RAPPORT TECHNIQUE

Évaluation sommaire de l'état du lac Beaupré

(Rivière-à-Pierre, Qc)

101-24-06
18 septembre 2024

SAMBBA
OBV BATISCAN-CHAMPLAIN

Ce rapport a été réalisé

pour la Municipalité de Rivière-à-Pierre.
À l'attention de Jacquelin Goyette.

830, rue Principale
Rivière-à-Pierre (Québec) G0A 3A0
418 323-2112
permis@riviereapierre.com

par la SAMBBA, OBV Batiscan-Champlain

211, rue de l'Église
Sainte-Geneviève-de-Batiscan (Québec)
G0X 2R0
418 362-3202
info@sambba.qc.ca
www.sambba.qc.ca

Mission de la SAMBBA

Assurer, en concertation avec les acteurs de l'eau, la gestion intégrée des ressources en eau dans la Zone Batiscan-Champlain et de participer à son développement durable.

COMPRENDRE S'UNIR ET AGIR POUR L'EAU

OBV ORGANISMES DE BASSINS VERSANTS DU QUÉBEC

économie sociale

Référence à citer | SAMBBA, 2024. Rapport technique. *Évaluation sommaire de l'état du lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Québec).* Rapport réalisé pour la Municipalité de Rivière-à-Pierre, 19 p.

Équipe de réalisation

SAMBBA

Supervision	Christine Demers, biologiste M. Sc. Env.
Relevés terrain	Christine Demers, biologiste M. Sc. Env.
	Gabrielle Nobert-Hivon, biologiste B. Sc. Env.
	Andréane Couture, biologiste M. Sc. Env.
Analyse et rédaction	Andréane Couture, biologiste M. Sc. Env.
Géomatique	Christine Demers, biologiste M. Sc. Env.
	Ève Dupuis

Table des matières

MISE EN CONTEXTE 6

Indicateurs 6

PORTRAIT DU LAC 8

MÉTHODOLOGIE 10

RÉSULTATS 10

Transparence de l'eau 11
Oxygène dissous 13
Plantes aquatiques 14
Périphyton 15
Faune 15
Évaluation sommaire de l'état du lac 15

RECOMMANDATIONS 16

Sensibilisation, information et formation 16
Bandes riveraines (rives) conformes 16
Gestion des intrants 17

RÉFÉRENCES 18

Table des figures

Figure 1. Occupation du territoire en périphérie du lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc).....9

Figure 2. Lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc), résultat du 18 septembre 2024. 11

Figure 3. Échelle des niveaux trophiques selon le phosphore total (µg/l), la Chlorophylle α (µg/l) et la transparence (m). La mesure de transparence (profondeur moyenne de Secchi ; 1,63m) est indiquée par un point rouge. 12

Figure 4. Panache de sédiments provenant du tributaire dans le lac Beaupré. 12

Figure 5. Profils de température (°C) et d'oxygène dissous (mg/L) dans la fosse du lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc) le 18 septembre 2024. 13

Figure 6. Section de la colonie de Brasénie de Schreber (*Brasenia schreberi* J.F. Gmelin) du lac Beaupré le 18 septembre 2024. 15

Figure 7: Exemple d'une bande riveraine conforme, selon les règlements d'urbanisme de la municipalité de Rivière-à-Pierre (Qc) (MRAP, 2023). 17

Mise en contexte

Le lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc) est un lac qui attire de plus en plus l'attention. En effet, des citoyens ont observé un changement dans son apparence au cours des dix dernières années. Dans le but d'obtenir de meilleures connaissances sur son état, la municipalité de Rivière-à-Pierre a mandaté la SAMBBA OBV Batiscan-Champlain pour effectuer l'évaluation sommaire de l'état trophique du lac selon différents indices :

- Abondance de macrophytes;
- Présence de périphyton;
- Transparence de l'eau;
- Profil de température;
- Profondeur.

Ce rapport technique permettra donc de mieux connaître et de clarifier l'état actuel du lac Beaupré de façon à informer et sensibiliser plus efficacement les citoyens sur les enjeux liés à ce lac. Toutefois, ceci demeure une évaluation sommaire. Pour connaître plus en profondeur son état réel, des analyses répétées et plus approfondies seront nécessaires.

Indicateurs

Il est important de mentionner que les **plantes aquatiques** sont des végétaux de grande dimension (visibles à l'œil nu) qui possèdent des structures (feuille, tige, racine). Elles permettent de filtrer les particules en suspension, de capturer les éléments nutritifs et les sédiments, de stabiliser le littoral et les sédiments, de fournir un habitat pour différentes espèces fauniques et d'aider à prévenir l'érosion des rives (Rappel, 2024). L'augmentation de leur étendue et de leur densité pourrait résulter d'une accumulation en sédiments et d'un enrichissement en matière nutritive, suggérant un changement du niveau trophique du lac (MDDEP, 2014).

Le **niveau trophique** sert à classer les lacs selon leur productivité biologique. Les classes vont de « oligotrophe » à « eutrophe ». Les lacs oligotrophes sont caractérisés par une faible productivité des algues et des plantes aquatiques, alors que la productivité de ces organismes est élevée dans les lacs eutrophes. L'eutrophisation des lacs est un processus naturel, qui est dû à l'apport en nutriments du bassin versant (MELCCFP, 2023). Toutefois, les activités humaines tendent à grandement accélérer ce phénomène (Chislock et coll., 2013). L'échelle de temps sur lequel il se déroule est propre à chaque lac, mais le processus est habituellement très long. Le fait alarmant est qu'au cours des dernières décennies, certains lacs ont subi une eutrophisation prématurée. Que ce soit l'agriculture, le défrichage, la construction de routes et d'habitations, toutes les activités peuvent contribuer d'une façon ou d'une autre à augmenter les apports de matières nutritives au lac.

Cet enrichissement peut entraîner un large éventail de changements symptomatiques qui peuvent survenir à différents degrés comme : une hausse de la production du phytoplancton, du périphyton et des plantes aquatiques, une dégradation de la qualité de l'eau, une accumulation de sédiments (envasement) et des changements dans la biodiversité animale et végétale (CRE Laurentides, 2013).

Un des paramètres utilisés pour mesurer la quantité de matière nutritive disponible dans le lac est la **transparence de l'eau**. Elle est estimée par la profondeur de Secchi qui est une mesure intégratrice de l'état d'un lac. Elle diminue lors de l'eutrophisation d'un lac, car l'augmentation de l'abondance des algues limite la pénétration de la lumière dans l'eau (Håkanson & Boulion, 2003). La coloration de l'eau du lac influence aussi sa transparence. Les eaux sombres et colorées des lacs très concentrés en carbone organique dissous laissent la lumière traverser moins profondément que l'eau des lacs plus clairs (Håkanson & Boulion, 2003). Le carbone organique est majoritairement constitué de molécules excrétées lors de la décomposition des matières végétales. Une part importante de ce carbone provient du ruissellement depuis le bassin versant, surtout des milieux humides et forestiers. Il peut aussi être excrété par les plantes aquatiques croissant dans la zone littorale, ou encore produit lors de leur décomposition (Wetzel, 2001). Finalement, la transparence peut aussi dépendre de la concentration en solides en suspension, qui troublent l'eau lorsqu'ils deviennent plus abondants (Brezonik et col., 2019).

Le **phosphore** est l'un des éléments limitants principaux des algues dans un lac (Schindler, 1977). Une augmentation de la disponibilité du phosphore favorise leur croissance. Sans activité anthropique, le phosphore provient uniquement des roches contenant des phosphates. Naturellement, la charge en phosphore des lacs dépend donc de l'érosion des sols et des roches du bassin versant. Toutefois, les activités humaines ont grandement modifié le cycle du phosphore. Les principales sources de phosphore d'origine anthropique sont (Environnement Canada, 2023) :

- Les champs défrichés pour l'agriculture, particulièrement en cas d'épandage de fertilisants;
- Les eaux de ruissellement provenant des exploitations forestières et de l'expansion urbaine;
- L'érosion des rives;
- Les rejets industriels dans les sols et l'eau;
- Les rejets des eaux usées, incluant les fosses septiques;
- Les poussières transportées par le vent depuis les sols nus.

À travers une dynamique complexe de déposition et remobilisation, les sédiments dans le fond des lacs jouent aussi un rôle important dans la régulation du phosphore dans l'eau. Le phosphore peut en effet précipiter de la colonne d'eau jusqu'au fond du lac. Cette précipitation peut se faire par la déposition des algues mortes qui s'accumulent au fond du lac ou par la fixation des phosphates avec d'autres éléments qui crée des molécules relativement stables (Wetzel, 2001). Plus le temps de renouvellement de l'eau dans les lacs est lent, plus la quantité de phosphore précipitée est importante (CRE Laurentides, 2013). Les sédiments peuvent aussi représenter une source de

phosphore pour l'eau du lac. Cette remobilisation est particulièrement forte en cas d'hypoxie à l'interface entre l'eau et les sédiments et quand les sédiments sont remis en suspension par des perturbations (Wetzel, 2001). Ces perturbations peuvent être d'origine naturelle (vent, animaux) ou anthropique, comme lors du brassage des sédiments par les embarcations, l'implantation de fontaines, l'arrachement de plantes et bien plus encore.

Portrait du lac

Le lac Beaupré est situé dans la portion sud-est de la municipalité de Rivière-à-Pierre qui fait partie de la municipalité régionale de comté (MRC) de Portneuf de la région administrative de la Capitale-Nationale. Les coordonnées du plan d'eau sont 72° 10' 51" O / 46° 59' 11" N. Il est situé à 210 m d'altitude et est accessible seulement par des propriétés privées. Selon l'orthophoto, le lac est entouré d'une vingtaine d'habitations et est à proximité d'une route et d'un chemin d'un fer. Son bassin versant est non officiellement délimité, mais sa superficie est estimée à 2 km^2. Il est principalement occupé par des peuplements forestiers et des habitations (Figure 1. Occupation du territoire en périphérie du lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc).1).

Le tributaire de ce lac est un ruisseau sans nom situé à l'est du lac. Il prend sa source au lac de la Montagne en passant sous le chemin de fer et la rue principale avant de se jeter dans le lac Beaupré (Figure 1. Occupation du territoire en périphérie du lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc).). L'exutoire est situé au nord du lac et il se déverse dans la rivière à Pierre, près de 320 m en aval, un tributaire de la rivière Batiscan. Lorsqu'il y a de fortes crues et que le niveau de la rivière à Pierre monte, l'écoulement dans l'exutoire peut s'inverser et l'eau remonte dans le lac (comm. personnelle M. Goyette et L. Morneau). De plus, un fossé intermittent, situé au sud du lac dans le secteur de l'ancienne décharge a été créé en 2017 à la suite d'une inondation du secteur. En effet, l'eau s'y accumulait et s'infiltrait dans le substrat sableux. À la suite des recommandations, ce fossé a été creusé débouchant plus au sud, près de la rivière à Pierre (Delair, 2019). Il est toutefois difficile de savoir si cette modification a eu un impact sur le lac Beaupré.

Le lac a une superficie de 0,2 km^2 et est de forme ovale. Son périmètre est de 0,64 km et ses longueur et largeur maximales sont respectivement de 0,27 km et 0,11 km. Il y a une fosse d'une profondeur de 6,5 m et le reste du lac est peu profond (Figure 1. Occupation du territoire en périphérie du lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc).).

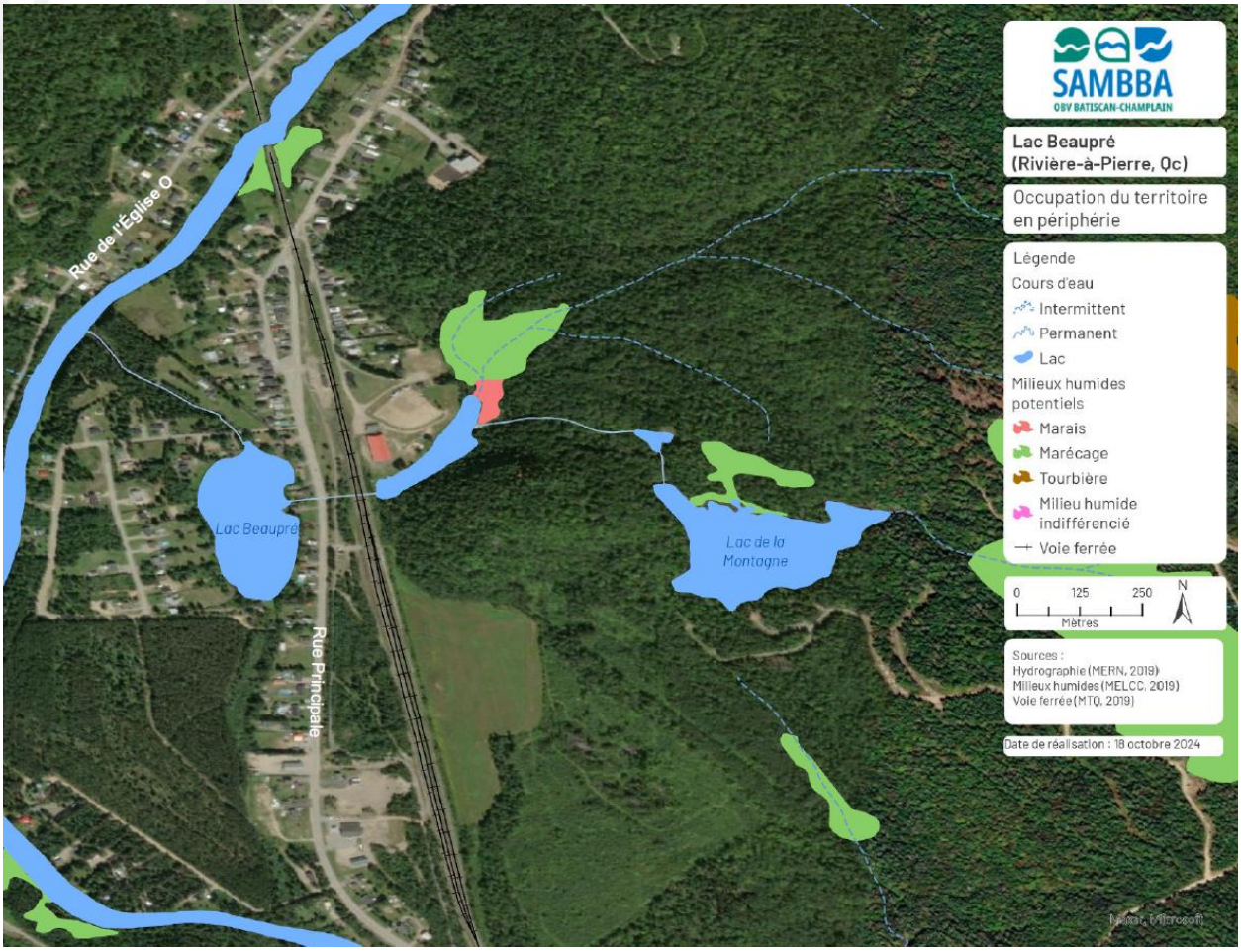

Figure 1. Occupation du territoire en périphérie du lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc).

Méthodologie

La prise de données sur le terrain a été réalisée le 18 septembre 2024 par une équipe composée de deux biologistes.

La fosse a été identifiée à l'aide d'un profondimètre et validée lors de la prise de mesures grâce à l'appareil YSI. Un tracé GPS a été effectué à la limite de la couronne de végétaux présente sur le lac afin de suivre l'évolution de la colonisation des plantes aquatiques dans le temps (Figure 2. Lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc), résultat du 18 septembre 2024.

Un des paramètres utiles dans l'évaluation de l'eutrophisation quantité de matière nutritive d'un lac est la transparence de l'eau. Cette dernière a été mesurée à l'aide du disque de Secchi qui fut plongé à quelques reprises à différents endroits dans le lac.

Un profil vertical fut effectué au niveau de la fosse à l'aide de l'appareil YSI entre 11 h 28 et 11 h 42. Des mesures de température (°C) et d'oxygène dissous (%) ont été effectuées à tous les 0,5 m.

De nombreuses autres observations ont été réalisées au cours de la journée, notamment l'identification des macrophytes dominants, la présence de périphytons, l'examen des berges et l'observation d'espèces fauniques.

Résultats

Ce rapport ponctuel dresse un portrait sommaire de l'état du lac, à un moment très précis. Pour avoir un diagnostic plus éclairé de son état trophique, plus d'informations sont nécessaires. Néanmoins, nous pouvons prétendre que ce lac est en position de vulnérabilité en raison de sa petite taille, de sa faible profondeur et de son bassin versant marqué par l'anthropisation. Les activités humaines sont probablement les facteurs ayant le plus d'impact sur l'évolution de l'état du lac Beaupré. En effet, celui-ci est très habité sur son pourtour et possède des bandes riveraines parfois peu efficaces.

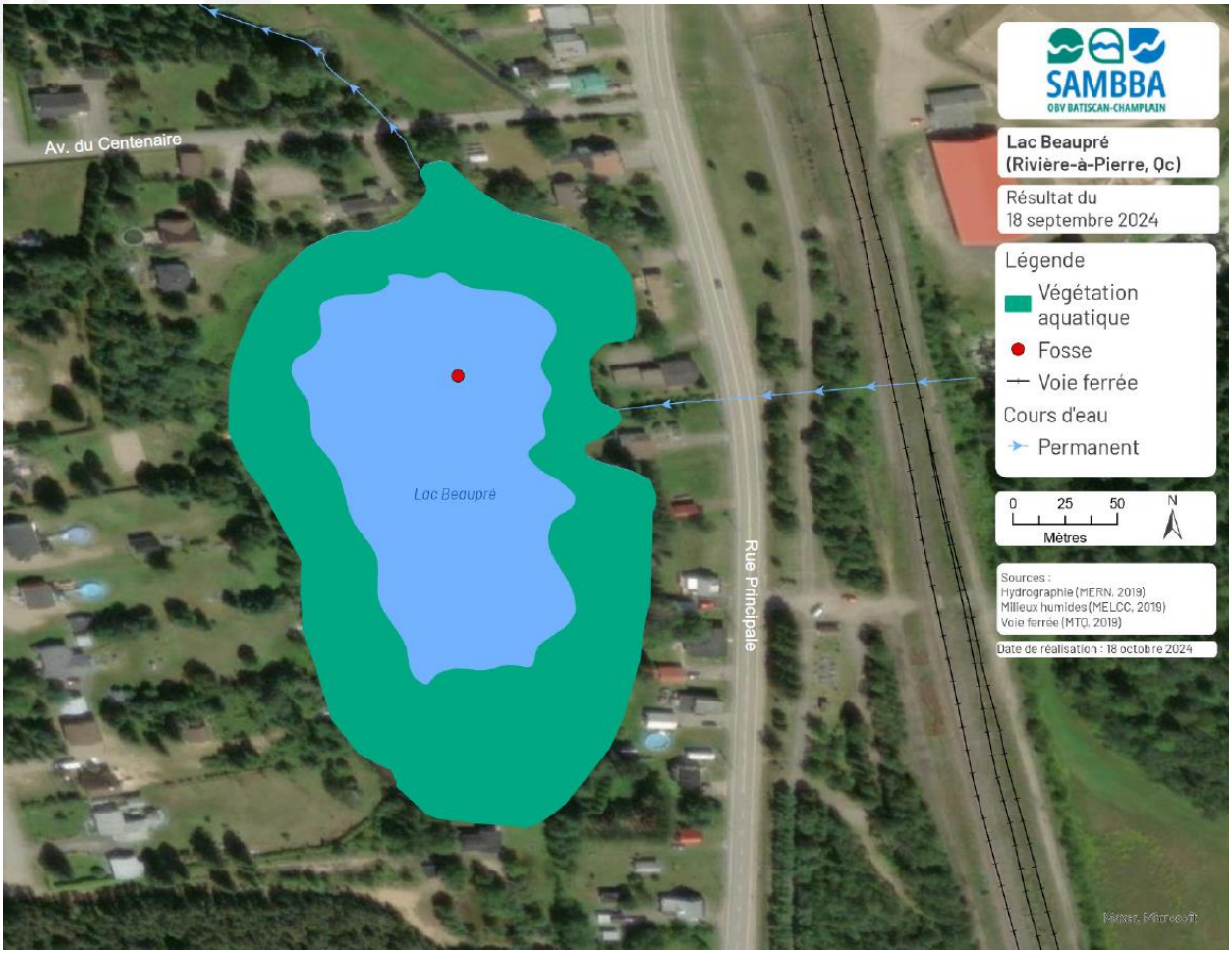

Figure 2. Lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc), résultat du 18 septembre 2024.

Transparence de l'eau

La transparence de l'eau est l'un des paramètres utilisés dans l'évaluation de l'eutrophisation d'un lac. En effet, elle diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues. Il y a donc un lien entre la transparence et le niveau trophique. La profondeur de Secchi moyenne mesurée dans le lac Beaupré était de 1,63 m. Cette transparence peut être un indicateur d'eutrophisation du lac, comme indiqué par le point rouge sur la Figure 3. Échelle des niveaux trophiques selon le phosphore total (µg/l), la Chlorophylle α (µg/l) et la transparence (m). La mesure de transparence (profondeur moyenne de Secchi ; 1,63m) est indiquée par un point rouge.. Il serait toutefois intéressant de mesurer la transparence de l'eau à différents moments de la saison et d'évaluer la concentration en carbone organique dissous, phosphore et chlorophylle α afin d'évaluer son influence sur la couleur de l'eau.

Un fort apport en sédiments semble être amené par le tributaire où un panache de sable était visible à sa sortie (Figure 4).

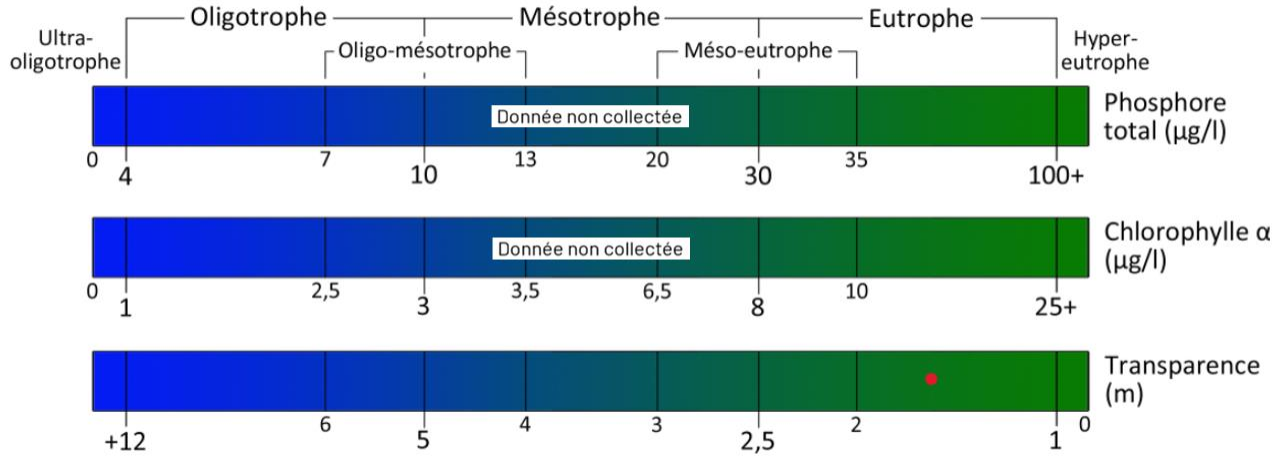

Figure 3. Échelle des niveaux trophiques selon le phosphore total (µg/l), la Chlorophylle α (µg/l) et la transparence (m). La mesure de transparence (profondeur moyenne de Secchi ; 1,63m) est indiquée par un point rouge.

Figure 4. Panache de sédiments provenant du tributaire dans le lac Beaupré.

Oxygène dissous

Le profil d'oxygène dissous diminue de manière constante avec la profondeur. Celui-ci passe de 7,63 mg/l à la surface pour atteindre l'hypoxie à 4 m (1,14 mg/l) et approcher l'anoxie à partir de 4,5 m (< 1 mg/l; Figure 5. Profils de température (°C) et d'oxygène dissous (mg/L) Figure 5. Profils de température (°C) et d'oxygène dissous (mg/L)). On parle d'hypoxie lorsque la concentration en oxygène est inférieure à 2 mg/l, ce qui crée un déficit en oxygène limitant la vie des organismes aquatiques. Elle résulte généralement de la décomposition, par des bactéries aérobies, de la matière organique (résidus de plantes et d'animaux) présente dans les sédiments et les solides en suspension. Plus un lac et/ou son bassin versant sont productifs, plus il y a de matières organiques produites et décomposées. À cette réalité s'ajoute l'historique de l'utilisation anthropique du territoire, telles l'agriculture et la villégiature (Jenny *et col.*, 2016).

L'anoxie au fond des fosses favorise la remobilisation du phosphore en augmentant la solubilité des phosphates (Jenny et col., 2016). Cette diminution de la concentration en oxygène est un signe potentiel d'eutrophisation.

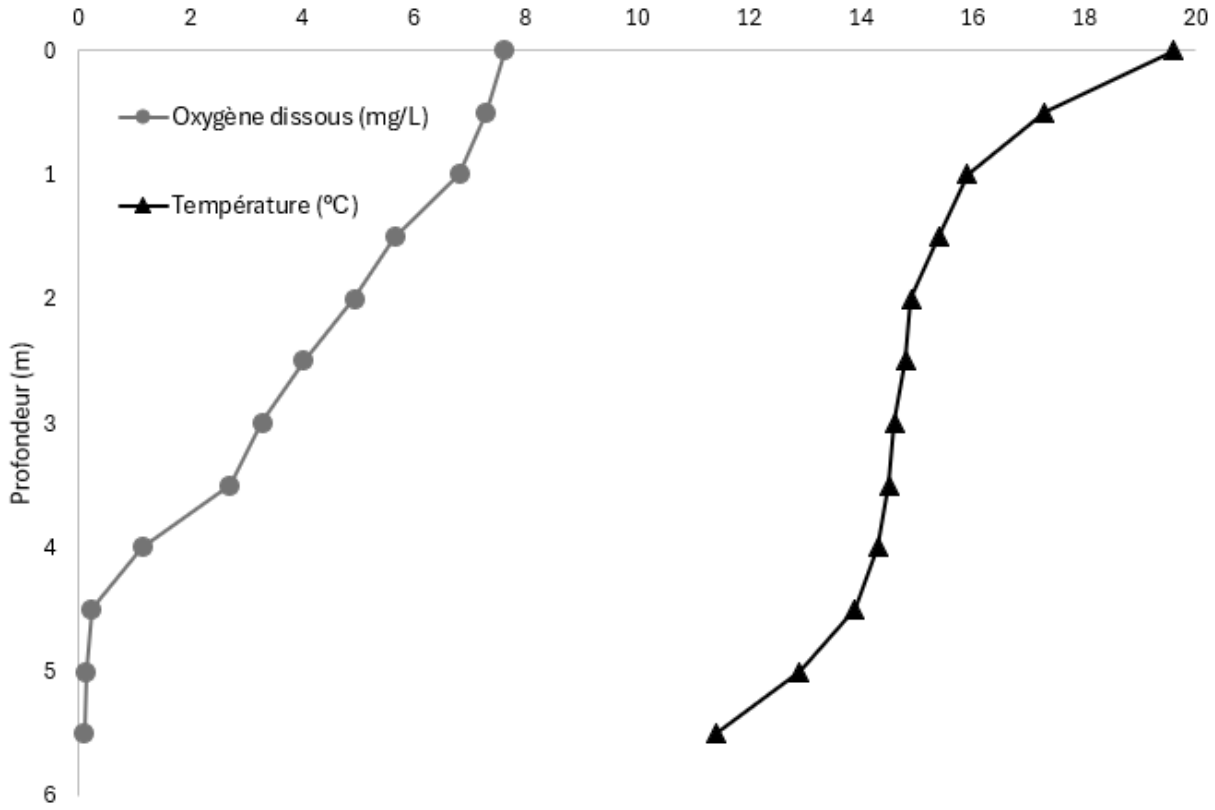

Figure 5. Profils de température (°C) et d'oxygène dissous (mg/L) dans la fosse du lac Beaupré (Rivière-à-Pierre, Qc) le 18 septembre 2024.

Plantes aquatiques

L'inventaire des herbiers aquatiques a mis en évidence la présence d'une espèce dominante, la Brasénie de Schreber (*Brasenia schreberi* J.F. Gmelin) formant une couronne au pourtour du lac (Figure 2). Cette plante aquatique à feuille flottante croît en colonies denses et étendues (Figure 6. Section de la colonie de Brasénie de Schreber (*Brasenia schreberi* J.F. Gmelin) du lac Beaupré le 18 septembre 2024.). L'utriculaire vulgaire (*Utricularia vulgaris* Linnaeus) une plante aquatique submergée carnivore, a aussi été observée dans la portion du pourtour du lac. Celle-ci se trouvait sous les feuilles des Brasénies. Une petite quantité de Potamots flottants (*Potamogeton natans* Linnaeus) a également été observée. Aucune plante aquatique submergée n'a été observée ou récoltée à une profondeur de plus de 2 m. Leur absence porte à croire que la lumière pénètre très peu dans la colonne d'eau à cette profondeur. De plus, la profondeur augmentait drastiquement après la limite du couvert végétal.

L'abondance de plantes aquatiques dans la zone à moins de deux mètres de profondeur laisse entendre que les nutriments ne limitent pas leur croissance, au contraire. De plus, lors de discussions avec des acteurs de la municipalité, il a été mentionné que ces espèces végétales ne sont présentes que depuis dix à quinze ans. Ce phénomène mérite une attention particulière dans

le temps, car l'abondance de plantes aquatiques dans les zones peu profondes d'un lac est l'un des premiers indicateurs à court terme de l'eutrophisation (MDDEP, 2014).

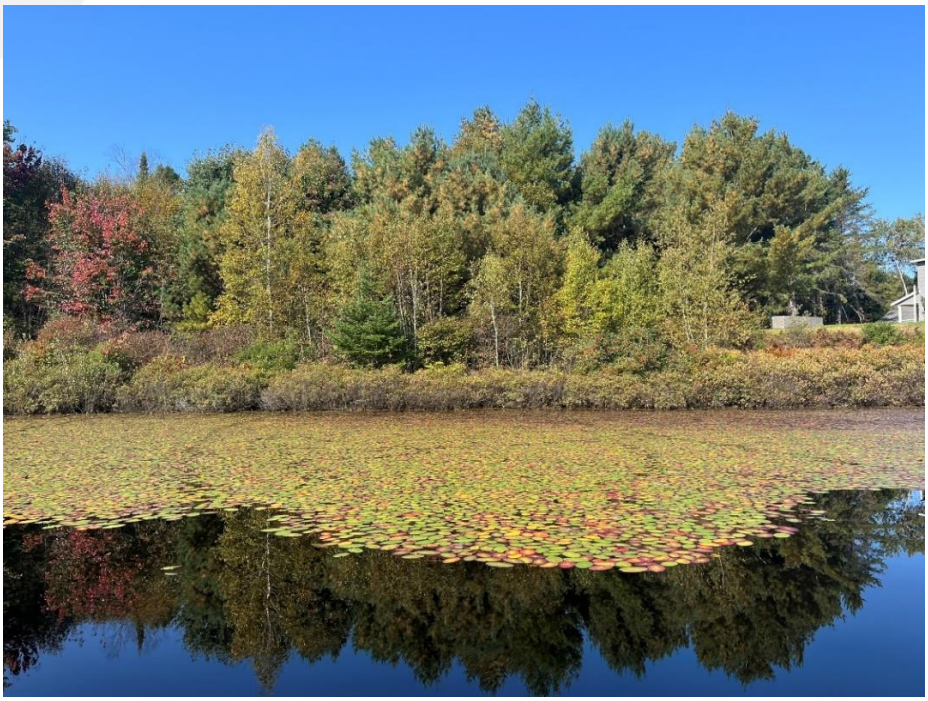

Figure 6. Section de la colonie de Brasénie de Schreber (*Brasenia schreberi* J.F. Gmelin) du lac Beaupré le 18 septembre 2024.

Périphyton

La présence de périphyton a été observée, mais la quantité n'était pas suffisante pour en faire une évaluation complète.

Faune

La présence de plusieurs espèces fauniques a été remarquée lors de la journée d'observation sur le lac Beaupré. En effet, l'équipe a observé :

- Grand héron (*Ardea herondias*, Linnaeus);
- Harle (*Mergus* sp. Linnaeus);
- Éponge d'eau douce (*Spongilla lacustris*, Linnaeus);
- Mulettes (*Elliptio* sp. Rafinesque).

Évaluation sommaire de l'état du lac

Considérant l'abondance de macrophytes dans la zone peu profonde du lac, la faible concentration en oxygène dissous au fond du lac et la faible transparence de l'eau, le lac Beaupré semble montrer des signes d'eutrophisation. Toutefois, les données récoltées sont insuffisantes pour statuer sur son état. Pour ce faire, une étude temporelle plus complète devra être réalisée.

Recommandations

Malgré le fait que les activités anthropiques puissent faire augmenter les apports en nutriments dans les lacs et les cours d'eau de manière considérable, tenter de faire cesser tout développement autour des plans d'eau et dans leur bassin versant est irréaliste. **La solution réside plutôt dans une gestion appropriée des activités humaines et de leurs impacts en termes de phosphore (GRIL, 2009). Afin de ralentir le processus d'eutrophisation, les principales actions à poser sont de sensibiliser la population, de s'assurer que les bandes riveraines et les installations septiques soient conformes, de garantir une bonne gestion des sédiments en amont et de faire un suivi de la qualité de l'eau pour mieux comprendre l'état réel du lac.**

Sensibilisation, information et formation

Il serait judicieux de mettre en place des activités ayant pour but d'informer et de sensibiliser les propriétaires sur les divers sujets touchant l'état du lac Beaupré, notamment sur : l'importance des bandes riveraines, la gestion des fosses septiques et l'introduction d'espèces exotiques envahissantes.

- Bulletins d'information, documents aux propriétaires ;
- Rencontres pour établir les priorités quant à la gestion du lac ;
- Tenue de conférences ;
- Sessions d'information.

Bandes riveraines (rives) conformes

Il a été observé que quelques aménagements de berges du lac Beaupré semblent limiter l'efficacité des bandes riveraines dans leur rôle de protection du lac contre l'eutrophisation. Une berge efficace possède les trois strates de végétation caractérisant une bande riveraine de qualité : arbres, arbustes et herbacés. Selon le document résumé des règlements d'urbanismes de Rivière-à-Pierre (MRAP, 2023) :

- Rive de 10 m : Une ouverture d'une largeur maximale de 5 m est permise. Aménagement sentier sans remblai ni déblai de 2 m maximum,
- Rive de 15 m : Une fenêtre d'une largeur maximale de 5 m est permise avec sentier ou escalier de 1,2 m maximum.

Exemple d'une rive de 10 m.

Figure 7: Exemple d'une bande riveraine conforme, selon les règlements d'urbanisme de la municipalité de Rivière-à-Pierre (Qc) (MRAP, 2023).

En augmentant l'absorption de l'eau par le sol, le ruissellement est diminué, donc l'apport en nutriments dans le cours d'eau également. Réduire les surfaces imperméables comme l'asphalte, le béton et les dalles ainsi que favoriser les matériaux perméables comme le gravier, le pavé et la végétation permettent d'augmenter l'absorption de l'eau par le sol. Enfin, le moyen le plus efficace d'assurer la stabilité de la rive et la rétention des nutriments est de mettre en place une bande de végétation riveraine comprenant des arbres, des arbustes et des herbacées (MRAP, 2023).

Gestion des intrants

Des actions peuvent être posées dans le but de limiter l'arrivée de nutriments, de sédiments et de polluants dans le lac Beaupré.

- Élimination des écoulements depuis les fosses septiques en s'assurant qu'elles soient conformes et récentes,
- Caractérisation des tributaires,
- Installation de ponceaux stables et règlementaires dans les cours d'eau du bassin versant,
- Végétalisation et entretien de fossés et de talus,
- Réalisation d'un plan directeur du bassin versant

Références

Brezonik, P. L., Bouchard Jr, R. W., Finlay, J. C., Griffin, C. G., Olmanson, L. G., Anderson, J. P., ... & Hozalski, R. (2019). *Color, chlorophyll a, and suspended solids effects on Secchi depth in lakes: implications for trophic state assessment*. Ecological Applications, 29(3), e01871.

Chislock, M. F., Doster, E., Zitomer, R. A. & Wilson, A. E. (2013). *Eutrophication: Causes, Consequences, and Controls in Aquatic Ecosystems*. Nature Education Knowledge 4(4):10

Conseil régional en Environnement des Laurentides. (2013). *Suivi complémentaire de la qualité de l'eau*. Programme Bleu Laurentides. Volet 1 – Multisonde. Complément d'information. Accessible en ligne : http://crelaurentides.org/wp-content/uploads/2021/09/Guide_Multisonde.pdf

Delair Guillaume. (2019). *Rapport d'inspection*. Municipalité de Portneuf, Service de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme. 8 p.

Environnement Canada. (2023). *Phosphore dans les écosystèmes aquatiques*. https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/surveillance-qualite-eaux-douces/publications/phosphore-ecosystemes-aquatiques/chapitre-1.html (consulté en octobre 2024).

Jenny, J. P., Francus, P., Normandeau, A., Lapointe, F., Perga, M. E., Ojala, A., ... & Zolitschka, B. (2016). *Global spread of hypoxia in freshwater ecosystems during the last three centuries is caused by rising local human pressure*. Global change biology, 22(4), 1481-1489. doi: 10.1111/gcb.13193.

Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL). 2009. *Calcul de la capacité de support en phosphore des lacs : où en sommes-nous?* 11 p.

Håkanson, L., & Boulion, V. V. (2003). *A model to predict how individual factors influence Secchi depth variations among and within lakes*. International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology, 88(2), 212-232.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). (2014). *Le Réseau de surveillance volontaire des lacs : Les méthodes*. Gouvernement du Québec. http://www.mddep.gouv.QC.ca/eau/rsvl/methodes.htm (consulté en octobre 2024).

Ministère de l'environnement, lutte contre les changements climatiques, faune et parcs. (2023). *Le Réseau de surveillance volontaire des lacs : Les méthodes*. Gouvernement du Québec. http://www.mddep.gouv.QC.ca/eau/rsvl/methodes.htm (consulté en octobre 2024).

Ministère des ressources naturelles et des forêts. (2019)., *Géobase du réseau hydrographique du Québec* (GRHQ), [Jeu de données], dans Données Québec, mis à jour le 14 juillet 2023 [https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/mrn] (consulté en octobre 2024).

Municipalité de Rivière-à-Pierre. (2023). *La bande riveraine*. 4p.,[En ligne], https://riviereapierre.com/wp-content/uploads/2023/06/La-bande-riverainemise-a-jour.pdf (consulté en octobre 2024).

Rappel, (2024). *Plantes aquatiques.*, [En ligne], https://rappel.qc.ca/fiches-informatives/plantes-aquatiques/. (Consulté en octobre 2024).

Schindler, D. W. (1977). *Evolution of Phosphorus Limitation in Lakes: Natural Mechanisms Compensate for Deficiencies of Nitrogen and Carbon in Eutrophied Lakes*. Science 195(4275):260–62.

Wetzel, R.G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Third Edition, Academic Press, San Diego, 1006 p.