des véhicules tout-terrain.

5.1.6. Surveillance de la qualité de l'eau

5.1.6.1. Élargir les connaissances

- Analyser les ensembles de données sur la qualité de l'eau pour en déterminer les limites et proposer une stratégie d'échantillonnage.
- Améliorer le programme d'échantillonnage de la portion québécoise du bassin versant afin de cerner les points chauds de la qualité de l'eau, d'évaluer l'efficacité des PGO et de mesurer l'évolution de la qualité de l'eau dans le bassin versant. Une augmentation des efforts de surveillance du phosphore et du débit d'eau des principaux tributaires du bassin versant pourrait s'avérer nécessaire. Le plan d'échantillonnage devrait cadrer avec celui du Vermont.
- Améliorer le programme de surveillance des proliférations de cyanobactéries pour être en mesure de suivre l'évolution de cette question dans le lac Memphrémagog.

5.1.6.2. S'attaquer aux obstacles aux projets sur le terrain et à la mise en œuvre des PGO

- Établir des objectifs de concentration en éléments nutritifs pour la partie québécoise du lac afin d'appuyer la mise en œuvre d'un plan d'action.

5.1.6.3. Soutien financier

- Fournir un financement suffisant et à long terme pour la mise en œuvre d'un plan de surveillance de la portion québécoise du bassin versant afin de pouvoir cerner les points

chauds de la qualité de l'eau, évaluer l'efficacité des PGO et mesurer l'évolution de la qualité de l'eau dans le bassin versant.

5.1.7 Suggestions générales

- Fournir des ressources pour élaborer un plan d'action, coordonner la mise en œuvre des plans d'action existants et mettre en œuvre les PGO dans les différents secteurs.
- Évaluer l'impact des changements climatiques sur le lac Memphrémagog.

5.2 Initiatives des États-Unis

5.2.1. Secteur agricole

Le plus grand nombre de suggestions de PGO et d'initiatives proposées dans le sondage des intervenants concernaient le secteur agricole. Cela n'est pas surprenant étant donné les obstacles et les barrières décrits au chapitre 4. Par ailleurs, l'aide et l'expansion des programmes pour les producteurs agricoles et les fournisseurs de services agricoles présentent l'une des plus grandes possibilités de réduction de la charge de phosphore dans le bassin versant. Les suggestions de cette section ont également été abordées avec le Groupe de travail agricole de Memphrémagog et les parties prenantes individuelles dans le cadre du suivi du sondage initial.

5.2.1.1. *Appuyer le renforcement des capacités des organismes de conservation actifs dans le bassin versant.*

- Assurer un soutien financier pour la coordination du Groupe de travail agricole de Memphrémagog.
- Fournir un financement pour une assistance technique continue aux districts de conservation pour la planification de la gestion des éléments nutritifs (PGEN) et les services de mise en œuvre des PGO aux producteurs agricoles.
- Continuer d'appuyer le *Memphremagog Regional Conservation Partnership Program* (Programme régional de partenariat pour la conservation de Memphrémagog) du USDA/NRCS avec des collaborations significatives par des stratégies ciblées et innovantes.
- Favoriser une meilleure communication entre les organismes et les organisations afin de coordonner les projets et le financement, ainsi que de rationaliser la mise en œuvre.

5.2.1.2. *S'attaquer aux obstacles aux programmes liés aux PGO*

- Opération et maintien (*Operation and Maintenance – O&M*) — L'État et les partenaires devraient créer un protocole de suivi à long terme de l'opération et du maintien des PGO, financé par l'État. Le suivi et le O&M sont aussi une occasion d'apprentissage pour comprendre comment les pratiques fonctionnent à long terme. Cette suggestion pourrait également inclure l'application et l'inspection supplémentaires des pratiques en place, mais des ressources supplémentaires pour la VAAFMM seraient nécessaires.

- Les fonds d'aide financière directe aux producteurs agricoles pour les PGO à la ferme du RCPP de Memphrémagog ont connu un succès incroyable en ce qui a trait à la mise en œuvre des PGO. Au moment de la rédaction du présent rapport, le fonds d'aide financière du RCPP de Memphrémagog a été dépensé. De nouvelles sources de financement doivent être mises à disposition pour fournir une aide financière directe aux districts de conservation afin de poursuivre la mise en œuvre des PGO agricoles pour des projets spécifiques de faible technologie et de verser une contribution équivalente aux PGO de l'État.
- Entreposage du fumier — Pour mieux élaborer un programme d'amélioration de l'entreposage du fumier et des PGO, il faut travailler sur le terrain pour déterminer les facteurs limitant les améliorations à la ferme. Ce travail exige une expertise en ingénierie et des fonds pour travailler avec les producteurs agricoles afin d'évaluer les pratiques à la ferme.
- Eaux pluviales agricoles — Des travaux supplémentaires sur le terrain et des évaluations sur place sont nécessaires pour déterminer comment prioriser les projets à la ferme afin de gérer la source de ruissellement des eaux pluviales, de réduire le ruissellement et de travailler intentionnellement sur les zones de filtration et d'autres PGO aux points de rejet.
- Fournir un soutien administratif aux producteurs agricoles pour la gestion des subventions et les certifications, ce qui pourrait inclure de l'aide pour le Plan de gestion des éléments nutritifs (PGEN), l'amélioration de la santé des troupeaux, la certification biologique et d'autres exigences administratives.
- Accroître la mise en œuvre du code 590 du Plan de gestion des éléments nutritifs (PGEN) du NRCS du Vermont en s'attaquant aux limites de l'ingénierie du NRCS ou en cherchant d'autres moyens d'offrir un soutien financier aux producteurs agricoles.
- Travailler avec le service de conservation des ressources naturelles (NRCS, *Natural Resource Conservation Service*) et les nutritionnistes des bovins locaux pour comprendre le besoin en fournisseurs de services techniques (FST) pour la pratique du NRCS *Feed Management Conservation Activity Plan* (CAP). Si un besoin est identifié, travailler pour former et certifier les FST du bassin versant pour la mise en œuvre de la gestion des aliments et des nutriments. Une récente [étude de l'UVM](#) met en évidence l'accumulation de phosphore et examine les importations d'aliments pour animaux.

5.2.1.3. *Accroître le soutien financier direct aux producteurs agricoles afin d'alléger le fardeau financier de la mise en œuvre des PGO*

- Accroissement des subventions incitatives pour l'équipement lié aux PGO (par exemple, l'injection de fumier ou l'agriculture de précision) pour les producteurs agricoles, les organismes sans but lucratif et le soutien technique. Inclure les subventions en capital et les subventions pour les prestataires de services techniques.
- Aider les producteurs agricoles et leurs partenaires à réaliser des projets de démonstration à la ferme, liés à la santé des sols et à l'amélioration des méthodes de travail du sol. Pour y parvenir, les producteurs agricoles auront besoin de fournisseurs de services pour effectuer le suivi et de ressources pour appuyer les projets de démonstration et la promotion connexe.

- Appuyer la mise en œuvre de paiements pour les services écosystémiques et touristiques par l'État aux producteurs agricoles.
- Assurer un soutien fédéral à long terme au *Conservation Reserve Enhancement Program* (Programme de mise en valeur des réserves de conservation) ou fournir une autre source de compensation financière aux propriétaires fonciers pour la perte de superficie de production agricole pour la plantation de bandes riveraines. Financer les programmes de restauration des bandes riveraines.
- Repositionner le financement du gouvernement fédéral, qui soutient actuellement les grandes fermes, vers les petites fermes. Ce financement serait utilisé pour la mise en œuvre de PGO et pour favoriser la participation à des programmes ou avec des organisations qui visent à attirer l'agrotourisme, revitaliser les milieux locaux et promouvoir des PGO.

5.2.1.4. *Élargir les connaissances*

- Appuyer la promotion de la conservation agricole et les activités éducatives, y compris l'expansion des efforts actuels, comme les expositions d'art, la signalisation routière, la rédaction d'exemples de réussites, les vidéos et les journées champêtres de conservation.
- Financer la surveillance continue de l'agriculture avant et après la mise en œuvre des PGO en ciblant des programmes d'échantillonnage de l'eau jumelés à des exemples de réussite en matière de création et de distribution.
- Intégrer officiellement les données locales sur la qualité de l'eau dans les plans de traitement des terres.
- Accroître les connaissances des distributeurs d'engrais sur les plans de gestion des éléments nutritifs et sur les pratiques agricoles requises (*required agricultural practices – PAR*).
- Créer un programme de formation sur le RAP pour la main-d'œuvre agricole et sur les ressources naturelles à l'intention des grandes et des moyennes exploitations agricoles.
- Accroître les relations de travail avec le département des sciences agricoles au *North Country Career Center* et continuer de créer des occasions de mobiliser les étudiants de *Future Farmers of America*.
- Aider les producteurs agricoles à comprendre et à mettre en œuvre des stratégies d'adaptation au climat.
- S'il y a lieu, offrir des occasions d'apprentissage partagé avec le Québec au moyen d'invitations à des ateliers, de collaborations et du Comité directeur Québec-Vermont.

5.2.2. Terres aménagées

Le sondage des intervenants a permis de proposer des PGO et des initiatives pour les terres aménagées. Les suggestions de cette section ont également fait l'objet de discussions avec la Coalition de concertation sur les eaux pluviales de Memphrémagog et des parties prenantes individuelles dans le cadre du suivi du sondage initial. Ces suggestions visent principalement à aider les municipalités à satisfaire aux exigences du permis général de voirie municipale, à élargir

le programme volontaire Lake Wise et à installer des améliorations écoénergétiques à petite et à grande échelle sur les parcelles aménagées.

5.2.2.1. *Appuyer le renforcement des capacités des organismes actifs et des organismes d'État dans le bassin versant*

- Fournir un soutien et une coordination continus au Groupe de travail sur les eaux pluviales de la rivière et des routes du nord-est du Vermont et au Groupe de collaboration sur les eaux pluviales de Memphrémagog en tant que groupes locaux offrant un soutien professionnel, une assistance technique et des plates-formes de rencontre pour le développement de projets de collaboration.
- Améliorer l'embauche de personnel aux ministères de l'État et fournir un mécanisme supplémentaire pour accroître la sensibilisation et le soutien des propriétaires fonciers à l'égard des permis de projets en vertu de la *Shoreland Protection Act* et de la *Loi 250*.
- Continuer à augmenter les liens entre les groupes locaux et régionaux et les procureurs à l'échelle de l'État afin d'obtenir des commentaires sur la législation de l'État qui touche le développement et les eaux pluviales, en utilisant la *Federation of Vermont Lakes and Ponds* (FOVLAP), *Watersheds United Vermont* (WUV), le *Clean Water Network* et le *Clean Water Caucus*.

5.2.2.2. *S'attaquer aux obstacles aux projets sur le terrain et à la mise en œuvre des PGO*

- Établir des programmes de partage d'équipement et déterminer les besoins et la faisabilité de l'achat et de la location subséquente d'équipement, comme des semoirs hydrauliques, que les municipalités ou les organismes locaux pourront utiliser pour des projets relatifs à la qualité de l'eau.
- Installer et utiliser des sites de démonstration pour promouvoir les PGO dans le cadre de projets d'amélioration de la gestion des eaux pluviales, en particulier dans les zones à besoins élevés.
- Accroître la délivrance de permis par l'État et l'application de la réglementation environnementale. Augmenter le suivi à long terme pour garantir la conformité des propriétaires fonciers et l'opération et le maintien à long terme. Inclure l'éducation et fournir un soutien technique aux propriétaires fonciers et aux municipalités pour garantir l'efficacité à long terme des pratiques en place.
- Accroître la mobilisation locale dans le cadre du programme *Lake Wise* afin d'obtenir des prix d'excellence *Lake Wise Gold* pour tous les lacs du bassin versant. Élaborer un système de plan directeur pour le programme *Lake Wise* afin de déterminer comment chaque lac peut obtenir son statut « Or ».
- Collaborer avec les associations de lacs pour former des bénévoles et des membres afin d'aider à repérer les propriétés et les zones qui pourraient profiter des pratiques de gestion des eaux pluviales, telles que les routes, les parcelles aménagées et les propriétés privées. Utiliser les bénévoles de l'association des lacs comme premiers points de contact pour la sensibilisation et les projets, comme premiers adoptants et comme messagers communautaires locaux et dignes de confiance.

- Fournir une aide à la rédaction de subventions aux municipalités afin d'accroître l'accès au financement de l'État pour la mise en œuvre de projets.
- Établir l'ordre de priorité des projets identifiés dans le plan directeur des eaux pluviales pour la conception et la mise en œuvre.

5.2.2.3. *Soutien financier accru*

- Accroître l'accès et le financement désigné pour la détermination de la portée du projet, la sensibilisation des propriétaires fonciers et les phases de conception à l'échelle de l'État.
- Accroître l'accès aux projets de financement sur les terres privées, y compris les projets relatifs à l'érosion des berges, les projets de routes privées et l'infrastructure des eaux pluviales vertes pour les maisons.
- Étudier la faisabilité de créer un « programme d'aide *Lake Wise* » semblable au « programme d'aide pour l'intempérisation » afin d'offrir une aide financière aux professionnels pour effectuer les évaluations dans le cadre du programme *Lake Wise*.

5.2.2.4. *Élargir les connaissances*

- Fournir de l'information aux municipalités, au besoin, afin de promouvoir les sources de financement pour les projets d'amélioration des routes et de la qualité de l'eau, et fournir de l'aide pour la planification urbaine et la mise à jour des règlements municipaux.
- Donner la priorité à la sensibilisation des propriétaires fonciers sur les PGO pour les maisons et les entreprises.
- Accroître la base de connaissances locales au moyen d'ateliers à l'intention des équipes de voirie, des propriétaires de maisons, des professionnels et d'autres parties prenantes qui mettent en œuvre des projets sur des terrains aménagés.
- Utiliser les données de surveillance de la qualité de l'eau et les études de cas sur les projets mis en œuvre pour promouvoir les réussites et l'incidence des PGO et des projets.

5.2.3. **Terres naturelles**

Les suggestions de PGO sur les terres naturelles ont été éclairées par le sondage des intervenants et ont également fait l'objet de discussions avec le Collectif des eaux pluviales de Memphrémagog (CAPM) et des parties prenantes individuelles dans le cadre du suivi du sondage initial. L'apport le plus important de phosphore provenant des milieux naturels provient de l'instabilité des cours d'eau. Les suggestions concernant les terres naturelles mettent l'accent sur la poursuite et l'expansion des programmes d'évaluation des berges des cours d'eau, la restauration des habitats riverains et des milieux humides et l'aide continue aux municipalités pour les règlements municipaux de protection des corridors fluviaux et les lois de zonage.

5.2.3.1. *S'attaquer aux obstacles aux projets sur le terrain et à la mise en œuvre des PGO*

- Terminer les évaluations géomorphologiques des cours d'eau des phases 1 et 2 de tous les principaux cours d'eau.

- Appuyer la restauration des bandes riveraines des cours d'eau, des milieux humides et des habitats riverains afin de réduire l'érosion des berges sur les terres privées et publiques.
- Continuer de protéger et de préserver les terres riveraines au moyen de servitudes de conservation.
- Faire appel à des organismes locaux pour mettre en œuvre des programmes « Blueberries for Blue Waters » ou « Trees for Streams » afin de favoriser la végétation le long des rives et des berges.

5.2.3.2. *Soutien financier accru*

- Accroître l'accès aux fonds et affecter des fonds à la détermination des projets, à la sensibilisation des propriétaires fonciers et à la planification à partir des sources de financement de l'État et du gouvernement fédéral.
- Continuer de fournir des fonds fédéraux pour les projets de restauration des bandes riveraines et des berges.

5.2.3.3. *Élargir les connaissances*

- Sensibiliser et appuyer les municipalités pour l'adoption de bandes riveraines et de zones de protection des plaines inondables dans les règlements municipaux de zonage.
- Utiliser les données de surveillance de la qualité de l'eau et les études de cas sur les projets mis en œuvre pour promouvoir les réussites et l'incidence des PGO et des projets.
- Accroître la participation du public au moyen d'ateliers, d'activités récréatives et éducatives — comme des marches d'observation ornithologique, des marches en forêt, des promenades en canot — afin de fournir des renseignements sur l'importance de l'intendance et de l'amélioration des milieux naturels pour la qualité de l'eau et d'autres avantages.

5.2.4. Sources ponctuelles

Les sources ponctuelles dans la partie du bassin versant du Vermont se composent uniquement des quatre stations municipales d'épuration des eaux usées. Aucune analyse politique ou scientifique particulière n'a été incluse dans le chapitre 4 pour cette utilisation du sol, car un programme est déjà en cours au Vermont pour optimiser les concentrations de phosphore dans les effluents des stations d'épuration des eaux usées (3.2.1.5d). La suggestion ci-dessous s'appuie sur la mise en œuvre du processus d'optimisation et a été éclairée par un suivi auprès des parties prenantes individuelles après le sondage initial des intervenants.

5.2.4.1. S'attaquer aux obstacles à la mise en œuvre des projets sur le terrain et des PGO

- Au début du processus d'optimisation du phosphore dans les stations d'épuration des eaux usées du bassin versant, maintenir un contact étroit avec les municipalités et les gestionnaires des usines pour comprendre les possibilités de soutien, de coordination et d'aide au processus.

5.2.5. Secteur du tourisme récréatif

La section sur le tourisme récréatif met l'accent sur l'utilisation des terres naturelles à des fins récréatives. Cela comprend les sentiers le long des cours d'eau, les points d'accès aux rivières et aux lacs et la navigation de plaisance. Au Vermont, il n'y a pas de stations de ski alpin dans le bassin versant. Bien que ce type d'utilisation du sol ne soit pas un important contributeur de phosphore, les suggestions de PGO et d'initiatives de cette section portent sur l'évaluation de l'érosion des points d'accès et des sentiers récréatifs actuels et l'application des PGO et des mesures de gestion pour freiner l'érosion et le ruissellement des eaux pluviales. Les suggestions ont été amenées par le sondage des intervenants et les suivis individuels après le sondage initial.

5.2.5.1. *S'attaquer aux obstacles à la mise en œuvre des projets sur le terrain et des PGO*

- Effectuer une étude à l'échelle du bassin versant des points d'accès publics aux cours d'eau afin de déterminer si des projets de contrôle de l'érosion des berges, des améliorations aux aires de stationnement ou des pratiques du programme *Lake Wise* sont nécessaires. L'étude comprend les points d'accès du Fish and Wildlife Department, les rampes de mise à l'eau et les plages publiques. Les évaluations peuvent faire appel au personnel de l'État et des organisations locales. Passer à la mise en œuvre des projets une fois les évaluations terminées.
- Poursuivre et accroître l'entretien et la construction de sentiers récréatifs pour réduire l'érosion des sentiers récréatifs et améliorer l'accès du public aux voies navigables afin de renforcer la compréhension et la sensibilisation du public pour appuyer la mise en œuvre des PGO et des projets.
- Appuyer l'entretien des routes de classe 4 pour arrêter l'érosion des segments reliés à des cours d'eau et veiller à ce que les routes de classe 4 soient ouvertes pour les loisirs.

5.2.5.2. *Soutien financier accru*

- Assurer le financement continu pour la détermination de la portée, la conception et la mise en œuvre des PGO, y compris le financement des équipes de gestion du bassin versant et des organismes locaux.

5.2.5.3. *Élargir les connaissances*

- Créer des panneaux ou des kiosques d'information semi-permanents expliquant les projets et les avantages des pratiques installées aux points d'accès publics et aux sentiers publics.
- Veiller à ce que l'information concernant les projets et les avantages soit diffusée dans la collectivité au moyen de communiqués de presse, de sites Web, de médias sociaux et d'autres moyens. Organiser des activités de dévoilement ou faire participer des bénévoles de la collectivité, le cas échéant, pour mieux faire connaître les projets, les pratiques et les avantages.

Chapitre 6

Recommandations pour une approche binationale

Introduction

Les recommandations qui suivent s'adressent à la Commission mixte internationale et visent démontrer l'importance d'organiser, de catalyser et de coordonner les actions concernant le lac Memphrémagog et son bassin versant. Il est impératif de prendre des mesures rapide et décisives pour réduire la charge en nutriments dans l'ensemble du bassin versant afin de diminuer les concentrations de nutriments ainsi que la fréquence et la gravité des proliférations d'algues nuisibles (PAN) dans le lac Memphrémagog. Parallèlement, des mesures doivent être prises pour renforcer le suivi, la coordination et la gouvernance de ces actions.

Les recommandations et l'urgence d'agir sont supportées par les facteurs sous-jacents et le contexte suivant:

- L'impact environnemental et économique de la fréquence et la durée des PAN dans le lac Memphrémagog sont une préoccupation pour les intervenants canadiens et américains. Entre 2006 et 2018, 156 proliférations de cyanobactéries ont été signalées par la population des deux côtés de la frontière. Des avis préventifs d'évitement de l'eau potable ont été émis dans deux municipalités et des plages publiques ont été fermées à la suite de la prolifération de cyanobactéries. Il faut immédiatement trouver des solutions binationales pour contrôler la charge en nutriments afin de réduire les proliférations actuelles.
- Les changements climatiques modifient déjà les régimes de précipitations et augmentent les températures moyennes au Vermont et au Québec, et on s'attend à ce qu'ils se poursuivent. On prévoit que les changements climatiques augmenteront la charge en nutriments et la fréquence des PAN dans les lacs de la région en augmentant la température de l'eau et la fréquence des événements de pluie de forte intensité. Ainsi, les efforts actuels pour réduire les apports en éléments nutritifs afin de maintenir ou améliorer la qualité de l'eau peuvent s'avérer insuffisants pour relever les défis des changements climatiques. Il est nécessaire d'élaborer immédiatement des solutions binationales pour comprendre et se préparer aux impacts des changements climatiques.
- La concentration de phosphore du lac Memphrémagog est stable ou a légèrement diminué depuis le début des années 2000, lorsque la concentration de chlorophylle indique une stabilité. Selon le diagramme de classification de l'état trophique utilisé par le ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MELCC), le lac se situe à un niveau oligo-mésotrophique, compte tenu de sa concentration de phosphore totale. Toutefois, selon l'indicateur de biomasse algale, reposant sur la concentration de chlorophylle-*a*, le lac se situe au niveau mésotrophique dans sa moitié sud et au niveau oligo-mésotrophique dans sa moitié nord. Les baies Fitch et South, qui sont des sections isolées et distinctes du lac, présentent un état d'eutrophisation plus avancé.

- Le Québec mesure le niveau trophique comme indicateur général de l'état et de la tendance du lac. L'approche québécoise en matière de contrôle de l'eutrophisation repose sur la mise en œuvre de plusieurs mesures (pratiques juridiques, financières, administratives et de gestion) visant à stabiliser ou à diminuer le niveau de nutriments dans l'ensemble des écosystèmes aquatiques sur le territoire québécois et dans des zones spécifiques, en tenant compte de critères de qualité des eaux et de l'état des écosystèmes selon les charges des effluents de sources ponctuelles. Les programmes de surveillance servent à évaluer l'effet de ces mesures.
- La surveillance de la qualité de l'eau du lac Memphrémagog a démontré au fil du temps que les niveaux de phosphore étaient en moyenne de 18 µg/L dans la partie vermontoise du lac, dépassant la norme de 14 µg/L (Vermont Department of Environmental Conservation [VDEC], 2017c) pour ce lac. Les concentrations élevées de phosphore ont déclenché une intervention réglementaire aux États-Unis, et le VDEC a dû étudier et établir une charge quotidienne maximale totale (TMDL, *Total Maximum Daily Load*) pour le phosphore et définir des objectifs de réduction par type d'utilisation du sol. Les résultats de l'étude ont indiqué qu'une réduction de 29 % de la charge totale de phosphore dans la portion vermontoise du bassin versant était nécessaire pour atteindre les objectifs du Vermont en matière de qualité de l'eau (VDEC, 2017c). Contrairement au Vermont, le Québec n'a pas d'objectifs de qualité de l'eau pour le lac avec une force de loi.
- Les trois quarts du lac se trouvent au Québec et un quart au Vermont, l'eau coulant vers le nord. Ainsi, environ 71 % du bassin versant est situé au Vermont et 29 % au Québec.
- Le lac Memphrémagog est une source d'eau potable pour environ 175 000 résidents canadiens, dont les citoyens de Magog et de Sherbrooke. Il n'y a aucune prise d'eau potable publique dans la partie américaine du lac.
- Le lac Memphrémagog est une destination touristique et de pêche importante dans les Cantons de l'Est. L'augmentation prévue de la fréquence et de la durée des PAN due aux changements climatiques peut nuire à cette importante économie touristique.
- La portion du bassin versant du lac Memphrémagog est encore majoritairement naturelle : les terres naturelles représentent environ 82 % de l'utilisation du sol, suivies des terres agricoles 10 % et des terres aménagées, dont les routes pavées et non pavées, représentant respectivement 33 % et 42 % des charges estimées en phosphore du Québec. La Municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog a connu une croissance constante, avec une croissance démographique de 20 % entre 2001 et 2016.
- La partie vermontoise du lac Memphrémagog est également constituée principalement de terres naturelles, représentant 78 % du bassin versant, suivies de 17 % de terres agricoles et de 5 % de terres aménagées. On estime à 46 % la charge de phosphore provenant des terres agricoles dans la portion vermontoise du bassin versant et à 21 % celle provenant des terres aménagées. Contrairement à la portion québécoise du bassin versant, la population du comté d'Orleans – qui correspond de près à celle du bassin versant – a diminué de 1,2 % entre 2010 et 2018.

- L'importance du lac Memphrémagog doit être soulignée pour s'assurer qu'il reçoive l'attention et le financement nécessaires des gouvernements fédéral, provincial et de l'État pour relever les défis posés par les PAN et les changements climatiques.
- Depuis 2003, le Comité directeur Québec-Vermont offre une plateforme positive pour soutenir la coordination, échanger l'information ainsi que renforcer des projets et des relations, et doit être renforcé pour relever ces défis.

Recommandation 1 : Établir des objectifs de réduction de la charge de nutriments dans le bassin versant au moyen d'un modèle binational de bassin versant

La réduction de la charge en nutriments exigera une planification minutieuse et une bonne compréhension de l'état actuel de la qualité de l'eau, des secteurs préoccupants et des objectifs de réduction. Un modèle binational a été mis au point pour appuyer l'élaboration de la TMDL, mais ce modèle n'a pas été calibré au Québec et il peut donc y avoir des inexactitudes dans la façon dont le modèle estime la charge de phosphore dans la portion québécoise du bassin versant. L'absence d'un modèle calibré à l'échelle du bassin versant limite la compréhension binationale des objectifs de réduction, des techniques de gestion nécessaires pour atteindre ces objectifs et de l'efficacité de ces techniques de gestion. Compte tenu du besoin de gestion et de la menace de changements climatiques, la première recommandation est d'élaborer un modèle binational de bassin versant fondé sur le modèle de la TMDL du Vermont (section 3.2.2.2).

Voici des recommandations pour l'élaboration d'un ensemble binational d'outils à l'appui des efforts visant à réduire la charge de phosphore dans le bassin versant du lac Memphrémagog :

- a) Mener un processus de collaboration dirigé par le Comité directeur Québec-Vermont ou son comité technique afin d'évaluer comment le modèle du bassin versant peut être mis à jour pour estimer avec plus de précision les charges de phosphore provenant des parties québécoises du bassin versant et pour faciliter ces mises à jour.
- b) Établir des objectifs binationaux de concentration de phosphore pour les segments du lac et utiliser le modèle du bassin versant pour: 1) appuyer l'établissement d'objectifs de réduction des nutriments dans les bassins versants par type d'utilisation des terres; 2) évaluer l'efficacité des pratiques de gestion optimales (PGO); 3) évaluer les limites de la conversion de l'utilisation des terres; et 4) orienter les décisions de gestion des terres sur le plan binational.
- c) Élaborer un outil pour estimer les coûts de mise en œuvre des PGO et les avantages de la réduction du phosphore pour le Québec et le Vermont afin qu'une analyse coûts-avantages puisse être effectuée pour guider les efforts de mise en œuvre et aider à communiquer les avantages aux propriétaires fonciers sur les terres où sont réalisés des projets présentant un rapport coûts-avantages élevé.
- d) Établir un partenariat de recherche et de développement à long terme entre les intervenants du bassin versant du lac Memphrémagog et les universités locales afin de s'attaquer à des questions complexes, notamment les effets des changements climatiques sur la charge de

nutriments dans le bassin versant, l'amélioration de la modélisation des lacs, le potentiel de charge interne en phosphore, l'évaluation de l'efficacité des projets de PGO et d'autres sujets émergents. Ce partenariat appuierait l'élaboration de modèles plus dynamiques pour répondre à bon nombre de ces questions.

- e) Voir à ce que le Comité directeur Québec-Vermont ou son comité technique assure le leadership pour coordonner l'élaboration du modèle de bassin versant et serve de plateforme de discussion et de collaboration pour maintenir et améliorer le modèle de bassin versant au fil du temps, appuyer les partenariats de recherche et développement et communiquer l'information aux comité consultatif technique du Programme du bassin du lac Champlain ainsi qu'au Groupe binational de réduction du phosphore.
- f) Faire analyser les données existantes sur la qualité de l'eau et les PAN par le Québec et le Vermont au moyen du processus de modélisation et leur demander de proposer une stratégie d'échantillonnage pour assurer la cohérence des méthodes d'échantillonnage et de surveillance de la qualité de l'eau et d'envisager une nouvelle technologie satellite qui pourrait permettre une surveillance plus uniforme des cyanobactéries dans les deux pays. [ao1]
- g) Utiliser les données satellitaires pour évaluer les proliférations de cyanobactéries dans le lac et comparer les données obtenues grâce à la surveillance traditionnelle et aux mécanismes volontaires au Vermont et au Québec. Aborder les différences dans la fréquence et les protocoles d'échantillonnage et suivre les progrès vers les objectifs de réduction des nutriments.
- h) Une fois le modèle élaboré et les PGO mises en œuvre, utiliser la surveillance de la qualité de l'eau pour suivre les progrès accomplis vers l'atteinte des objectifs de réduction des nutriments et ajuster le plan à long terme en conséquence.
- i) Faire appel à du soutien technique et envisager d'obtenir du financement pour élaborer le modèle.

Recommandation 2 : Adopter et développer des solutions pratiques pour réduire la charge de nutriments par type d'utilisation du sol par la mise en œuvre de PGO et l'investissement dans des projets d'amélioration de la qualité de l'eau

Même s'il n'existe pas actuellement de modèle binational de bilan massique étalonné pour le bassin versant du lac Memphrémagog, les données scientifiques et de surveillance présentées au chapitre 2 indiquent qu'il faudrait réduire la charge en nutriments pour réduire la fréquence et la durée des PAN et améliorer la qualité de l'eau. La modélisation de la TMDL du Vermont indique qu'une réduction de 29 % de la charge de phosphore sera nécessaire du côté vermontois du bassin versant (VDEC, 2019d). Bien que des efforts et des projets, comme ceux présentés au chapitre 3, soient en cours en vue d'accroître la mise en œuvre de PGO et de projets sur le terrain pour réduire la charge en nutriments, une adoption généralisée et l'investissement dans des projets seront nécessaires pour améliorer la qualité de l'eau, et il faudra saisir les occasions et remédier aux lacunes décrites au chapitre 4.

Une adoption généralisée des PGO et l'investissement dans des projets d'amélioration de la qualité de l'eau seront nécessaires pour réduire la charge en nutriments, et même si ces recommandations pour des solutions pratiques seront peaufinées avec l'élaboration du modèle de bassin versant, le travail sur les PGO et les solutions devraient commencer en parallèle.

2.1 Agriculture – Adopter de façon généralisée des PGO en terres agricoles supportés par des ressources pour leur mise en œuvre et des fournisseurs de services directs

La production agricole dans le bassin versant du lac Memphrémagog est importante pour la culture et l'économie de la région. Toutefois, selon les estimations de la TMDL, l'agriculture est la principale source de production de phosphore dans la portion vermontoise du bassin versant et une réduction de 46 % de la charge actuelle sera nécessaire pour atteindre les objectifs de qualité de l'eau. Il est particulièrement difficile d'atteindre cet objectif de réduction étant donné que les producteurs agricoles disposent de ressources financières et de temps limités pour investir dans les PGO ainsi que dans la planification de la gestion des nutriments.

La charge de phosphore provenant de l'agriculture est plus élevée au Vermont qu'au Québec; cependant, bien qu'il existe des réductions de charge spécifiques au Vermont, il n'y en a pas au Québec. Les objectifs de réduction de la charge, y compris celle provenant de l'agriculture québécoise, seraient élaborés à partir du modèle du bassin versant. Entre-temps, il est clair que les objectifs de réduction des charges de phosphore ne pourront être atteints pour le bassin versant du lac Memphrémagog que si la charge provenant des terres agricoles est réduite.

Il est à noter que des défis semblables existent au Québec en ce qui concerne les obstacles à la mise en œuvre de PGO à la ferme. Les producteurs agricoles et les fournisseurs de services agricoles du Vermont n'ont actuellement pas suffisamment de ressources ou de soutien pour mettre en œuvre les PGO à l'échelle requise pour réduire la charge en nutriments. Au Québec, il existe des programmes d'aide financière à la mise en œuvre des PGO, mais ils ne sont pas d'usage courant, de sorte que de l'assistance aux producteurs agricoles pourrait être nécessaire. Étant donné que les changements climatiques auront une incidence sur la charge des terres agricoles dû aux précipitations plus intenses, des mesures doivent être prises immédiatement pour mettre en œuvre des PGO à la ferme.

Les recommandations suivantes s'appliquent à l'agriculture :

- a) Utiliser le modèle du bassin versant pour déterminer les zones hautement prioritaires et les objectifs de réduction de la charge des terres agricoles dans le bassin versant et évaluer l'efficacité et l'efficacé des PGO au fil du temps et selon les scénarios de changements climatiques au Québec et au Vermont.
- b) Élaborer une approche et des objectifs binationaux pour la mise en œuvre des PGO dans le secteur agricole sous la direction du Comité directeur Québec-Vermont.
- c) Faire un suivi de la mise en œuvre des bandes riveraines le long des cours d'eau agricoles et évaluer l'érosion et la gestion du fumier sur les terres agricoles afin d'établir les priorités pour les PGO et les secteurs.

- d) Poursuivre et élargir les initiatives de sensibilisation existantes au moyen de l'information scientifique faisant état de la nécessité d'adopter des PGO dans le bassin versant du lac Memphrémagog.
- e) Élaborer un cadre à long terme pour fournir une aide directe aux producteurs agricoles et assurer la mise en œuvre, l'exécution et le maintien de PGO, ainsi que pour réaliser un suivi de leur mise en œuvre. Cibler un soutien individuel et des services de consultation pour mener à bien les initiatives existantes. Présenter aux producteurs agricoles les progrès réalisés en matière de qualité de l'eau et leur faire savoir qu'il faut du temps pour observer les résultats des mesures prises en matière de qualité de l'eau.
- f) Offrir des incitatifs pour : 1) éviter la conversion des cultures pérennes en cultures annuelles; 2) protéger ou restaurer les terres naturelles; 3) fournir des services écologiques.
- g) Appuyer les fournisseurs de services techniques pour aider les producteurs agricoles.
- h) Évaluer l'efficacité à long terme des PGO après leur mise en œuvre et assurer une meilleure compréhension de la durée de vie, du fonctionnement et de l'amélioration des pratiques existantes.
- i) Fournir des ressources pour l'évaluation des terres agricoles et la mise en œuvre des PGO.

2.2 Terres aménagées – Adopter des PGO et des règlements relatifs aux eaux pluviales pour les nouveaux projets de développement et accroître la mise en œuvre de projets d'amélioration des infrastructures existantes d'eaux pluviales;

Le ruissellement des eaux pluviales provenant des parcelles aménagées et des routes existantes dans le bassin versant du lac Memphrémagog pose un défi de taille étant donné que les municipalités, l'État ou la province et/ou les propriétaires privés doivent investir dans la modernisation des installations de gestion des eaux pluviales pour récupérer les eaux provenant des infrastructures étanches existantes. On estime que les terres aménagées constituent la plus importante source de phosphore dans la portion québécoise du bassin versant, représentant 42 % de la charge de phosphore au Québec. La réduction de la charge en nutriments ne pourra être atteinte dans le bassin versant du lac Memphrémagog que si la charge provenant des terres aménagées est réduite. Le ruissellement des eaux pluviales n'a pas été modélisé à l'échelle du bassin versant, ce qui serait la première étape pour mettre en œuvre une stratégie visant à réduire la charge en nutriments des terres aménagées.

Au Québec, la réglementation municipale et les efforts non réglementaires visant à réduire la charge en nutriments provenant des terres aménagées et des fosses septiques privées sont mis en œuvre à divers degrés. La mise en œuvre de projets d'amélioration de la gestion des eaux pluviales et la conformité des fosses septiques privées existantes seraient appuyées par l'application des lois existantes et par un soutien aux municipalités et aux propriétaires fonciers privés. Il serait possible d'étendre des règlements municipaux à d'autres municipalités en veillant à ce qu'une aide pour la mise à jour des règlements et des ressources pour la mise en œuvre des règlements soit fournie. Le Schéma d'aménagement et de développement (SAD) de la MRC donnerait également l'occasion

d'adopter un cadre réglementaire plus solide pour contrôler le développement dans les pentes fortes, améliorer la gestion des eaux pluviales et contrôler l'érosion.

Le Vermont procède à la mise en œuvre des exigences d'amélioration des infrastructures de gestion des eaux pluviales pour les parcelles de plus de 3 acres de surface imperméable, et le nouveau permis général pour les routes municipales aidera à réduire la charge de phosphore. Un plan directeur de gestion des eaux pluviales a été élaboré pour le bassin versant et plusieurs projets en sont à l'étape de la conception. Un financement supplémentaire par le biais de l'Act 76 du Vermont devrait accélérer ces efforts. D'autres travaux d'élaboration de projets sont nécessaires afin d'obtenir l'appui des propriétaires fonciers pour la mise en œuvre de ces projets et pour déterminer d'autres projets qui pourraient être nécessaires en vue d'atteindre les objectifs de réduction de la charge.

Les recommandations suivantes s'appliquent aux terres aménagées :

- a) Utiliser le modèle du bassin versant pour : 1) déterminer les objectifs de réduction des charges pour les terres aménagées dans le bassin versant; 2) aborder la gestion des eaux pluviales avec une vision holistique; 3) évaluer l'efficacité et l'efficacité des PGO au fil du temps et selon les scénarios de changement climatique au Québec et au Vermont.
- b) Veiller à ce que les nouveaux développements soient conformes à la réglementation environnementale et se déroulent de manière à minimiser les impacts sur l'environnement.
- c) Veiller à ce que la réglementation sur les eaux pluviales au niveau des  tats, des provinces et des MRC soit mise à jour pour tenir compte des technologies actuelles.
- d) Appuyer la planification municipale et régionale afin de s'assurer que la gestion et les technologies de gestion des eaux pluviales sont intégrées à la planification urbaine et aux mises à jour des infrastructures
- e) Aider les municipalités à élaborer des règlements municipaux de contrôle de l'érosion pour la construction et l'entretien des routes municipales et privées et pour la limitation des engrais sur les terres privées. Offrir des incitatifs et des services de sensibilisation aux propriétaires fonciers et aux paysagistes privées afin qu'ils adoptent des mesures d'amélioration de la gestion des eaux pluviales et qu'ils limitent l'utilisation des engrais. Par exemple, l'utilisation de surfaces perméables, comme dans les aires de stationnement, doit être encouragée, et l'utilisation d'engrais pourrait être réduite au moyen de frais ou d'une taxe.
- f) Fournir des ressources pour évaluer la gestion municipale des eaux pluviales et la mise en œuvre des PGO.
- g)  tudier les apports provenant des fosses septiques privées et utiliser les résultats pour améliorer la réglementation, la surveillance, l'application de la réglementation et l'aide directe aux propriétaires fonciers, au besoin.

2.3 Terres naturelles – Déterminer les secteurs prioritaires pour la conservation qui assurent les services écologiques essentiels fournis par les milieux naturels du bassin versant et mettre en œuvre des programmes et offrir des incitatifs pour conserver et restaurer ces milieux

La gestion des terres comprend la conservation active et/ou la restauration des milieux naturels d'intérêt écologique (zones riveraines, milieux humides et forêts).

Tel qu'il est décrit au chapitre 3, il existe des efforts et des programmes au Québec et au Vermont pour conserver et restaurer les milieux naturels; cependant, l'efficacité de ces programmes est limitée en raison de l'insuffisance des ressources, du manque de volonté politique et du manque d'engagement et de coopération des propriétaires fonciers. La province de Québec et le Canada ont actuellement pour objectif d'assurer la conservation d'un total de 17 % des zones terrestres et des eaux intérieures d'ici 2020, mais aucun objectif n'a été fixé pour la portion québécoise du bassin versant du lac Memphrémagog. Le Vermont n'a pas non plus d'objectif de pourcentage de conservation, mais grâce à la modélisation de la TMDL, le VDEC a pu estimer la charge de phosphore prévue provenant du ruissellement des eaux pluviales associée à une augmentation des terres aménagées avec le temps.

Pour réduire et prévenir la charge en nutriments en assurant la protection et le maintien des milieux naturels, il faudra réaliser une étude binationale sur la gestion des terres. L'étude devra identifier les zones de conservation qui constituent une priorité pour le maintien de services écologiques qui préviennent ou réduisent les charges de phosphore. De plus, l'étude devra identifier les terres dégradées qui devraient être restaurées. Au Québec, le Plan régional des milieux humides et hydriques (PRMHH) prévu pour 2022 offre l'occasion de planifier la protection des milieux humides et du lac Memphrémagog dans la partie québécoise du bassin versant. L'étude binationale sur la gestion des terres servirait à intégrer les milieux naturels à la planification municipale et éclairerait les décisions au sujet des programmes de conservation, des paiements pour les services écosystémiques, des projets de restauration, ainsi que de l'établissement des priorités de projets. Au Québec, la force de la réglementation municipale pour orienter l'expansion résidentielle et contrôler le développement dans les milieux naturels varie. La révision actuelle du SAD de la MRC est une opportunité d'augmenter le contrôle du développement dans les zones sensibles afin d'assurer la protection des milieux naturels, y compris les milieux humides, les forêts et les bandes riveraines.

L'étude sur la gestion des terres s'appuiera sur le modèle du bassin versant, ainsi que sur les objectifs de conservation et les outils de modélisation de la TMDL.

Les recommandations précises suivantes sont destinées à l'étude binationale sur la gestion des terres :

- a) Élaborer une étude sur la gestion des terres afin d'identifier les zones de première priorité pour la conservation et la restauration, tout en tenant compte des scénarios de changements climatiques pour le Québec et le Vermont.

- b) Obtenir des investissements financiers des gouvernements des États, des provinces et du gouvernement fédéral pour des projets de conservation et de restauration afin d'atteindre les objectifs de gestion des terres.
- c) Élargir et accroître les incitatifs financiers pour les programmes de conservation et de restauration des milieux naturels d'intérêt, de valeur et/ou d'importance écologique.
- d) Supporter les organisations locales à prendre connaissance des possibilités de conservation et/ou de restauration des terres, et à mettre en œuvre la conservation des milieux naturels.
- e) Indemniser les municipalités pour la perte de recettes fiscales associées à la conservation et à la restauration.
- f) Soutenir les efforts de planification régionale pour maintenir et restaurer les milieux naturels en comprenant qu'une certaine conversion de terres est inévitable. Appuyer les efforts visant à orienter l'expansion résidentielle, à contrôler l'aménagement dans les zones naturelles et à compenser l'aménagement par la restauration.

2.4 Afin d'appuyer toutes les solutions pratiques pour tous les types d'utilisation des terres, il est en outre recommandé d'intégrer les éléments suivants à chaque recommandation :

Changements climatiques

Les changements climatiques peuvent avoir une incidence sur l'efficacité, l'efficience et la longévité des PGO et des projets sur le terrain. De plus, on prévoit que les effets des changements climatiques annuleront une partie des efforts actuels visant à réduire la charge en nutriments. Cela signifie que pour réduire la charge en nutriments en vue d'atteindre les objectifs de réduction, il faut intensifier les efforts actuels pour compenser les effets des changements climatiques.

- a) Intégrer les impacts des changements climatiques dans toutes les décisions afin de s'assurer que les objectifs de charges en nutriments sont atteints, que les investissements dans les PGO sont garantis à long terme et que les ressources limitées sont utilisées efficacement;

Application de la loi

Les lois environnementales existantes aux niveaux étatique, provincial et fédéral doivent être appliquées de façon équitable et uniforme pour assurer la conformité aux lois existantes.

- b) Procéder à une analyse de l'application actuelle de la réglementation afin de déterminer s'il y a des lacunes dans les domaines d'application et d'élaborer un plan pour combler ces lacunes et cerner les possibilités d'amélioration;
- c) Afin d'appliquer la réglementation, il est recommandé que les organismes d'État et provinciaux et ceux investis de pouvoirs d'application de la loi disposent de ressources accrues et ciblent plus efficacement les systèmes d'application pour atteindre cet objectif;

Réglementation

La réglementation peut appuyer les solutions pratiques par l'entremise d'initiatives de financement. Bien que des ressources aient été investies dans les projets qui ont été mis en œuvre dans le bassin versant du lac Memphrémagog, il reste encore beaucoup de travail à faire.

- d) Axer les initiatives de financement provenant de sources étatiques, provinciales et fédérales sur l'atteinte des objectifs binationaux élaborés à partir des présentes recommandations;

Programmes d'éducation et de sensibilisation

L'éducation et la sensibilisation peuvent mener à la mise en œuvre d'un plus grand nombre de pratiques visant à réduire la charge en nutriments dans le bassin versant et à l'adoption de mesures locales, provinciales, fédérales et étatiques. De plus, la mise en valeur des réussites et des projets locaux peut mener à une participation accrue aux projets.

- e) Intégrer l'éducation et la sensibilisation à tous les projets afin d'assurer la mise en œuvre d'un plus grand nombre de PGO, ainsi qu'une participation accrue aux projets à l'échelle locale, provinciale/étatique et fédérale.

Recommandation 3 : Renforcer la coopération par l'entremise du Comité directeur Québec-Vermont pour mettre en œuvre une stratégie à long terme

Le Comité directeur Québec-Vermont est un groupe de leadership établi pour le bassin versant du lac Memphrémagog qui se veut un forum binational pour la présentation de documents et d'analyses approfondies et la collaboration sur les questions environnementales dans le bassin versant.

Il est recommandé que le Comité directeur Québec-Vermont soit appuyé pour assurer la coordination et la direction des recommandations et des initiatives décrites dans le présent chapitre et pour continuer à créer un environnement de collaboration continue en vue d'élaborer des approches et des solutions binationales pour le bassin versant du lac Memphrémagog.

Bien que le Comité directeur ait réussi à soutenir la collaboration et les initiatives depuis 2003, les initiatives et les recommandations présentées dans ce chapitre entraîneront une expansion des projets et des rôles de leadership. La collaboration binationale est nécessaire pour atteindre les objectifs d'amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin versant du lac Memphrémagog; par conséquent, le Comité directeur a besoin de soutien pour atteindre ses objectifs de collaboration. Comme nous l'avons souligné au chapitre 4, le Comité directeur n'a pas de source directe de financement, à l'exception des fonds provenant des budgets opérationnels du VDEC et du MELCC, ce qui signifie qu'un soutien financier est nécessaire pour élargir le rôle de leadership du comité. L'appui au Comité directeur Québec-Vermont et l'élargissement particulier du rôle de leadership doivent être coordonnés et acceptés par la direction actuelle du Comité et des gouvernements de l'État et de la province.

Les recommandations suivantes doivent être prises en considération :

- a) Le Comité directeur Québec-Vermont doit assurer la coordination, la surveillance et la direction des approches et des initiatives binationales décrites dans le présent rapport en vue de réduire la charge en nutriments et de toute initiative en découlant.
- b) Utiliser l'Entente de coopération en matière d'environnement relativement à la gestion des eaux du lac Memphrémagog et de son bassin hydrographique pour recommander un plan à long terme qui serait orienté vers l'action, qui inclurait des protocoles d'échange des données et garantirait que tous les intervenants nécessaires soient représentés au sein du Comité.
- c) Diriger l'élaboration et la mise en œuvre d'une stratégie à long terme par l'entremise du Comité directeur Québec-Vermont :
 - en augmentant la fréquence des réunions du comité technique;
 - en partageant les responsabilités entre les parties prenantes;
 - en faisant le suivi des progrès réalisés et en apportant les modifications nécessaires en vue de l'atteinte des objectifs établis;
 - en accroissant l'échange binational des connaissances;
 - en faisant preuve de leadership en ce qui a trait aux répercussions des changements climatiques et à la sensibilisation à ces changements.
- d) Élaborer un plan de communication à l'intention du Comité directeur afin d'accroître l'échange binational des connaissances, d'améliorer les rapports et la transparence et de définir des résultats précis d'intérêt pour chaque intervenant. Il faut créer un site Web qui comprend un visage public et un portail privé. Ce site Web serait bilingue et fournirait un message binational et coordonné sur les efforts en cours dans le bassin versant du lac Memphrémagog. Le site Web pourra être utilisé pour présenter un message unifié au public et sensibiliser le public aux préoccupations relatives à la charge en nutriments et promouvoir les réussites dans le bassin versant. Le portail privé sur le site Web permettra aux membres du Comité directeur d'accéder à des documents internes tels que les procès-verbaux des réunions, les présentations, les documents à distribuer et les données.
- e) Fournir des ressources financières qui seront utilisées à la discrétion du Comité directeur Québec-Vermont pour atteindre ces objectifs et pour financer et affecter du personnel spécialisé du Québec et du Vermont.

Liste des références

- Arend, K. K., Beletsk, D., DePinto, J., Ludsin, S. A., Roberts, J. J., Rucinski, D. K., Scavia, D., Schwab, D. J. & Hook, T. O. (2011). *Seasonal and interannual effects of hypoxia on fish habitat quality in central Lake Erie*, *Freshwater Biology*, 56: 366–383. doi: 10.1111/j.1365-2427.2010.02504.x. [En ligne] <https://www.glerl.noaa.gov/pubs/fulltext/2011/20110007.pdf>
- Aubé, L., Gauthier Chamard, F., St-Germain, J., Plourde-Tremblay, C. & Poisson, É. (2017). *Rapport de caractérisation des pratiques de voirie de la municipalité d'Ogden*. Étude réalisée pour le Memphrémagog Conservation inc., pendant un baccalauréat en études environnementales, Université de Sherbrooke, p.72.
- Austin (2019). *Formulaire d'inscription - Demande d'admissibilité au programme de financement d'une installation septique individuelle*. [En ligne] https://municipalite.austin.qc.ca/wp-content/uploads/formulaire_aide_financiere.pdf
- Beaudoin, M. Hammoudi, A., Legoubé, P. & Rey Valderrama, P. S. (2017). *Environmental evolution of the Fitch Bay watershed*. Étude réalisée pour le Memphrémagog Conservation inc., pendant une maîtrise en gestion environnementale et changements climatiques, Bishop's University and Université de Sherbrooke, pp. 31.
- Bissonnette, B., Bourdon, L.-A., Bruneau, G., & Savard, G. (2015). *La caractérisation des foyers d'érosion des tributaires du bassin versant de la baie Fitch*. Étude réalisée pour le Memphrémagog Conservation inc., pendant un baccalauréat en études environnementales, Université de Sherbrooke, pp.45.
- Blais, S. (2002). *Les cyanobactéries en 2000 et en 2001 dans la portion québécoise de la baie Missisquoi: impacts anthropiques et étude in situ*. Résumé de la conférence dans Le lac Champlain, à l'aube du nouveau millénaire, Lake Champlain Research Consortium. Symposium du printemps 2002, 20 au 23 mai. Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, 64 p.
- Bleu Massawippi, Memphrémagog Conservation inc. (MCI), Association de préservation du lac Magog (APLMagog), Société de conservation du lac Lovering (SCLL), Association de la rivière Magog Inc (ARMI), Corporation des résidents du lac Miroir (CLRM), Association des résidents de Baldwin (2016). *Plaisance ou Déplaisance: Inverser le courant*. Mémoire présenté à madame la ministre Marie-Claude Bibeau, Députée de Compton-Stanstead, 39 p.
- Centris (2019). *Statistiques immobilières*. Site web: <https://www.centris.ca/fr/outils/statistiques-immobilieres/>
- Clubs-conseils en agroenvironnement (CCAÉ) (2019). Site web : www.clubsconseils.org
- COGESAF (2006). *Analyse du bassin versant de la rivière Saint-François*, Sherbrooke, 255p. [En ligne] <http://cogesaf.qc.ca/analyse-du-bassin-versant-de-la-riviere-saint-francois/>
- COGESAF (2019). *Outil de cartographie dynamique du Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François (COGESAF)*. [En ligne] <http://cogesaf.sigmont.org/cogesaf/cogesaf.php>
- Dyer, M., Gerhardt, F. & Benoit J. (2008). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: Clyde River Phase I and II Stream Geomorphic Assessments Final Report for the 2006*

River Corridor Grant. NorthWoods Stewardship Center, East Charleston, VT.
<https://anrweb.vt.gov/DEC/SGA/finalReports.aspx>

Dyer, M., Benoit, J. & Goclowski M. (2011). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: River Corridor Plan for the Black River*. NorthWoods Stewardship Center, East Charleston, VT. [En ligne] <https://anrweb.vt.gov/DEC/SGA/finalReports.aspx>

Ellis, D. (2009). *Guide d'intervention pour les propriétaires, les exploitants ou les concepteurs de stations de production d'eau potable municipales aux prises avec une problématique de fleurs d'eau de cyanobactéries*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau, Québec, ISBN 978-2-550-53297-2, 46 p. [En ligne] <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/guide-mun.pdf>

En route (2019). *En route vers l'objectif 1 du Canada*. Site web: www.conservation2020canada.ca

Environment Canada. (2004). *Canadian Guidance Framework for the Management of Phosphorus in Freshwater Systems*. Ecosystem Health: Science-based Solutions Report No. 1-8. National Guidelines and Standards Office, Water Policy and Coordination Directorate, Environment Canada. pp. 114. [En ligne] <http://publications.gc.ca/collections/Collection/En1-34-8-2004E.pdf>

Foulon, E. & Rousseau, A. (2019). *A Global Scan of How the Issue of Nutrient Loading and Harmful Algal Blooms is Being Addressed*. Revue de littérature pour la Commission mixte internationale. INRS-ETE Research Report R-1848, 44 pp.

Gagnon, J.-F. (2019). *L'APARC dénonce la situation*. La Tribune. 9 septembre 2019.

Galford, G. L., Carlson, S., Ford, S., Nash, J., Palchak, E., Pears, S., Underwood, K. & Baker, D. V. (Eds.). (2014). *Considering Vermont's Future in a Changing Climate: The First Vermont Climate Assessment*. Gund Institute for Ecological Economics.

GENIVAR. (2013). *Projet de corridors de conservation du ruisseau Castle et de la rivière-aux-Cerises*. Évaluation préliminaire – secteur Magog. Rapport de GENIVAR à Memphremagog Conservation Inc. 33p. + cartes.

Global Affairs Canada (2017). *Canadian Letter of Reference - Water Quality in Lakes Champlain and Memphremagog*. [En ligne] <https://www.ijc.org/sites/default/files/2018-08/Canadian%20Letter%20of%20Reference%20-%20Water%20Quality%20in%20Lakes%20Champlain%20and%20Memphremagog%20-%20October%202017.pdf>

Goulwen, D., Martel, M., Joly, M. & Dufour Tremblay, G. (2018). *Les plans régionaux des milieux humides et hydriques – Démarche de réalisation*. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de la protection des espèces et des milieux naturels et Direction de l'agroenvironnement et du milieu hydrique, Québec, 75 p. [En ligne] <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/milieux-humides/plans-regionaux/guide-plans-regionaux.pdf>

Gouvernement du Québec (2018a). *Atlas hydroclimatique du Québec méridional*. Site web : <http://www.cehq.gouv.qc.ca/index.asp>

- Gouvernement du Québec (2018b). *Programme Prime-Vert*, pp. 24. [En ligne] <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Formulaires/ProgrammePrime-Vert2018-2023.pdf>.
- Gouvernement du Québec (2019a). *Prévenir les effets sur la santé liés aux algues bleu-vert*. Site web: <https://www.quebec.ca/sante/conseils-et-prevention/sante-et-environnement/algues-bleu-vert/#precautions-a-prendre-en-presence-d-algues-bleu-vert>
- Gouvernement du Québec (2019b). *Environnement et lutte contre les changements climatiques*. Site web: <http://www.environnement.gouv.qc.ca>.
- Gouvernement du Québec (2019c). *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*. Site web disponible au : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/EAU/rsvl/index.htm>
- Gouvernement du Québec & Gouvernement du Vermont (2003). *Entente de coopération en matière d'environnement relativement à la gestion des eaux du lac Memphrémagog et de son bassin hydrographique*. [En ligne] <http://www.mrif.gouv.qc.ca//content/documents/fr/ententes/2003-18.pdf>
- Government of Canada (2016). *Report to Parliament 2015 to 2016: Canada Water Act*. [En ligne] <https://www.canada.ca/en/environnement-climate-change/services/water-overview/publications/canada-water-act-2015-2016/executive-summary.html>
- Government of Canada (2017). *Water governance: federal policy and legislation*. Site web: <https://www.canada.ca/en/environnement-climate-change/services/water-overview/governance-legislation/federal-policy.html>
- Government of Canada (2019). *Justice Laws Website*. Site web: <https://laws-lois.justice.gc.ca/>
- INSPQ (Centre d'expertise et de référence en santé publique) (2017). *Cyanobactéries et cyanotoxines dans l'eau potable et l'eau récréative*. Site web : <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/cyanobacteries>.
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) (2008a). *Carte pédologique*. Feuillet 31H01101. Échelle 1 : 20 000.
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) (2008b). *Carte pédologique*. Feuillet 31H01102. Échelle 1 : 20 000.
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) (2008c). *Carte pédologique*. Feuillet 31H01201. Échelle 1 : 20 000.
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) (2008d). *Carte pédologique*. Feuillet 31H01202. Échelle 1 : 20 000.
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) (2008e). *Carte pédologique*. Feuillet 31H08101. Échelle 1 : 20 000.
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) (2008f). *Carte pédologique*. Feuillet 31H08102. Échelle 1 : 20 000.
- Institut de la statistique du Québec (2017). *Bulletin statistique régional*, pp. 39. [En ligne] <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/bulletins/2017/05-Estrie.pdf>

- JFSA (2016). *Étude hydrogéomorphologique et hydraulique – Segment aval du ruisseau Castle, Magog, Qc.* Préparé pour la Ville de Magog, Magog, pp.43 + Annexes.
- Lafrenière, K. Hone, F. & Robidoux, C. (2013). *Évaluation écologique du territoire du bassin versant du lac des Sittelles et identification des foyers d'érosion.* Corridor appalachien pour le compte de Memphrémagog Conservation inc. et l'Association des propriétaires du lac des Sittelles, 111p.
- Lavoie, I., Laurion, I., Warren, A. & Vincent, W. F. (2007b). *Les fleurs d'eau de cyanobactéries, revue de littérature.* INRS rapport no 916, xiii, 124 p. [En ligne] <http://espace.inrs.ca/534/1/R000916.pdf>
- Lévesque, B. Gervais M.C., Chevalier P., Gauvin D., Anassour-Laouan-Sidi E., Gingras S., Fortin N., Brisson G., Greer C. & Bird D. (2014). *Prospective study of acute health effects in relation to exposure to cyanobacteria.* Science of the Total Environment, vol. 466-467, no 1, p. 397-403. [En ligne] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713008139>
- Locke, S. & Marcogliese, D.J. (2005). *Rapport sommaire sur la dermatite du baigneur au Québec.* Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique ST-234, 44 pages. [En ligne] http://www.lacaylmer.org/UserFiles/Mandat/Dermatite_fr.PDF
- Magog (2016). *Plan d'intervention pour contrer la problématique sédimentaire du ruisseau Castle.* Document réalisé suite aux rencontres de la table de concertation du ruisseau Castle. 4 pp. Unpublished document.
- Magog (2018a). *Level of Lake Memphremagog.* Unpublished document.
- Magog (2018b). *Procès-verbal du conseil municipal de la Ville de Magog – 15 octobre 2018.* [En ligne] <https://www.ville.magog.qc.ca/wp-content/uploads/2018/11/Seance-2018-10-15-O-PV.pdf>
- Magog (2019). *Mise en œuvre du Plan d'intervention du ruisseau Castle.* Document réalisé pour une rencontre de la table de concertation du ruisseau Castle. 19 pp. Unpublished document.
- Mekis, E. & Vincent, L. (2011). *An Overview of the Second Generation Adjusted Daily Precipitation Dataset for Trend Analysis in Canada,* Atmosphere-Ocean, 49:2, 163-177, DOI: 10.1080/07055900.2011.583910
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2011a). *Inventaire des tributaires et des exutoires du lac Memphrémagog du côté canadien.* Magog. Réd. E. Smith-Peter. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/INVENTAIRE.tributaires-2011.pdf>
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI). (2011b). *Inventaire des propriétés situées sur les rives canadiennes du lac Memphrémagog,* Réd. S. Paré, S. Tétrault, S. Morley, E. Smith-Peter, A. Martin, J.-S. Messier.
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2012). *Inventaires des embarcations de plaisance.* Magog, pp. 55. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/Inventaire-embarcations.pdf>
- Memphrémagog Conservation inc., (MCI) (2013a). *Teneur en oxygène dissous du lac Memphrémagog, saison estivale 2013.* Roy, C., Magog, pp. 50. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/Teneur-en-oxyg-ne-dissous-du-lac-Memphr-magog-2013.pdf>

- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2013b). *Étude sur les liens entre la densité des populations aviaires et les cas de dermatite du baigneur sur le territoire du lac Memphrémagog*. Magog, Réd. Beaucher-Perras, R. & Roy, C. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/Densit-des-populations-aviaires-et-dermatite-du-baigneur-2013.pdf>
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2014a). *Profil physico-chimique de l'eau du lac Memphrémagog, saison estivale 2014*. Réd. Orjikh, A. & Roy, C., Magog, pp. 32. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/Rapport-profil-physicochimiques-2014.pdf>
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2014b). *Caractérisation de la bande riveraine des municipalités du Canton de Stanstead et d'Ogden*. Réd. Messier, A., Magog, pp.31. [En ligne] https://vite.memphremagog.org/files/userfiles/files/Centre_de_documents/FR/Caracterisation-bande-riveraine-rapport-2014-final.pdf
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2015a). *Profil physico-chimique de l'eau du lac Memphrémagog, saison estivale 2015*. Réd. Messier, A., Magog, pp. 32. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/profil%20physicochimique%202015.pdf>
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2015b). *Caractérisation de la bande riveraine de la municipalité de Magog*. Réd. Messier, A., Magog, pp.35. [En ligne] https://vite.memphremagog.org/files/userfiles/files/Centre_de_documents/FR/Caracterisation-bande-riveraine-Magog-rapport-final-2015.pdf
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2015c). *Santé Baie Fitch: du diagnostic aux solutions*. Réd. A. Orjikh, Magog, pp. 60. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/action-Sant-Baie-Fitch.pdf>
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2016a). *Profil physico-chimique de l'eau du lac Memphrémagog, saison estivale 2016*. Réd. Messier, A., Magog, pp. 37. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/profil%20physicochimique%202016.pdf>
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2016b). *Portrait de l'évolution des plantes aquatiques et de l'accumulation sédimentaire dans la baie Fitch Nord-Est*. Réd. Orjikh, A. & Vachon, N., Magog, pp. 34. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/Rapport-Plantes-aquatiques-et-accumulation-sedimentaire-Baie-Fitch-2016.pdf>
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2016c). *Caractérisation de la bande riveraine des municipalités du Canton de Potton, d'Austin et de Saint-Benoit-du-lac*. Réd. Messier, A., Magog, pp. 19. [En ligne] https://vite.memphremagog.org/files/userfiles/files/Centre_de_documents/FR/Caracterisation-bande-riveraine-Potton-Austin-SBL-rapport-2016-final.pdf
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) & Appalachian Corridor appalachien (ACA) (2011). *Conservation des milieux naturels de la municipalité d'Austin*. Rapport de MCI et ACA à la municipalité d'Austin. 49 p. + annexes.
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) & Appalachian Corridor appalachien (ACA) (2015). *Plan de conservation de la municipalité du Canton de Stanstead*. Rapport de MCI et ACA à la municipalité du Canton de Stanstead. 120 p. + annexes.

- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) et Appalachian Corridor appalachien (ACA). (2017). *Plan de conservation de la municipalité d'Ogden*. Rapport de MCI et ACA à la municipalité d'Ogden. 72 p. + annexes.
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) et GENIVAR. (2014). Plan de conservation de la Ville de Magog. Rapport de MCI et GENIVAR à la Ville de Magog. 48 p. + annexe
- Memphremagog Watershed Association (MWA). (2018). *Memphremagog Watershed Stormwater Strategic Plan*. <http://memphremagogwatershedassociation.com/wp-content/uploads/Mem-Watershed-Stormwater-Strategic-Plan-6.11.-Final.pdf>
- Mercier-Blais, S. & Prairie, Y. (2014). *Projet d'évaluation de l'impact des vagues créées par les bateaux de type wakeboat sur la rive des lacs Memphrémagog et Lovering*. Magog: Université de Québec à Montréal, pp. 41. [En ligne] http://www.memphremagog.org/FCKeditor/ckfinder/userfiles/files/Centre_de_documents/FR/Rapport-Vagues-Wakeboard-2014.pdf.
- Michaud, A. & Deslandes, J. (2003). *Indicateurs agroenvironnementaux de la mobilité du phosphore : Étude de cas du bassin-versant de la Baie de Fitch*, pp.33. [En ligne] https://www.irda.qc.ca/assets/documents/Publications/documents/michaud-et-al-2003_p_baie_fitch_rapport_final.pdf
- Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) (2019). *Schéma d'aménagement et de développement*. Site web : <https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/planification/schema-damenagement-et-de-developpement/>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) (2012). *Synthèse des principales réalisations associées à la Politique nationale de l'eau*. 17 pp. [En ligne] <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/politique/bilan/tableau-synthese.pdf>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) (2014). *Bilan de la gestion des épisodes de fleurs d'eau d'algues bleu-vert, de 2007 à 2012*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement. ISBN 978-2-550-70347-1 (PDF), 32 p. [En ligne] http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/bilan/Bilan_ABV_2007-2012.pdf
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2015a). *Précipitations en hausse depuis 1960 – l'équivalent d'un treizième mois ajouté au total annuel*. [En ligne] <http://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/surveillance/1960-2015.htm>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC) (2015b). *Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, Direction des politiques de l'eau, 131p. [En ligne] <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/guide-interpretationpprpli.pdf>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2017a). *Guide de référence du Règlement sur les exploitations agricoles*. 185 pages. [En ligne] http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu_agricole/guide-reference-REA.pdf

- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2017b). Certificat d'autorisation 7430-05-01-4507223, 401614549, *Réaménagement du bassin de sédimentation situé dans le littoral du ruisseau Castle*.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2018a). *Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030*, Québec, pp.80. [En ligne] <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/strategie-quebecoise>.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) (2018b). *Banque de données sur la qualité du milieu aquatique, lac Memphrémagog*. Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides) (2017). *Protocole d'échantillonnage de la qualité de l'eau*, 4e édition, Québec, Direction de l'information sur les milieux aquatiques, ISBN 978-2-550-78284-1 (PDF), 9 p. [En ligne] <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/protocole-echantill-qualite.pdf>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides) (2007). *Protocole de caractérisation de la bande riveraine*, mai 2007, 2e édition mai 2009, Québec, MDDEP et CRE Laurentides, ISBN 978-2-550 55771-5 (version imprimée), 19 p. [En ligne] http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/bande_riveraine.pdf
- Ministère de l'Environnement (MENV) (2000). Certificat d'autorisation, 7430-05-01-001200, 050002535, *Stabilisation de rives et aménagement d'une trappe à sédiments-Ruisseau Castle*, 3 p.
- Ministère de l'Environnement (MENV) (2003). *Avis concernant l'aération ou la circulation artificielle de l'eau des lacs comme mesures de restauration de la qualité de l'eau*. Québec. 11 pp. [En ligne] <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eutrophi/aeration/aeration.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) (2018). *Espèces exotiques envahissantes: Myriophylle à épi*. Site web: <http://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/especes-exotiques-envahissantes/myriophylle-epi/index.htm>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) (2019a). *Tendances des températures 1961-2010*. [En ligne] <http://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/tendances/index.asp>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), (2019b). *Guide de présentation d'une demande d'autorisation pour réaliser un projet assujéti à l'article 32 (22, 3°) de la Loi sur la qualité de l'environnement (2019)*. 67 pp. [En ligne] http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/demande-autorisation/article32/Guide_Explicatif.pdf
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) (2019c). *Suivi de la qualité de l'eau des rivières*. Site web : http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/qual_eau-rivieres.htm

- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) (2019d). *Les aires protégées au Québec*. Site web: http://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/aires_quebec.htm
- Ministère des Transports du Québec (MTQ) (2019). *Programme d'aide à la voirie locale*. Site web: <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/aide-finan/municipalites/programme-aide-voirie/pages/programme-aide-voirie.aspx>
- MRC de Brome-Missisquoi (2014). *Cadre réglementaire sur la gestion des eaux de ruissellement, du contrôle de l'érosion et la gestion des sols (version 2.eau)*. 19 p. [En ligne] http://www.virage-eau.ca/wp-content/uploads/2014/10/REGES_adoption21oct2014.pdf
- MRC de Memphrémagog (2008). *Projet de caractérisation des cours d'eau en milieu agricole dans le bassin versant du lac Memphrémagog*. Préparé pour le COGESAF, dans le cadre du Plan d'action terrain 2007-2008 (cyanobactéries), 4 p.
- MRC de Memphrémagog (2010). *Rapport d'inventaire des installations septiques dans le cadre du programme PAPA*. N. Présenté par: Les Consultants S.M. inc. Réf. : F098715-001, 71 p. + Annexes.
- MRC de Memphrémagog (2011). *Avant d'effectuer des travaux forestiers, pensez à contacter votre municipalité!* Pamphlet [En ligne] https://www.mrcmemphremagog.com/download/Depliants/2011/Travaux_forestiers.pdf
- MRC de Memphrémagog (2016). *Suivez la vague*. Site web: <https://www.mrcmemphremagog.com/programmes-et-services/securite-nautique/suivez-la-vague/>
- MRC de Memphrémagog (2018). *Le portrait de la MRC*. Site web: <https://www.mrcmemphremagog.com/mrc/portrait-de-la-mrc/>
- MRC de Memphrémagog (2019). *Nouveau schéma d'aménagement du territoire: consultations publiques sur le projet d'énoncé de vision stratégique du développement*. Site web: <https://www.mrcmemphremagog.com/nouveau-schema-damenagement-territoire-consultations-publiques-projet-denonce-de-vision-strategique-developpement/>
- Newport City, Vermont. (2018). Extrait de : https://factfinder.census.gov/faces/nav/jsf/pages/community_facts.xhtml?src=bkmk
- NorthWoods Stewardship Center. (2019). *Forestry*. Extrait de : <https://www.northwoodscenter.org/wordpress/forest-stewardship-institute-fsi/>
- Orford (2018). *Fin des procédures concernant la station d'épuration des eaux usées d'Orford*. Séance publique du conseil municipal du 5 novembre 2018. [En ligne] https://www.canton.orford.qc.ca/wp-content/uploads/2018/11/ORF_Fin-des-procedures-5nov.pdf
- Ouranos (2015). *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*. Édition 2015. Montréal, Québec: Ouranos. 415 p. [En ligne] www.ouranos.ca/fr/synthese2015.
- PATOINE, Michel (2017). *Charges de phosphore, d'azote et de matières en suspension à l'embouchure des rivières du Québec – 2009 à 2012*, Québec, ministère du Développement

durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-77490-7 (PDF), 25 pages et 11 annexes. [En ligne] http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/phosphore/charge-phosphore-azote-mes2009-2012.pdf

Picard, I. & Doyon, S. (2018). *Vérification de la présence de moules zébrées dans la baie de Magog au lac Memphrémagog et première évaluation de l'état de la situation*. Magog, Memphrémagog Conservation inc. (MCI). [En ligne] http://www.memphremagog.org/FCKeditor/ckfinder/userfiles/files/Centre_de_documents/FR/r_apportmz-finalv2.pdf.

Polytech (2009). *Bassin de sédimentation de la rue Broadbent*, env-131-09, p.8 + annexes.

Quebec/Vermont Steering Committee (2008). *The Water Quality of Lake Memphremagog Results of the Joint Quebec-Vermont Water Quality Monitoring Initiative and Recommendations for Strategy Development*, pp.146. [En ligne] http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/lp_monjointque-vtreport.pdf

Quebec-Vermont Working Group (1993). *Quebec-Vermont Working Group on Managing Lake Memphremagog and Its Environment*. Final Report and Recommendations.

Regroupement des Associations pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des bassins versants (RAPPEL) (2005). *Rives et nature*. Guide de renaturalisation des rives. 29 p.

Regroupement des Associations pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des bassins versants (RAPPEL) & Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2005). *Opération santé du lac Memphrémagog (Phase 1)*. Réd. C. Rivard-Sirois. 239 p. + 16 annexes. [En ligne] http://www.memphremagog.org/FCKeditor/ckfinder/userfiles/files/Centre_de_documents/FR/Operation-Sante-du-Lac-Quebec-2005-rapport.pdf

Regroupement des Associations pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des bassins versants (RAPPEL) & Memphrémagog Conservation Inc. (MCI) (2006). *Operation Healthy Lake: Lake Memphremagog (Vermont)*. Rédigé par C. Rivard-Sirois and M.-F. Pouet. Sherbrooke, 176 p. [En ligne] http://www.memphremagog.org/FCKeditor/ckfinder/userfiles/files/Centre_de_documents/EN/Vermont_2006_E.pdf.

Raymond, S. & Galvez-Cloutier, R. (2015). *Impact de la navigation en milieu lacustre - Étude sur la remise en suspension des sédiments: Cas du lac Masson et du lac des Sables*. Québec: Université Laval, pp. 32. [En ligne] <http://coalitionnavigation.ca/wp-content/uploads/2016/02/Université-Laval-étude.pdf>.

Roy, A. (2018). *Programme d'échantillonnage des tributaires - Analyse et recommandations 2017*. MRC de Memphrémagog, Magog, pp. 152. [En ligne] https://www.mrcmemphremagog.com/download/Rapports-et-Memoires/Tributaires/20180126-Rapport_echantillonnage-2017.pdf.

Shambaugh, A. (2018). *Project QAPP Workplan: Cyanobacteria Monitoring on Lake Champlain*. Vermont DEC Montpelier, VT. <https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/lakes/docs/20180611%20LC%20Cyanobacteria%20Monitoring%20QAPP%20Approved.pdf>

- Simoneau, M. (2018). *Qualité de l'eau des tributaires de la baie Missisquoi: évolution temporelle 1999-2015 et portrait récent 2015-2017*. Présenté à l'Assemblée générale annuelle de l'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi– Saint-Armand, 18 juin 2018. Marc Simoneau, M. Sc. (biol.), Direction générale du suivi de l'état de l'environnement (DGSEE), Direction de l'information sur les milieux aquatiques (DIMAQ).
- Stanstead Township (2019). *Septic system*. Site web: <http://www.cantonstanstead.ca/en/services/environnement/septic-system/>
- Statistiques Canada (2018). *Profil du recensement, Recensement de 2016*. Site web: <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=F>
- Stewart, D. P. & P. MacClintock. (1969). *Surficial Geology and Pleistocene History of Vermont*. Vermont Geological Survey, Bulletin #31. [En ligne] https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/GEO/Bulletins/Stewart_1969sm.pdf
- Tetra Tech. (2015.) *Lake Champlain BMP Scenario tool requirements and design*. Préparé pour: U.S. EPA Region 1 – New England. Boston MA. <http://www.epa.gov/tmdl/lake-champlain-bmp-scenario-tool-report>
- Transport Canada (2019). *Local Authorities' Guide: Vessel Operation Restriction Regulations*. 23 p. [En ligne] https://www.tc.gc.ca/media/documents/marinesafety/LOCAL_AUTHORITIES_GUIDE_-_ENGLISH_-_ACCESSIBLE_PDF.pdf
- Troy, A. & K. Bagstad. (2009). *Estimating ecosystem services in southern Ontario*. Rapport remis au ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Peterborough (Ontario), 27 p. + Appendices. [En ligne] <http://www.ontla.on.ca/library/repository/mon/23011/296833.pdf>
- Union of Concerned Scientists (UCSUSA) (2019). *The Farm Bill*. (n.d.). [En ligne] https://www.ucsusa.org/food_and_agriculture/solutions/strengthen-healthy-farm-policy/the-farm-bill.html#.XEDEjM9KjOQ
- Union des producteurs agricoles (UPA) (2019). *Opération bandes riveraines*. Site web: <http://www.bandesperiveraines.quebec/>
- US Census Bureau. (2018). Site web : <https://www.census.gov/en.html>
- United States Department of State, Office of the Historian (2019). *Arrangement Between the United States and Canada Regarding the Level of Lake Memphremagog, Effective by Exchange of Notes, Signed September 20th and November 6th, 1935*. <https://history.state.gov/historicaldocuments/frus1935v02/ch3subch4>
- US Environmental Protection Agency (EPA) (2016). *Climate change indicators in the United States, 2016. 4th Edition*. [En ligne] <https://www.epa.gov/climate-indicators>
- US Environmental Protection Agency (EPA) (2018). *Clean Water Act Section 303(d): Impaired Waters and Total Daily Maximum Loads (TMDLs)*. [En ligne] <https://www.epa.gov/tmdl>
- US Environmental Protection Agency (EPA) (2019a). *Summary of the Clean Water Act*. [En ligne] <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-water-act>

- US Environmental Protection Agency (EPA) (2019b). *Summary of the Endangered Species Act*. [En ligne] <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-endangered-species-act>
- Vermont Agency of Agriculture, Food, & Markets (VAAF) (2018). *Required Agricultural Practices*. [En ligne] <https://agriculture.vermont.gov/rap#who>
- Vermont Boat Course. (2019). *The Handbook of Vermont Boating Laws and Responsibilities*. [En ligne] <https://www.boat-ed.com/vermont/handbook/page/32/Chapter-6-On-the-Water/>
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2015a). *New Aquatic Invasive Species Confirmed in Lake Memphremagog*. FLOW: The official blog of the Vermont Department of Environmental Conservation's Watershed Management Division. Posted on September 16, 2015. [En ligne] <https://vtwatershedblog.com/2015/09/16/new-aquatic-invasive-species-confirmed-in-lake-memphremagog/>
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2015b). *The Vermont Shoreland Protection Act: A Handbook for Shoreland Development*. Montpelier, VT: State of Vermont. [En ligne] https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/lakes/docs/Shoreland/lp_ShorelandHandbook.pdf
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2017a). *Lake Memphremagog Phosphorus Total Maximum Daily Load*. Montpelier, VT: State of Vermont. [En ligne] <http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/Memph%20TMDL%20Final%20EPA%20approved.pdf>
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2017b). *Modeling Documentation for the Lake Memphremagog TMDL*. Montpelier, VT. [En ligne] <https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/Memph%20TMDL%20documentation%208-2-17.pdf>
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2017c). *Basin 17 Lake Memphremagog, Tomifobia and Coaticook Tactical Basin Plan*. Montpelier, VT. [En ligne] http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/Basin17_TBP_Signed.pdf
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2018a). *Tactical Basin Planning, 2018*. [En ligne] <https://dec.vermont.gov/watershed/map/basin-planning>
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2018b). *Vermont Lay Monitoring Program*. [En ligne] <http://dec.vermont.gov/watershed/lakes-ponds/monitor/lay-monitoring>
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2018c). *Geomorphic Assessment*. [En ligne] <https://dec.vermont.gov/watershed/rivers/river-corridor-and-floodplain-protection/geomorphic-assessment>
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2018d). *Municipal Roads Program*. [En ligne] <https://dec.vermont.gov/watershed/stormwater/permit-information-applications-fees/municipal-roads-program>
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2018e). *Lakeshores and Lake Wise*. [En ligne] <https://dec.vermont.gov/watershed/lakes-ponds/lakeshores-lake-wise>
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2018f). *Discharge Permits*. [En ligne] <https://dec.vermont.gov/watershed/wastewater/discharge-permits>

- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2019). *Waste Water Systems and Potable Water Supplies*. [En ligne] <https://dec.vermont.gov/water/ww-systems>
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC) (2019a). *Laws, Regulations and Rules Pertaining to Water Quality*. (n.d.). [En ligne] <https://dec.vermont.gov/watershed/laws>
- Vermont Land Trust (VLT) (2019). *Bluffside Farm*. [En ligne] <https://www.vlt.org/bluffsidefarm/>
- Vermont Legislative Council (VLEG) (2019a). *The Legislature of the State of Vermont*. (n.d.). [En ligne] <https://legislature.vermont.gov/>
- Vermont Legislative Council (VLEG) (2019b). *Act No. 76*. [En ligne] <https://legislature.vermont.gov/Documents/2020/Docs/ACTS/ACT076/ACT076%20Act%20Summary.pdf>
- Vermont State Data Center (2017). *Poverty in Vermont Counties*. Burlington, Vermont. University of Vermont, Center for Rural Studies. [En ligne] <https://www.uvm.edu/crs/Census/reporting/2017VTCountyPoverty.pdf>
- Vermont Weather (2018). Site web : <https://www.vermont.com/weather/>
- Vežina, K. & Desilets, J. (2009). *Rapport Final – Modélisation du transport du phosphore sur L'ensemble du bassin Versant du lac Memphrémagog*. Produit par SMi Amenatech inc. pour la MRC de Memphrémagog, 53 p.+ Annexes. [En ligne] http://www.memphremagog.org/FCKeditor/ckfinder/userfiles/files/Centre_de_documents/FR/Modelisation-phosphore-Rapport-final-20100111.pdf
- Walker, W. (1999). *Simplified procedures for Eutrophication assessment and prediction: user manual*. Us Army Corps of Engineers - Waterways Experiment Station. Vicksburg, MS.
- Watershed Consulting Associates, LLC. (WCA) (2016). *Memphremagog Watershed Association – Stormwater Master Plan*. Produit pour le Memphremagog Watershed Association. https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Newport%20City/Memphremagog%20Basin%20SWMP_Final_Report_2016.pdf
- WSP (2014). *Projet de corridors de conservation du ruisseau Castle et de la rivière-aux-Cerises. Secteur du Canton d'Orford*. Rapport de WSP à Memphrémagog Conservation inc. 33p. + cartes + annexes.
- Xia, X., Wu, Q., Mou, X.L. & Lai, Y. (2015). *Potential Impacts of Climate Change on the Water Quality of Different Water Bodies*. Journal of Environmental Informatics. 25. 85-98. 10.3808/jei.201400263.

Bibliographie

- Anderson Nichols & Company inc. (1978). *Lake Memphremagog Vermont. A Hydrologic and Hydraulic Analysis Report No 2. Report on the Capability and Procedure to Regulate Lake Memphremagog (in accordance with the 1935 Agreement)* 2012. Préparé pour: the Department of the Army New York District Corps of Engineers New York.
- Anderson Nichols & Company inc. (1979). *Lake Memphremagog Vermont. A Hydrologic and Hydraulic Analysis. Report on the Capability and Procedure to Regulate Lake Memphremagog (in accordance with the 1935 Agreement)* 2012. Préparé pour: the Department of the Army New York District Corps of Engineers New York.
- Ainley, D & Pease J. (2017). *Town of Albany Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Albany/Albany%20Stormwater%20Report.pdf>
- Ainley, D & Pease J. (2014). *City of Newport Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Newport%20City/Newport%20City%20Stormwater%20Report.pdf.pdf>
- Ainley, D & Pease J. (2017). *Town of Irasburg Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Irasburg/Irasburg%20Stormwater%20Report.pdf>
- Ainley, D & Pease J. (2014). *Town of Barton Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Barton/Barton%20Village%20Stormwater%20Report.pdf>
- Ainley, D & Pease J. (2014). *Town of Brighton Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Brighton/Brighton%20Stormwater%20Report.pdf>
- Ainley, D & Pease J. (2015). *Town of Glover and Village of West Glover Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Glover/Glover%20Stormwater%20Report.pdf>
- Ainley, D & Pease J. (2015). *Orleans Village Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Barton/Orleans%20Village%20Stormwater%20Report.pdf>

- Ainley, D & Pease J. (2014). *Town of Craftsbury Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Craftsbury/Craftsbury%20Town%20Stormwater%20Report.pdf>
- Ainley, D & Pease J. (2014). *Town of Derby, Village of Derby Line Line Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Derby/Derby%20Line%20Stormwater%20Report.pdf>
- Ainley, D & Pease J. (2014). *Town of Derby, Village of Derby Center Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Derby/Derby%20Center%20Stormwater%20Report.pdf>
- Ainley, D & Pease J. (2014). *Town of Derby, Villages of Derby Center and Derby Line, Stormwater Infrastructure Mapping Project*. Préparé pour: VTDEC. [En ligne]
<https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/Stormwater/Town%20Reports%20and%20Maps/Derby/Derby%20Town%20Stormwater%20Report.pdf>
- Benoit, J. (2012). *Clyde River Wetlands Natural Community Mapping Project Final Report*. Northwoods Stewardship Center Report. East Charleston VT.
https://www.northwoodscenter.org/pdfs/2012_NVDA_Clyde%20Wetlands_mapping_Final_Report.pdf
- Blais, S. (2014). *État de situation sur les cyanobactéries à la baie Missisquoi de 2000 à 2008 en lien avec les seuils provisoires pour les eaux récréatives*, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-71485-9 (PDF), 44 p. + 13 ann. [En ligne]
http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/missisquoi.pdf
- Braun, D. (2015). *Detecting and Eliminating Illicit Discharges to Improve Water Quality in the Lake Memphremagog Basin Final Report*. Préparé pour VTDEC. Par Stone Environmental. [En ligne] http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/erp/docs/IDDE/erp_report_LMB.pdf
- Braun, D. (2016). *Lake Memphremagog Basin Additional Advanced Investigations Final Report*. Préparé pour VTDEC par Stone Environmental. [En ligne]
<http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/erp/docs/IDDE/Memphremagog%20AI%20Final%20Report.pdf>
- Chambers P. A., M. Guy, E. S. Roberts, M. N. Charlton, R. Kent, C. Gagnon, G. Grove, & N. Foster. (2001). *Nutrients and their impact on the Canadian environment*. Agriculture and Agri-Food Canada, Environment Canada, Fisheries and Oceans Canada, Health Canada and Natural Resources Canada. 241 p.
- COGESAF (2010). *Plan d'action du Plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Saint-François*. Sherbrooke, pp. 140. [En ligne] <http://www.cogesaf.qc.ca/wp-content/PDE/PDECOGESAFaction.pdf>

COGESAF (2011). *Plan d'action du bassin versant de la rivière Magog*, Sherbrooke, pp. 7. [En ligne]

https://www.ville.sherbrooke.qc.ca/fileadmin/fichiers/Plan_Action_Magog_2011_web.pdf

COGESAF (2014). *Rapport d'analyse de qualité de l'eau pour le territoire du CLB du lac Memphrémagog*, pp. 18. [En ligne] <http://cogesaf.qc.ca/entre2eaux/wp-content/uploads/2016/04/RaportLacMemphremagog2012-2014.pdf>

COGESAF (2015). *Plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Saint-François, mise à jour 2014*, Sherbrooke, pp. 50. [En ligne] http://www.cogesaf.qc.ca/wp-content/PDE2014/COGESAF_PDEfinal.pdf

Conférence régionale des élus de l'Estrie (2010). *Portrait et enjeux du milieu forestier et de la forêt privée de l'Estrie*, pp. 129. [En ligne] http://creestrie.qc.ca/wp-content/uploads/2010/09/CRRNT_PRDIRT_Portrait-milieu-forestier-et-foret-privee_sept2010.pdf.

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) (2004). 'Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique - Le Phosphore', in *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*. Winnipeg, pp. 7. [En ligne] <https://www.ccme.ca/files/ceqg/fr/117.pdf>.

Curry, D. (2005). *Programme d'échantillonnage des tributaires de la MRC de Memphrémagog: Analyses et Recommandations 2004*. MRC de Memphrémagog, Magog, 130 p.

Curry, D. & Labelle, C. (2009). *Programme d'échantillonnage des tributaires de la MRC de Memphrémagog: Analyses et Recommandations 2009*. MRC de Memphrémagog, Magog, pp.137.

Curry, D. & Labelle, C. (2011). *Programme d'échantillonnage des tributaires de la MRC de Memphrémagog: Résultats et analyses 2011*. MRC de Memphrémagog, Magog, pp.106.

Dimension environnement ltée (1982). *Environmental land use guide of the Lake Memphremagog Watershed*. Montreal, pp. 37. [En ligne]

http://www.memphremagog.org/FCKeditor/ckfinder/userfiles/files/Centre_de_documents/EN/Environmental-land-use-guide.pdf

Dyer, M. (2008). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: River Corridor Plan for the Barton and Johns River*. NorthWoods Stewardship Center, East Charleston, VT. 74 p. [En ligne] <https://anrweb.vt.gov/DEC/SGA/finalReports.aspx>

Fédération canadienne des municipalités (FCM) (2013). *Fonds municipal vert : Financement – eau*. [En ligne] <https://fcm.ca/accueil/programmes/fonds-municipal-vert/ce-que-nous-finan%C3%A7ons/admissibilit%C3%A9/financement---eau.htm>

Fondation de la Faune du Québec (FFQ) et Union des producteurs agricoles du Québec (UPA) (2011). *Manuel d'accompagnement pour la mise en valeur de la biodiversité des cours d'eau en milieu agricole*. [En ligne] <http://www.coursdeauagricoles.com/accueil.html>

- Gerhardt, F. & Dyer, M. (2006). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: Clyde River Phase 1 Stream Geomorphic Assessment*. NorthWoods Stewardship Center, East Charleston, VT. 30 p.
- Gerhardt, F. (2018). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: Evaluating Project Effectiveness Along Three Tributaries in 2017*. Produit par Beck Pond LLC pour Memphremagog Watershed Association. 32p. [En ligne] <http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/2017%20Memphremagog%20Final%20Report%20%283%29.pdf>
- Gerhardt, F. (2017). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: 2016 Memphremagog Water Quality Project*. Produit par Beck Pond LLC pour Memphremagog Watershed Association. 86 p. [En ligne] <http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/dec-central/documents/2016%20Memphremagog%20Final%20Report%20%283%29.pdf>
- Gerhardt, F. (2016). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: 2015 Memphremagog Water Quality Project*. Produit par Beck Pond LLC pour Memphremagog Watershed Association. 93 p. [En ligne] <http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/2015%20Memphremagog%20Final%20Report.pdf>
- Gerhardt, F. (2015). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: 2014 Memphremagog Water Quality Project*. Produit par Beck Pond LLC pour Memphremagog Watershed Association. 88 p. [En ligne] http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/2014_MemphremagogFinalReport.pdf
- Gerhardt, F. (2014). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: 2013 Memphremagog Water Quality Project*. Produit par Beck Pond LLC pour Memphremagog Watershed Association. 99 p. [En ligne] http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/2013_MemphremagogFinalReport.pdf
- Gerhardt, F. (2013). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: 2012 Memphremagog Water Quality Project*. Produit par Beck Pond LLC pour Memphremagog Watershed Association. 87 p. [En ligne] http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/2012_MemphremagogFinalReport.pdf
- Gerhardt, F. (2012). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: 2011 Black River Water Quality Report*. Produit par Beck Pond LLC pour Memphremagog Watershed Association. 50 p. [En ligne] http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/2011_BlackRiverFinalReport.pdf
- Gerhardt, F. (2011). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: 2010 Black River Water Quality Report*. Produit par Beck Pond LLC pour Memphremagog Watershed Association. [En ligne] http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/2010_BlackRiverFinalReport.pdf
- Gerhardt, F. (2011). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: 2011 Wetland Protection and Restoration Project*. Beck Pond LLC, Newark, VT.

- Gerhardt, F. (2010). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: Nutrient and Sediment Sources along the Johns River and Seven Smaller Tributaries*. Produit par Beck Pond LLC pour Memphremagog Watershed Association. [En ligne] http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/2009_MCI_Final%20Report.pdf
- Gerhardt, F. (2009). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: Nutrient and Sediment Sources along the Johns River and Seven Smaller Tributaries*. Produit par Beck Pond LLC pour Memphremagog Watershed Association. [En ligne] <http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/2017%20Memphremagog%20Final%20Report%20%283%29.pdf>
- Gerhardt, F. & Dyer, M. (2007). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: Water Quality in the Four Vermont Tributaries*. NorthWoods Stewardship Center, East Charleston, VT. [En ligne] http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/2006_NorthwoodsCenterFinalReport.pdf
- Gerhardt, F. (2006). *Restoring Water Quality in the Lake Memphremagog Basin: Water Quality in the Four Vermont Tributaries*. NorthWoods Stewardship Center, East Charleston, Vermont.
- Gouvernement du Québec (2009). *Guide synthèse des bonnes pratiques à l'égard des plans d'eau touchés par les algues bleu-vert*. Québec. [En ligne] <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/guide-synth-bonne-pratiq.pdf>.
- Gouvernement du Québec (2010). *Agriculture et agroalimentaire: Profil de la MRC de Memphremagog*. [En ligne] https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Estrie/ProfilRegion/memphremagog_profil_2010.pdf.
- Gouvernement du Québec (2010). *La gestion durable des eaux de pluie : Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*, pp. 118. [En ligne] http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/amenagement_territoire/urbanisme/guide_gestion_eaux_pluie_complet.pdf.
- Gouvernement du Québec (2014). *Guide de gestion des eaux pluviales: Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain*, Québec, pp. 386. [En ligne] <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide-gestion-eaux-pluviales.pdf>.
- Gouvernement du Québec (2017). *Plan d'intervention détaillé sur les algues bleu-vert 2007-2017*. Québec, pp. 13. [En ligne] <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/reduc-phosphore/index.htm>.
- Heiser, R., J. Benoit, & F. Gerhardt. (2004). *Water-Quality Monitoring Program Overview and Summary of Initial Results*. NorthWoods Stewardship Center, East Charleston, Vermont.

- Hopps, S. (1989). *L'État physique du Lac Memphrémagog*, pp. 24. [En ligne] http://www.memphremagog.org/FCKeditor/ckfinder/userfiles/files/Centre_de_documents/FR/Etat-physique-du-lac-Memphremagog-etude-1989.pdf
- Langlois, G. (2008). *Plan d'actions visant à limiter et diminuer la prolifération des cyanobactéries dans le lac Memphrémagog*. Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env), Sherbrooke, pp. 112. [En ligne] https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2008/Langlois_20Ghislain.pdf
- McElmurry, S. P., Confesor Jr., R. & Richards, R. P. (2013). *Reducing Phosphorus Loads to Lake Erie: Best Management Practices*, pp. 52. [En ligne] http://www.ijc.org/files/tinyce/uploaded/BMP_Review-FINAL.pdf.
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2011). *Conservation...la priorité!* Magog. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/depliant-conservation-FR.pdf>
- Memphrémagog Conservation inc. (MCI) (2011). *Quelles sont vos options de conservation?* Magog. [En ligne] https://vite.memphremagog.org/files/fr/fiche_conservation_FR.pdf
- Memphrémagog Conservation inc. et Regroupement des Associations pour la protection de l'environnement des lacs et cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la Saint-François (MCI et RAPPEL) (2006). *Diagnostic environnemental global du bassin versant immédiat de la baie Fitch*, Réd. M. Desautels, pp. 89. [En ligne] <https://vite.memphremagog.org/files/fr/SAGE-Diagnostic-Baie-Fitch-2006-02.pdf>
- Ministère du Développement durable de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC) (2015). *Suivi de la qualité des bandes riveraines*. [En ligne] http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/bandes-riv.htm (Page consultée le 1er août 2018).
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC) (2017). *Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques*. Available at : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/stations/stations_rivieres.asp
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC) (2017b). *Guide de référence du Règlement sur les exploitations agricoles*. 2017. 185 pages. [En ligne] http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu_agricole/guide-reference-REA.pdf
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). (2018). *2018–2023 Action Plan for the 2018–2030 Québec Water Strategy*. 2018. 24 pages. [En ligne] <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/strategie-quebecoise/plan-action2018-2030-en.pdf>

- MDDEP (2005). *Détermination d'objectifs relatifs à la réduction des charges d'azote, de phosphore et de matières en suspension dans les bassins versants prioritaires*. [En ligne] <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/reduction.pdf>
- Ministère de l'environnement du Québec (2002). *Politique nationale de l'eau*, Québec, ministère de l'Environnement du Québec, 94 p. [En ligne] <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/politique/politique-integral.pdf>
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) (2004). *Portrait forestier de la région de l'Estrie*, pp. 52. [En ligne] <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs53589>
- MRC de Memphrémagog (2010). *Plan d'action en environnement 2011-2015*. Magog, pp. 16 + Annexes, [En ligne] https://www.mrcmemphremagog.com/download/Plans-daction/Environnement_2011-2015.pdf
- MRC de Memphrémagog (2011). *Les bandes riveraines*. Magog: Dépliant, pp. 2. [En ligne] https://www.mrcmemphremagog.com/download/Depliants/2011/Les_bandes_riveraines.pdf
- MRC de Memphrémagog (2011). *Les installations septiques*. Magog: Dépliant, pp. 2. [En ligne] https://www.mrcmemphremagog.com/download/Depliants/2011/Les_installations_septiques.pdf
- MRC de Memphrémagog (2015). *Bilan de la mise en œuvre du Plan d'action en environnement 2011-2015*. CCDD. [En ligne] http://www.mrcmemphremagog.com/download/Plans-daction/Bilan_PAE_2011-2015.pdf (Page consultée le 1er août 2018).
- MRC de Memphrémagog (2017). *Version administrative du schéma d'aménagement révisé, règlement 8-98*, pp. 296. [En ligne] <https://www.mrcmemphremagog.com/download/Schema/20170206-GT-SAR-admin.pdf>
- MRC de Memphrémagog (2019). *Foresterie*. Site web : <https://www.mrcmemphremagog.com/gestion-du-territoire/amenagement-du-territoire/foresterie/>
- Painchaud, J. (2007). *État de l'écosystème aquatique du bassin versant de la rivière Saint-François: faits saillants 2001-2003*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-49727-1 (PDF), 19 p. [En ligne] <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/bassins/stfrancois/FS-St-Francois.pdf>
- Regroupement des Associations pour la protection de l'environnement des lacs et cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la Saint-François (RAPPEL) (2006). *État de santé du lac Lovering*. Réd. C. Rivard-Sirois, M. Desautels et M.-F. Pouet, Sherbrooke, 171 p.
- Roy, A. (2012). *Programme d'échantillonnage des tributaires: Rapport d'analyse et de suivi 2012*. MRC de Memphrémagog, Magog, pp. 114.

- Roy, A. (2014). *Programme d'échantillonnage des tributaires: Analyse et recommandations 2013*. MRC de Memphrémagog, Magog, pp. 147.
- Roy, A. (2015). *Programme d'échantillonnage des tributaires - Analyse et recommandations 2014*. MRC de Memphrémagog, Magog, pp. 128. [En ligne]
https://www.mrcmemphremagog.com/download/Rapports-et-Memoires/Tributaires/Rapport_echant_2015.pdf.
- Roy, A. (2016). *Programme d'échantillonnage des tributaires - Analyse et recommandations 2015*. MRC de Memphrémagog, Magog, pp.155. [En ligne]
https://www.mrcmemphremagog.com/download/Rapports-et-Memoires/Tributaires/Rapport_echant_2015.pdf.
- Roy, A. (2016). *Programme d'échantillonnage des tributaires - Analyse et recommandations 2016*. MRC de Memphrémagog, Magog, pp. 138. [En ligne]
https://www.mrcmemphremagog.com/download/Rapports-et-Memoires/Tributaires/20170308_2016_Rapport-echantillonnage.pdf.
- Roy, A. & Labelle, C. (2008). *Programme d'échantillonnage des tributaires de la MRC de Memphrémagog: Analyse et recommandations 2007*. MRC de Memphrémagog, Magog, pp. 138.
- Roy, A. & Labelle, C. (2010). *Programme d'échantillonnage des tributaires de la MRC de Memphrémagog: Résultats et analyses 2010*. MRC de Memphrémagog, Magog, pp. 118.
- Shambaugh, A. (2013). *Cyanobacteria Monitoring on Lake Champlain Summer 2012. Final Report for the Lake Champlain Basin Program*. Vermont DEC Montpelier, VT. [En ligne]
https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/WSMD/lakes/docs/lp_Cyanobacteria2012.pdf
- Shambaugh, A. (2014). *Cyanobacteria Monitoring on Lake Champlain Summer 2013. Final Report for the Lake Champlain Basin Program*. Vermont DEC Montpelier, VT. [En ligne]
https://anrweb.vt.gov/PubDocs/DEC/WSMD/lakes/docs/lp_Cyanobacteria2013.pdf
- Shambaugh, A. (2015). *Cyanobacteria Monitoring on Lake Champlain Summer 2014. Final Report for the Lake Champlain Basin Program*. Vermont DEC Montpelier, VT. [En ligne]
http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/lakes/docs/lp_Cyanobacteria2014.pdf
- Shambaugh, A. (2016). *Cyanobacteria Monitoring on Lake Champlain Summer 2015. Final Report for the Lake Champlain Basin Program*. Vermont DEC Montpelier, VT. [En ligne]
http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/lakes/docs/2015%20Cyanobacteria%20Monitoring%20Final%20Report_June%202016.pdf
- Shambaugh, A. (2017). *Cyanobacteria Monitoring on Lake Champlain Summer 2016. Final Report for the Lake Champlain Basin Program*. Vermont DEC Montpelier, VT. [En ligne]
http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/lakes/docs/2016%20Cyanobacteria%20Report_approved%20final_August%2017%202017.pdf

- Shaw Chraïbi, V. L., Bennett, E. M. & Gregory-Eaves, I. (2011). *Conservation of a transboundary lake: Historical watershed and paleolimnological analyses can inform management strategies*. *Lake and Reservoir Management*, 27(4), pp. 355–364. doi: 10.1080/07438141.2011.629768.
- Simoneau, M. (2004). *Qualité des eaux du lac Memphrémagog, 1996-2002*. Québec, MDDEP, Direction de suivi de l'état de l'environnement, n°ENV/2004/0265, rapport n°QE/149, pp. 17. [En ligne]
http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/memphremagog/Memphremagog_A.pdf
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC). (2012). *Basin 17 Lake Memphremagog, Tomifobia and Coaticook Tactical Basin Plan*. Montpelier, VT. [En ligne]
http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/mapp/docs/mp_basin17final.pdf
- Vermont Department of Environmental Conservation (VDEC). (2015). *Lake Memphremagog Basin Assessment Report 2015*. Montpelier, VT: State of Vermont. [En ligne]
<http://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/Basin172015.pdf>
- Vermont Department of Health (VDH). (2019). Tracking Cyanobacteria (blue-green algae) In Vermont. [En ligne] <http://www.healthvermont.gov/tracking/cyanobacteria-tracker>

Analyse Globale

Le problème des cyanobactéries et des proliférations d'algues nuisibles (PAN) qui leur sont associées est omniprésent dans le monde entier. Il limite le développement de la société et de l'économie. En 2010, la US Environmental Protection Agency (USEPA) a estimé le coût des impacts liés aux PAN à près de 5 milliards de dollars par année. La Commission mixte internationale (CMI) a procédé à une analyse globale de la manière dont les différentes administrations publiques traitent le problème, ce qui a permis de formuler des recommandations aux gouvernements.

La CMI remercie l'Association internationale de l'eau (IWA) de lui avoir permis d'accéder librement à l'article de synthèse publié dans le Water Quality Research Journal (WQRJ), volume 55, numéro 1, 1er février 2020. L'article complet peut être consulté à l'adresse suivante :

<https://iwaponline.com/wqrj/article/55/1/1/69781/A-global-scan-of-how-the-issue-of-nutrient-loading>

Une analyse globale de la façon dont le problème de la charge en nutriments et des proliférations d'algues nuisibles est traité par les gouvernements, les organisations non gouvernementales et les bénévoles

Étienne Foulon ; Alain N. Rousseau ; Glenn Benoy ; Rebecca L. North

Étienne Foulon (auteur correspondant), Alain N. Rousseau ; INRS-ETE/Institut National de la Recherche Scientifique - Eau Terre Environnement, 490 rue de la Couronne, Québec, Québec G1K 9A9, Canada courriel : etiennefoulon59@gmail.com
Glenn Benoy, Canadian Rivers Institute, Faculté de foresterie et de gestion de l'environnement, Université du Nouveau-Brunswick, B.P. 4400, 28 Dineen Drive, Fredericton, NB E3B 5A3, Canada
Rebecca L. North, École des ressources naturelles, Université du Missouri, Columbia, MO 65211, États-Unis

Résumé

Les efflorescences algales nuisibles (PAN) dans les écosystèmes aquatiques sont préoccupantes dans le monde entier. Cette étude traite de la manière dont les autorités du monde entier abordent ce problème de qualité de l'eau afin de formuler des recommandations concernant la charge en nutriments et les PAN dans la baie Missisquoi, le lac Champlain et le lac Memphrémagog, des lacs transfrontaliers situés aux États-Unis et au Canada qui présentent des symptômes d'eutrophisation. Une analyse globale de la littérature a abouti à l'examen de 12 études de cas portant sur de grandes masses d'eau situées dans de grands bassins versants, à l'exclusion des approches de géo-ingénierie dans les lacs. Bien que tous les systèmes subissent une charge excessive en nutriments, ils varient de deux manières principales : les sources de nutriments et les manifestations d'eutrophisation allant des PAN, aux utilisations récréatives limitées, à la complexité supplémentaire des charges internes et des mortalités de poissons, jusqu'aux arrêts de l'eau potable. Les études de cas ont été analysées par rapport à quatre catégories d'approches, et sont les suivantes (i) réglementation ; (ii) mesures incitatives ; (iii) atténuation des risques ; et (iv) sensibilisation, engagement et éducation. Nous avons constaté que les cadres de gestion sont basés sur la planification de la gestion intégrée des bassins versants et sur des normes nationales. Les normes nationales de qualité de l'eau ne sont toutefois pas assez strictes pour prévenir les PAN. Dans l'ensemble, les études de cas identifiées n'ont pas réussi à remédier aux PAN, elles les ont simplement gérés.

Mots clés : approche, incitatif, réglementaire, réhabilitation, assainissement, atténuation des risques