Nom de la zone : Baie Missisquoi **Date** : Cliquez ici pour entrer une date.

Catégorie de problématique : 6. Eutrophisation/présence de cyanobactéries

- **Autre catégorie #1 (facultatif) :** 11. Mauvaise qualité de l'eau
- **Autre catégorie #2 (facultatif) :** 16. Problème d'envasement, de sédimentation et/ou de comblement

Autre(s) nom(s) pour cette catégorie dans le PDE (facultatif) :

Catégorie présente : ☒

Catégorie potentiellement présente : ☐

1) Les problématiques de cette catégorie se définissent dans la zone par les éléments suivants :

DESCRIPTION FACTUELLE :

L'eutrophisation est le phénomène de vieillissement des lacs. Il s'agit d'un processus naturel qui peut se dérouler durant des siècles. Avec le temps, les lacs ont tendance à se remplir de matières nutritives, ce qui provoque un accroissement de la production biologique, permettant ainsi la prolifération des algues microscopique et des plantes aquatiques. Éventuellement, une végétalisation complète du milieu survient, créant un milieu humide. L'eutrophisation fait en sorte que les plans d'eau passent d'un état oligotrophe à un état eutrophe. Il est important de noter que certaines activités anthropiques contribuent de manière importante à l'accélération de ce processus en augmentant les apports de nutriments dans les plans d'eau et dans certains cas l'apparition de cyanobactéries, notamment dans les plans d'eau de villégiatures, en milieu agricole ou en zone urbanisé. (Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs [MELCCFP], s.d.a.)

Les cyanobactéries, également appelées algues bleu-vert, sont des micro-organismes unicellulaires (phytoplancton) présents partout dans les eaux du Québec, mais qui prolifèrent de façon excessive lorsque les conditions du milieu sont propices et forment alors une « fleur d'eau ». Les proliférations de cyanobactéries peuvent être présentes sous la forme d'une couche opaque à la surface de l'eau ressemblant à de la peinture verte ou bien ressembler à des petits pois verts qui flottent dans l'eau. (MELCCFP, s.d.b.; Lavoie et al., 2007)

L'eutrophisation et l'éclosion de fleurs d'eau de cyanobactéries affectent plusieurs plans d'eau du bassin versant de la baie Missisquoi (BVBM), notamment la baie Missisquoi (Commission Mixte Internationale [CMI], 2020). D'ailleurs, la baie Missisquoi fait l'objet d'une entente sur la réduction du phosphore entre le Québec et le Vermont depuis 2001 en raison de la présence récurrente de cyanobactéries. L'objectif de cette entente est de réduire la concentration de phosphore total dans la baie en-dessous du taux de 25 µg/L (Gouvernement du Québec, 2002). Cet accord a été renouvelé en 2021 (Gouvernement du Québec, 2021).

EN REVISION MINISTÉ

1) Les problématiques de cette catégorie se définissent dans la zone par les éléments suivants : (Suite)

CONSÉQUENCES PRINCIPALES :

Les conséquences de l'eutrophisation des cours d'eau et des lacs sont nombreuses. Le développement excessif de cyanobactéries et de plantes aquatiques ainsi qu'une dégradation de la qualité de l'eau font partie des premiers symptômes. Ces phénomènes peuvent également mener à une perte de biodiversité dans les milieux hydriques affectés. L'eutrophisation d'un cours d'eau ou d'un lac peut également en diminuer l'attrait esthétique, résultant potentiellement en une baisse de la valeur marchande des propriétés limitrophes et causer d'importantes pertes économiques dans les secteurs du tourisme et de la villégiature. Les activités de contact direct (baignade) et de contact indirect (pêche, canot) peuvent être compromises. L'eutrophisation peut entraîner des risques pour la santé (Ministère du Développement Durable, de l'environnement et des Parcs [MDDEP], 2012; OBVBM, 2015). Des risques spécifiques pour la santé apparaissent lorsque l'eau douce, extraite de zones eutrophes, est utilisée pour la consommation humaine ou animale (Organisation mondiale de la santé [OMS], 2003). La prolifération de cyanobactéries peut avoir des impacts négatifs dans 4 domaines, soit la santé humaine et animale, les activités récréatives et économiques, l'eau potable ainsi que les écosystèmes et la biodiversité.

Santé humaine et animale

Les cyanobactéries peuvent entraîner des répercussions sur la santé (Institut national de santé publique du Québec [INSPQ], 2008; Lévesque et al., 2014; Lévesque et al., 2015). Les cyanotoxines qui sont produites par certaines espèces de cyanobactéries peuvent avoir des effets nocifs sur la santé à la suite de leur ingestion ou d'un contact cutané (Lavoie et al., 2007). Un contact direct avec des fleurs d'eau peut causer des symptômes tels que des maux de ventre, de la diarrhée, des vomissements, des maux de tête, de la fièvre, une irritation de la peau ou de la gorge (Gouvernement du Québec, 2023; Blais, 2002).

L'étude « Prospective study of acute health effects in relation to exposure to cyanobacteria » visait à documenter les symptômes potentiellement liés à l'exposition aux cyanobactéries et à leurs toxines chez des populations riveraines de la baie Missisquoi. Cette recherche a démontré que les riverains ayant été en contact direct avec l'eau affectée par les cyanobactéries étaient de 2,5 à 2,7 fois plus à risque d'avoir des symptômes gastrointestinaux. L'étude a également permis d'observer un lien croissant entre le nombre de cellules de cyanobactéries et le risque de gastro-entérite sévère. Les résultats de cette étude épidémiologique, qui a été réalisée en 2009 à la baie Missisquoi et dans deux autres lacs du Québec, mettent en évidence que la présence de cellules de cyanobactéries est associée à des symptômes gastrointestinaux lors des contacts directs et aussi lors des contacts indirects avec l'eau (Lévesque et al., 2014; Lévesque et al., 2015).

L'absence de données toxicologiques complètes limite l'évaluation précise des effets chroniques et subchroniques résultant d'une exposition à moyen et long terme. Un facteur important qui doit être pris en considération est la présence simultanée de plusieurs toxines. Il est très fréquent qu'une fleur d'eau génère plus d'un type de toxines. Ces toxines peuvent interagir entre elles et produire des mélanges avec des effets additifs (+), antagonistes (-) ou synergiques (multiplicatifs) (Azevedo et al., 2008; Dietrich et al., 2008; Merel et al., 2013; Pegram et al., 2008; Weirich et Miller, 2014). Les mammifères et les animaux de compagnie peuvent aussi être affectés par les cyanobactéries. Les symptômes associés à l'ingestion d'algues bleu-vert peuvent potentiellement mener à la mort de l'animal (Gouvernement du Québec, 2023).

EN RÉVISION MINISTÉRIELLE

Activités récréatives et économiques

Les caractéristiques esthétiques associés aux algues bleu-vert (odeur, couleur, texture, etc.) peuvent diminuer l'attrait d'un plan d'eau affecté et nuire aux activités récréatives impliquant un contact direct ou indirect avec l'eau, comme la pêche, la baignade, les croisières, la navigation, la villégiature et l'hébergement dans les campings riverains (Gouvernement du Québec, 2023; Blais, 2015; OBVM, 2015). Les pertes économiques peuvent donc être considérables. Lorsque les plages sont fermées en raison de la présence de cyanobactéries et de cyanotoxines dans l'eau de la baie, ceci entraîne des pertes économiques importantes, pour les commerçants et toute la région immédiate, qui sont estimées à plus de 2M$ par année selon le Regroupement des gens d'affaires de la région du lac Champlain (EXXEP, 2004). Cependant, puisque les plages ne sont pas nécessairement fermées lors d'épisodes de cyanobactéries, il est difficile d'évaluer l'impact réel sur l'économie locale. À long terme, la valeur mobilière des propriétés en bordure des lacs affectés par les algues bleu-vert peut être affectée négativement.

Eau potable

La consommation d'eau est l'une des deux sources majeures d'exposition humaine aux cyanobactéries et à leurs toxines (Lavoie et al., 2007). Les stations d'eau potables qui s'approvisionnent dans un plan d'eau où des cyanobactéries sont présentes peuvent également être affectées (CMI, 2020), car les systèmes de traitement de l'eau potable conventionnels ne peuvent pas éliminer les cyanotoxines. C'est d'ailleurs ce qui s'est produit en 2010 à la station de Bedford (Prévost, 2012). Un système de traitement au charbon ou d'ozonation doit être ajouté au système en place afin de limiter la présence de cyanotoxines dans l'eau distribuée selon les normes établies. Les cyanobactéries présentes en trop grand nombre augmentent le pH (jusqu'à 9,5), réduisent l'efficacité de la chloration (augmentation de la turbidité) et peuvent laisser une couleur verte ainsi qu'un goût ou des odeurs désagréables dans l'eau traitée. Les systèmes de traitement doivent alors être ajustés moyennant des coûts élevés. Les opérateurs doivent aussi assurer le suivi des cyanobactéries et des toxines à la prise d'eau de l'usine. S'il y a une défaillance du traitement affectant la qualité de l'eau potable, l'exploitant doit émettre un avis de restriction d'usage pour protéger les utilisateurs. Ceci mène à une nette augmentation des coûts associées au traitement de l'eau potable, comme c'est le cas pour la municipalité de Bedford. (CMI, 2020; Hébert, 2018)

Écosystème et biodiversité

Les cyanobactéries disposent de caractéristiques qui les avantagent face aux autres algues microscopiques. Une surabondance de cyanobactéries peut ainsi nuire aux espèces aquatiques. En outre, la respiration nocturne des cyanobactéries peut causer un déficit en oxygène dissous. De plus, la décomposition d'une trop grande biomasse de cyanobactéries contribue à l'augmentation de l'azote ammoniacal. Cette trop grande biomasse peut également obstruer les branchies de poissons (Blais, 2002). La capacité des cyanobactéries à proliférer de façon excessive a un impact sur les autres espèces aquatiques, affectant ainsi la biodiversité du milieu (Lavoie et al., 2007).

EN RÉVISION MINISTÉRIELLE

LOCALISATION GÉNÉRALE :

Cyanobactéries

Les cyanobactéries et l'eutrophisation des différents plans d'eau sont une problématique bien présente dans le bassin versant de la baie Missisquoi (BVBM). Le tableau 1 ci-dessous présente les occurrences de cyanobactéries recensées sur le territoire et l'état trophique des plans d'eau du BVBM de 1999 à 2022. La baie Missisquoi est affectée par des cyanobactéries depuis l'an 2000, avec des fleurs d'eau confirmées à chaque année depuis 2001. (Blais, 2015) En 2022, il y a eu près de 10 fleurs d'eau de niveau d'alerte élevée recensées dans la baie Missisquoi (Vermont Department of Environmental Conservation [VTDEC], 2023c) et de nombreuses observations ont été faites en 2023 (Lake Champlain Committee [LCC], 2023a). On peut également constater que plusieurs autres plans d'eau du BVBM ont connu des épisodes d'algues bleu-vert en 2023, dont le lac Selby et le lac Trousers. L'embouchure de la rivière aux Brochets a eu des épisodes de fleurs d'eau entre 2015 et 2021 ainsi qu'une observation en 2023. Pour ce qui est de la rivière de la Roche, un signalement de cyanobactéries a eu lieu en 2018 (MELCC, 2018; OBVBM, 2023). Considérant que les signalements au MELCCFP se font sur une base volontaire et sont le fruit d'observations citoyennes, il est impossible de confirmer qu'il n'y a pas eu d'autres épisodes de cyanobactéries dans les rivières de la Roche et aux Brochets au cours des 20 dernières années.

Tableau 1 : Bilan de la qualité de l'eau des lacs et étangs du bassin versant (Inspiré de: MELCC, 2018; MELCCFP, 2023; VTDEC, 2023a; VTDEC, 2023b; OBVBM, 2023)

Plan d'eau	Bilan des données	Phosphore total (µg/L)	Chlorophylle *a* (µg/L)	Carbone organique dissous (mg/L)	Transparence (m)	Indice d'état trophiqe	État trophique	Anoxie de l'hypolimnion en période estivale	Occurrence de cyanobactéries
Baie Missisquoi1	1999-2022	49,5	14,0	6,4	1,6	56,9	Méso-eutrophe	oui	2000 à 2023
Lac Selby	2006-2022	12,8	7,6	5,2	2,4	46,3	Méso-eutrophe	n/d	2005 à 2009; 2011 à 2018; 2020 à 2023
Lac d'Argent	1994-2008	11,3	3,3	4,8	2,3	43,1	Mésotrophe	oui	2006; 2008; 2012 à 2015
Lac Libby1	1997-2012	15,0	3,5	ND	2,3	46,2	Mésotrophe	non	Aucune
Lac Long Pond	2007-2022	9,0	4,2	4,2	4,3	39,8	Oligo-mésotrophe	oui	2012; 2016
Lac Orford	2000-2022	6,7	1,4	3,2	6,5	32,7	Oligotrophe	non	Aucune
Lac Parker1	1997-2022	17,5	3,5	11,1	1,9	46,5	Mésotrophe	oui	2009; 2021 à 2022
Lac Trousers	2006-2022	11,6	3,8	6,4	2,9	42,6	Oligo-mésotrophe	oui	2007; 2008; 2009 à 2015; 2023
Étang Sally	2008-2022	12,9	3,7	3,9	2,0	44,8	Mésotrophe	n/d	2007
Étang Sugar Loaf Pond	2004-2013	14,9	4,1	ND	3,6	44,3	Mésotrophe	n/d	Aucune

1 Valeurs médianes au lieu des valeurs moyennes.

Aussi, depuis 2018, la direction régionale du MELCCFP qui reçoit un signalement de cyanobactéries visite le plan d'eau touché pour l'échantillonner seulement s'il répond à au moins un de ces critères :

« - Il n'était pas connu pour la problématique des cyanobactéries et sert à approvisionner, en eau potable, un réseau assujetti au Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP).

- Il nécessite un suivi particulier, en raison d'un signalement à une direction de santé publique ou de la tenue d'une activité récréative de contact avec l'eau, par exemple une compétition de natation ou de canot.

- Une situation majeure justifie qu'une équipe se déplace, telle une manifestation extrême du phénomène.

- Il s'agit d'un plan d'eau transfrontalier qui fait l'objet d'une entente officielle entre gouvernements. » (MELCCFP, s.d.c.)

Du côté des États-Unis, le lac Carmi au Vermont, qui est la source de la rivière aux Brochets, est affecté par des fleurs d'eau depuis 2014. En 2022, plus de 60 fleurs d'eau de niveau d'alerte élevée y ont été recensées (VTDEC, 2023c). Pour ce qui est du lac Champlain, des proliférations d'algues bleu-vert sont documentées dans le lac depuis les années 1970. Depuis, 2002, un programme annuel de surveillance des cyanobactéries est en place dans le lac Champlain et l'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM) y participe (VTDEC, 2023c). Cette problématique est encore bien présente dans ce plan d'eau avec un grand nombre de niveau d'alertes élevées à cause de fleurs d'eau en 2022 tel que présenté à l'annexe 1. La carte présentée à l'annexe 2 indique les endroits où les observations de cyanobactéries ont eu lieu dans le lac Champlain en 2022 (VTDEC, 2023c). En 2023, la présence de cyanobactéries a été confirmée tout au long de la saison estivale et jusqu'à la fin du mois d'octobre. Les photos de la figure 1 ont été prises dans la baie St. Albans, dans le nord du lac principal et dans la baie Missisquoi au début du mois de septembre 2023 (LCC, 2023b).

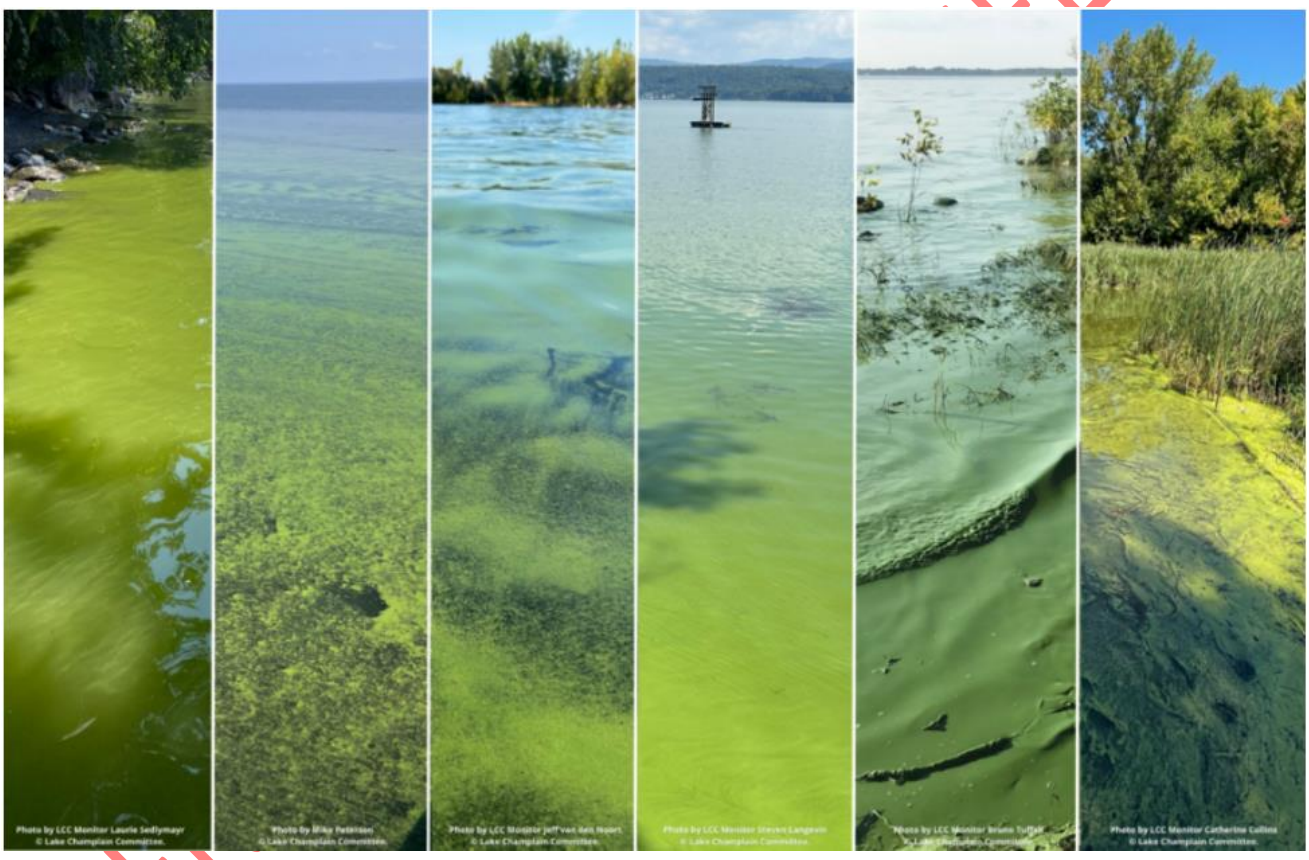


Figure 1 : Fleurs d'eau dans la baie de St. Albans, au nord du lac principal et de la baie Missisquoi au début du mois de septembre 2023 (Tiré de : LCC, 2023b)

<u>Eutrophisation</u>

Tel qu'indiqué dans le tableau 1, la majorité des principaux plans d'eau du bassin versant possèdent un niveau trophique mésotrophe ou méso-eutrophe, ce qui correspond à un stade intermédiaire d'eutrophisation. D'ailleurs, la baie Missisquoi est le plan d'eau avec l'indice d'état trophique le plus élevé du bassin versant. Cependant, les lacs Long Pond et Trousers possèdent un niveau trophique oligo-mésotrophe, tandis que le lac Orford est considéré

comme oligotrophe. Ces deux niveaux trophiques signifient que ces trois lacs présentent peu ou pas de signes d'eutrophisation (MELCCFP, 2023).

Le tableau 2 présente les résultats de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) et de l'eutrophisation des cours d'eau dans le BVBM. Les diatomées benthiques sont des algues microscopiques unicellulaires qui tapissent le fond des cours d'eau et des lacs. Certaines espèces sont plus sensibles à la pollution que d'autres. Par conséquent, la composition en espèces des communautés de diatomées benthiques, par le biais de l'abondance relative de chaque espèce présente, renseigne sur les conditions environnementales du milieu en question. En raison de leur sensibilité aux nutriments et à la matière organique, les diatomées constituent un bon indicateur du niveau d'eutrophisation des cours d'eau (MELCCFP, 2022; Université du Québec à Trois-Rivières [UQTR], s.d.). On peut constater que pratiquement tous les cours d'eau étudié ont des IDEC mauvais ou très mauvais, à l'exception de la rivière Missisquoi et de le rivière Sutton. L'état trophique de tous les cours d'eau échantillonnés BVBM présentent un stade intermédiaire ou avancé d'eutrophisation, se situant entre mésotrophe et eutrophe. La rivière Sutton est la seule qui présente peu ou pas de signes d'eutrophisation, puisqu'elle est oligotrophe (MELCCFP, 2022).

Tableau 2 : Résultats de l'IDEC pour les stations analysées par l'OBVBM (Inspiré de: MELCCFP, 2022)

Station	Nom cours d'eau	Année	Valeur IDEC	Classe IDEC	État trophique
03040015	Rivière aux Brochets	2020	38	C	Méso-eutrophe
03040066	Ruisseau Walbridge	2019	28	C	Méso-eutrophe
03040073	Ruisseau Ewing	2020	26	C	Méso-eutrophe
03040075	Ruisseau au Castor	2019	22	D	Eutrophe
03040108	Rivière Missisquoi	2019	65	B	Mésotrophe
03040110	Rivière Sutton	2019	79	A	Oligotrophe
03040113	Rivière de la Roche	2019	16	D	Eutrophe
03040119	Ruisseau Morpions	2020	22	D	Eutrophe
03040171	Ruisseau Morpions	2012	48	B	Mésotrophe
03040216	Ruisseau Beaver	2009	20	D	Eutrophe
03040219	Ruisseau Bélanger	2009	14	D	Eutrophe
03040217	Ruisseau East Swamp	2009	31	C	Méso-eutrophe
03040218	Ruisseau Labonté	2020	20	D	Eutrophe
03040219	Ruisseau Bélanger	2009	14	D	Eutrophe
03040220	Ruisseau McFee	2009	37	C	Méso-eutrophe
03040221	Ruisseau Tipping	2009	30	C	Méso-eutrophe
03040254	Ruisseau Morpions	2013	33	C	Méso-eutrophe
03040255	Ruisseau Morpions	2013	31	C	Méso-eutrophe
03040256	Ruisseau Morpions	2013	33	C	Méso-eutrophe
03040257	Ruisseau Morpions	2013	16	D	Eutrophe
03040258	Ruisseau Morpions	2013	39	C	Méso-eutrophe
03040330	Ruisseau au Castor	2021	28	C	Méso-eutrophe
03040331	Ruisseau au Castor	2021	28	C	Méso-eutrophe
03040333	Ruisseau au Castor	2021	29	C	Méso-eutrophe
MREF3	Rivière aux Brochets	2006	54	B	Mésotrophe

STÉRILE

2) Les problématiques de cette catégorie sont causées par les éléments suivants dans la zone:

La principale cause de l'eutrophisation et de la prolifération de cyanobactéries est l'excès de nutriments dans les milieux aquatiques. Ainsi, tous les processus qui contribuent à l'enrichissement des cours d'eau et lacs en éléments nutritifs participent à cette problématique :

- l'érosion et le ruissellement de l'eau pluviale (coupes forestières, agriculture, chantiers de construction, érosion et entretien des fossés, déboisement des rives et des terrains, etc.);
- rejets d'eaux usées domestiques (installation septique inadéquate) ou municipales (surverses, infrastructures municipales d'eaux usées désuètes, etc.);
- produits domestiques phosphatés;
- milieux humides et inondés (Regroupement des Associations pour la protection de l'Environnement des lacs [RAPPEL], s.d.a.; RAPPEL, s.d.b; Lavoie et al., 2007; MELCCFP, s.d.d.).

Dans le BVBM, le phosphore et les sédiments proviennent majoritairement des terres agricoles et des zones urbanisées. La fiche diagnostique sur la mauvaise qualité de l'eau du bassin versant offre davantage d'informations sur le sujet.

Or, bien que les fleurs d'eau de cyanobactéries soient surtout observées en milieux eutrophes (localement ou dans l'ensemble du plan d'eau), des conditions fortement dégradées ne résultent pas automatiquement en une prolifération de cyanobactéries (Lavoie et al., 2007). La problématique des algues bleu-vert provient majoritairement de l'excès de phosphore dans les milieux aquatiques (MELCCFP, s.d.b.). Tel que présenté dans le tableau 1, cette substance se retrouve en grande quantité dans tous les plans d'eau du BVBM, surtout dans la baie Missisquoi. C'est d'ailleurs à cet endroit qu'on a répertorié le plus d'occurrences de cyanobactéries (VTDEC, 2023b).

Il y a également d'autres facteurs qui influencent le processus d'eutrophisation. Plusieurs études suggèrent que l'azote joue un rôle important, notamment dans les concentrations de cyanobactéries (Bonilla et al. 2023; Celikkol et al., 2021). Les concentrations en toxines intracellulaires augmentent avec la disponibilité en azote dans l'eau, particulièrement dans les milieux où les concentrations de phosphore sont déjà élevées (Bird, 2004; Lavoie et al., 2007).

Les herbicides contribuent aussi à cette problématique. En effet, des études démontrent que ces substances ont des effets nocifs sur certains organismes aquatiques, par exemple, les autres types d'algues microscopiques et les diatomées. Or, les cyanobactéries montrent une moins grande sensibilité aux herbicides, ce qui fait en sorte qu'elles sont favorisées dans les milieux ou l'on retrouve ces éléments (MELCCFP, s.d.c; Lavoie et al., 2007).

Ensuite, la morphométrie des plans d'eau et des cours d'eau peut avoir un impact sur l'efflorescence d'algues bleu-vert. Le faible courant, la stagnation de l'eau ainsi que la stratification thermique sont des caractéristiques qui favorisent l'apparition de cyanobactéries (MELCCFP, s.d.b.; Lavoie et al., 2007). Une faible disponibilité de lumière dans les milieux hydriques peut favoriser la croissance de cyanobactéries qui se développent davantage dans ces conditions, contrairement aux d'algues (Lavoie et al., 2007).

Les changements climatiques entraînent des répercussions qui favorisent la prolifération de cyanobactéries. L'augmentation de la température des eaux en période estivale favorise le développement d'algues bleu-vert. Aussi, la quantité de nutriments se retrouvant dans les milieux aquatiques est plus importantes avec l'augmentation des précipitations et des évènements climatiques extrêmes (Celikkol et al., 2021; MELCCFP, s.d.d.; Lavoie et al., 2007).

EN RÉVISION MINISTÉRIELLE

RÉFÉRENCES

Azevedo, S. M., Chernoff, N., Falconer, I. R., Gage, M., Hilborn, E. D., Hooth, M. J. et al. (2008). Human health effects workgroup report. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 619, 579-606.

Bonilla, S., Aguilera, A., Aubriot, L., Huszar, V., Almanza, V., Haakonsson, S., Izaguirre, I., O'Farrell, I., Anthony Salazar, A., Becker, V., Cremella, B., Ferragut, C., Hernandez, E., Palacio, H., Rodrigues, L.C., Silva, L.H.S.S., Santana, L.M., Santos, J., Somma, A., Ortega, L., and Antoniades, D. (2023). Nutrients and not temperature are the key drivers for cyanobacterial biomass in the Americas. *Harmful Algae*. Volume 121. 102367. ISSN 1568-9883. https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102367.

Bird, D. (2004). Études sur les cyanotoxines et la chaîne alimentaire, présentation au forum de discussion sur la qualité de l'eau, CBVBM.

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. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/articlesb.pdf

Blais, S. (2015). Faits saillants - 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 978-2-550-72639-5 (PDF), 12 p. + 1 ann. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/bassins/missisquoi/faits-saillants.pdf

Celikkol, S., Fortin, N., Tromas, N., Andriananjamanantsoa, H., Greer, C. W. (2021). Bioavailable nutrients (N & P) and Precipitation Patterns Drive Cyanobacterial Blooms in Missisquoi Bay, Lake Champlain. Frontiers-Microorganisms 9:2097. https://doi.org/10.3390/microorganisms9102097.

Commission mixte internationale (CMI). (2020). Étude sur les apports en nutriments et leurs impacts sur la baie Missisquoi du lac Champlain et le lac Memphrémagog. https://www.ijc.org/sites/default/files/2020-07/Government_Package_French_Revised.pdf

Dietrich, D. R., Fisher, A., Michel, C., Hoeger, S. J. (2008). Toxin mixture in cyanobacterial blooms - a critical comparison of reality with current procedures employed in human health risk assessment. *Advances in Experimental Medicine and Biology,* 619, 885-912.

EXXEP, 2004. Gestion de la qualité de l'eau la baie Missisquoi. : Regard sur les solutions. Document préparé pour la Corporation bassin versant baie Missisquoi par EXXEP Environnement, 136 pages et annexe

Gouvernement du Québec. (2002). Entente entre le gouvernement du Québec et l'État du Vermont concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/bassins/missisquoi/entente-phosphore.pdf

Gouvernement du Québec. (2021). Entente de coopération entre le gouvernement du Québec et l'État du Vermont concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi. https://mrif.gouv.qc.ca/Document/Engagements/2021-06.pdf

Gouvernement du Québec. (2023). Prévenir les effets des fleurs d'eau d'algues bleu-vert sur la santé. https://www.quebec.ca/sante/conseils-et-prevention/sante-et-environnement/algues-bleu-vert

Hébert, C. (2018). La Ville de Bedford investit 1,8 M$ dans ses infrastructures. L'Avenir et des Rivières, le 25 janvier 2018. https://www.laveniretdesrivieres.com/actualites/ville-de-bedford-investit-18-m-infrastructures/

EN RÉVISION MINISTÉRIELLE

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2008). Cyanobactéries et cyanotoxines (eau potable et eaux récréatives), Fiche Cyanobactéries et cyanotoxines, 20 pages

Lake Champlain Committee (LCC). (2023a). Latest Updates. https://www.lakechamplaincommittee.org/

Lake Champlain Committee (LCC). (2023b). In Full (Cyanobacteria) Bloom. https://www.lakechamplaincommittee.org/learn/news/summers-end-enews-2023/in-full-cyanobacteria-bloom

Lavoie, I., Laurion, I. et Vincent, W.F. (2007). Les fleurs d'eau de cyanobactéries, document d'information vulgarisée. INRS rapport no 917, iii, 27 p. https://espace.inrs.ca/id/eprint/533/1/R000917.pdf

Lévesque, B., Gervais, M.-C., Chevalier, P. Gauvin, D., Anassour-Laouan-Sidi, E., Gingras, S., Fortin, N. Brisson, G., Greer, C. et Bird, D. (2014). Prospective study of acute health effects in relation to exposure to cyanobacteria. Science of the Total Environment 466–467 (2014) 397–403. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23927933/

Lévesque, B., Gervais, M.-C., Chevalier, P., Gauvin, D., Anassour-Laouan-Sidi, E., Gingras, S. , Fortin, N., Brisson, G., Greer, C., Bird, D. (2015). Exposure to cyanobacteria: acute health effects associated with endotoxins. Public Health Manuscript Number: PUHE-D-14-00613R1.

Merel, S., Walker, D., Chicana, R., Snyder, S., Baurès, E. and Thomas, O. (2013). State of knowledge and concerns on cyanobacterial blooms and cyanotoxins. *Environment International*, 59, 303-327.

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). (2012). Vos lacs et cours d'eau: Une richesse collective à préserver. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/richesse/LacsCoursDeau.pdf

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2018). Listes des plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert de 2004 à2017 et des plans d'eau récurrents signalés de 2013 à 2015. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/bilan/Liste-plans-eau-touches-abv.pdf

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2022). Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC), Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/documents/IDEC.pdf

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023). Le Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL). https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/relais/index.asp

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (s.d.a.). Le Réseau de surveillance volontaire des lacs. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm#haut

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (s.d.b.). Algues bleu-vert = cyanobactéries! https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/index.asp

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (s.d.c.). Consulter la liste des plans d'eau touchés au Québec. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/consulter-liste-cours-eau.htm

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (s.d.d.). Élargir ses connaissances. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/elargir-connaissances.htm#Phosphore_Surplus

Organisation mondiale de la santé (OMS). (2003). Eutrophisation et santé. http://www.ssents.uvsq.fr/IMG/pdf/Eutrophisation_et_Sante_brochure_CE_OMS_11_2003FR.pdf

Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM). (2015). Diagnostic. https://obvbm.org/wp-content/uploads/2021/05/diagnostic_2015.pdf

EN RÉVISION MINISTÉRIELLE

Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM). (2023). Communications auprès des associations de lac du BVBM pour documenter les occurrences de cyanobactéries. [Non publié].

Pegram, R, A,, Humpage, A. R., Neilan, B. A., Runnegar, M. T., Nichols, T., Thacker, R. W. et al. (2008). Cyanotoxins workgroup report. *Advances in Experimental Medicine and Toxicology,* 619, 317-81.

Prévost, M. (2012). Problématique de fleurs d'eau de cyanobactéries dans les clarificateurs des stations d'eau potable. PRÉVOST, Michèle, responsable du projet et titulaire principal de la Chaire Industrielle CRSNG en Eau Potable (CICEP), École Polytechnique de Montréal Partenaires Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

Regroupement des Associations pour la protection de l'Environnement des lacs (RAPPEL). (s.d.a.). Algues et cyanobactéries. https://rappel.qc.ca/fiches-informatives/algues-et-cyanobacteries-2/

Regroupement des Associations pour la protection de l'Environnement des lacs (RAPPEL). (s.d.b.). Eutrophisation. https://rappel.qc.ca/fiches-informatives/eutrophisation/

Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). (s.d.). Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC). https://oraprdnt.uqtr.uquebec.ca/pls/public/gscw031?owa_no_site=1902

Vermont Department of Environmental Conservation (VTDEC). (2023a). Lake Champlain Long-term Monitoring Project. https://dec.vermont.gov/watershed/lakes-ponds/monitor/lake-champlain#Monitoring%20Activities

Vermont Department of Environmental Conservation (VTDEC). (2023b). Vermont Cyanobacteria Tracker. https://ahs-vt.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a46d42c05e864a198ab5dc152f9d09b9

Vermont Department of Environmental Conservation (VTDEC). (2023c). Cyanobacteria Monitoring on Lake Champlain and Vermont Inland Lakes: 2022 Season. https://dec.vermont.gov/sites/dec/files/wsm/lakes/docs/Cyanobacteria_monitoring_report_2022_Final.pdf

Weirich, C. A. and Miller, T. R. (2014). Freshwater algal blooms : toxins and children's health. *Current Problems et Pediatric/Adolescent Health Care*, 44, 2-24.

EN RÉVISION MINISTÉRIELLE

ANNEXE 1 – Intensité et nombre de fleurs d'eau dans le lac Champlain 2022 (Tiré de VTDEC, 2023c)

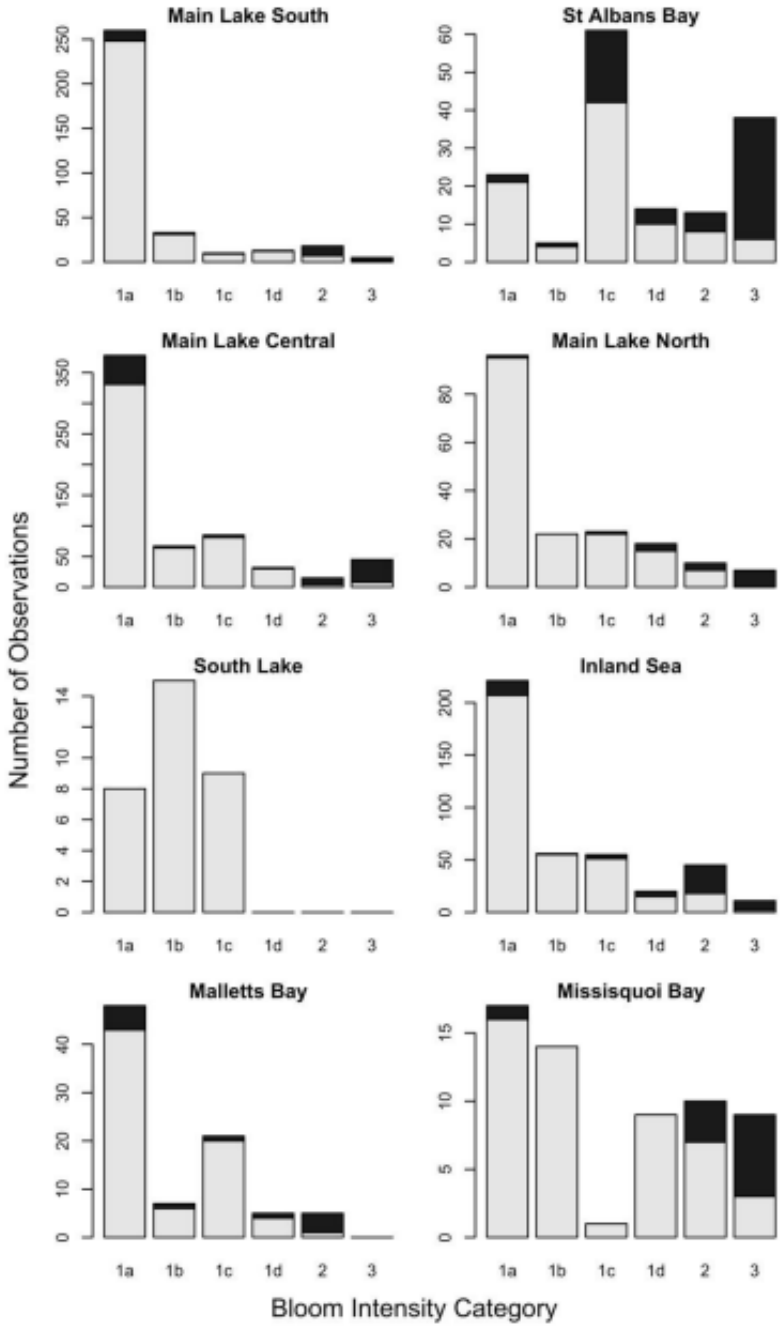
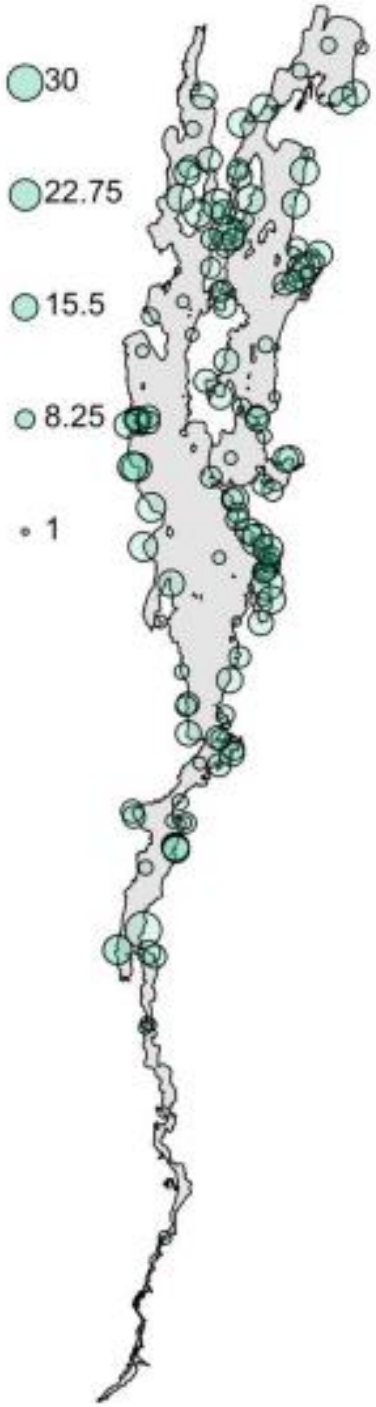


Figure 1. Summary of assessment reports received in 2022 in Lake Champlain. Data compiled from the season summary spreadsheet available through the VDH Tracking Map. Dark shading indicates supplemental reports. NOTE the difference in y-axis scale between basins. Category 1a = clear water, 1b = brown and turbid, 1c = other plant material, 1d = small amount of cyanobacteria. Category 2 = low alert. Category 3 = high alert.

ANNEXE 2 – Nombre d'observations de cyanobactéries dans le lac Champlain en 2022 (Tiré de : VTDEC, 2023c)



EN RÉVISION PRIELLE