

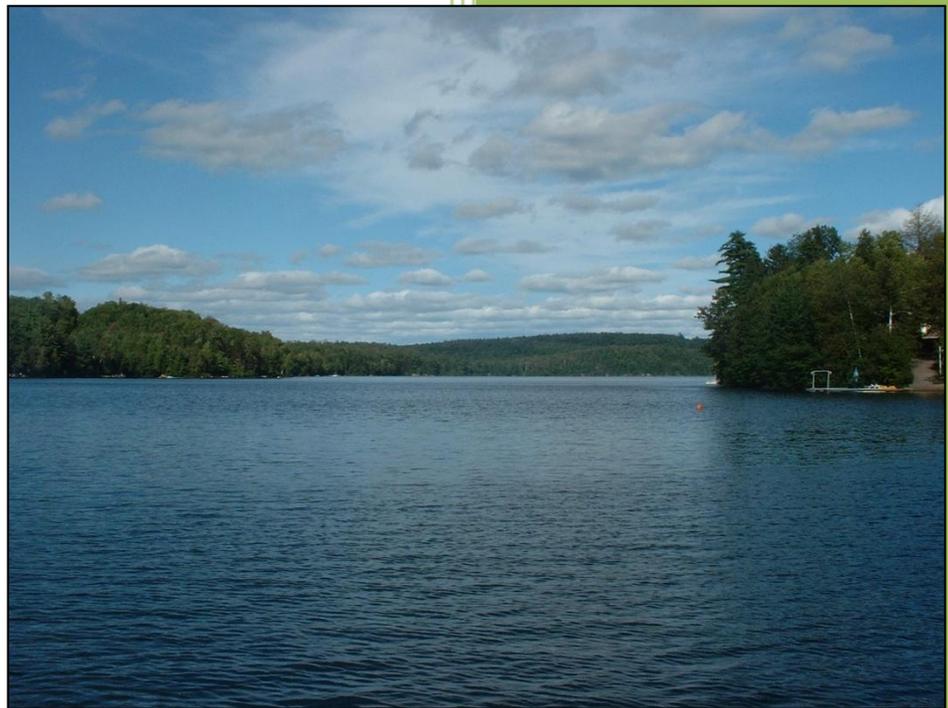


111-1, route des Pionniers
Saint-Raymond (Québec) G3L 2A8
418-337-1398
capsa@capsa-org.com
www.capsa-org.com

Synthèse

CAPSA

ORGANISME DE BASSIN VERSANT :
RIVIÈRES SAINTE-ANNE, PORTNEUF
ET SECTEUR LA CHEVROTIÈRE



LA CAPACITE DE SUPPORT EN PHOSPHORE DU LAC ÉMERAUDE

Présenté à :
L'Association des résidents du lac Émeraude

Octobre 2013

La CAPSA est un organisme à but non lucratif qui soutient et harmonise le développement par la mise en valeur du patrimoine écologique des cours d'eau d'une zone constituée des bassins versants des rivières Sainte-Anne, Portneuf et du secteur La Chevrotière. Créée il y a 25 ans, elle œuvre depuis 1992 dans une perspective de gestion de l'eau par bassin versant. Sa principale mission porte sur l'aménagement et la protection ayant pour but d'assurer la pérennité et la qualité de l'eau tout en permettant une cohabitation harmonieuse avec les activités humaines.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----------|
| TABLE DES MATIERES | II |
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 2. DOCUMENTS ET BASES DE DONNEES PRIS EN COMPTE | 2 |
| 3. QU'EST-CE QUE LA CAPACITE DE SUPPORT EN PHOSPHORE? | 3 |
| a) Importance du phosphore dans nos plans d'eau..... | 3 |
| b) D'où provient le phosphore ?..... | 3 |
| c) Le calcul du phosphore..... | 4 |
| 4. FORCES ET FAIBLESSES DES MODELES D'INTERPRETATION | 5 |
| a) Le modèle de <i>Dillon</i> | 5 |
| b) Étude de la capacité de support du Groupe Hémisphères..... | 6 |
| c) Cadre écologique de référence du MDDEP..... | 6 |
| 5. FAITS SAILLANTS..... | 8 |
| a) Évaluation de la capacité de support du lac Blanc..... | 8 |
| b) Cadre écologique de référence..... | 9 |
| c) Comparaison avec relevés plus récents..... | 11 |
| 6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS | 12 |
| 7. REFERENCES..... | 15 |
| ANNEXES..... | 16 |
| 1. Coefficients d'exportations utilisés par GH | |
| 2. Coefficients d'exportation utilisés par MDDEP (CER) | |
| 3. Fiche de résultats du Lac Émeraude (CER) | |
| 4. Limite du bassin versant du lac Émeraude | |

1. INTRODUCTION

Visant principalement la protection de la qualité de l'eau, l'Association des résidents du lac Émeraude ont abordé une démarche active d'évaluation et d'analyse de leur plan d'eau au cours des dernières années (2013).

Ces démarches ont principalement pour but d'évaluer les conditions actuelles du lac, en terme principalement de ses attributs physico-chimiques mais également au niveau de sa capacité de support en embarcations. Le portrait retiré de l'ensemble de ces évaluations, combinée à des données antérieures, permettra à l'Association de dresser un dossier actuel des conditions du lac et des meilleures recommandations pouvant être émises afin de protéger, voir améliorer la qualité de ce lac de villégiature.

Ayant été invitée régulièrement à collaborer à l'interprétation de l'ensemble des données rassemblées, la CAPSA a cru bon d'effectuer une synthèse d'information entourant spécifiquement l'interprétation de la capacité de support en phosphore du lac Émeraude. Représentant à la fois des notions importantes et un concept complexe, le calcul de la capacité de support en phosphore peut laisser place à de multiples interprétations ou dérivations quant aux conclusions qu'il nous est possible d'en retirer.

Afin d'orienter le plus justement possible les investigateurs et intervenants impliqués (de près ou de loin) dans les démarches de protection du lac Émeraude et sur la base des données actuellement existantes, c'est avec plaisir que la CAPSA présente cette synthèse d'information à propos de la capacité de support en phosphore. Ne se voulant pas exhaustif, les éléments traités dans ce document tiennent compte principalement des objectifs de l'Association des résidents du lac Émeraude dans leurs démarches de protection du lac.

2. DOCUMENTS ET BASES DE DONNÉES PRIS EN COMPTE

Plusieurs bases de données et travaux d'évaluation ont pu être réalisés au lac Émeraude au cours de la dernière décennie. Concernant spécifiquement l'évaluation de la capacité de support en phosphore, deux documents valorisant deux approches distinctes s'imposent pour le lac Émeraude :

- Évaluation de la capacité de support du lac Blanc (Rapport technique): réalisé par Groupe Hémisphères (mars 2006);
- Caractérisation et classification des lacs du bassin versant de la rivière Sainte-Anne (Cadre écologique de référence aquatique): mis sur pied par le Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec (octobre 2005).

En parallèle ou en complémentarité à ces études, d'autres données ont pu être compilées pour le bénéfice du lac Émeraude en 2005-2006:

- Guide du riverain / Lac Émeraude : réalisé par la CAPSA (2006);
- Diagnose écologique du lac Blanc : réalisé par la CAPSA (2006);

Bien que ces documents ne feront pas l'objet de discussion et d'analyse dans le présent rapport de synthèse, il est à noter que le travail du Groupe Hémisphères (mentionné plus haut), intègre les résultats de la diagnose écologique du lac Blanc dans son étude et que la diagnose a également contribué à l'élaboration du Guide du riverain.

À ces travaux s'ajoutent également plusieurs campagnes d'échantillonnages réalisées par les résidents du lac Émeraude au cours des dernières années, afin de capter un portrait précis et plus spécifique à certaines propriétés de la qualité de l'eau du lac. La dernière campagne d'importance fût notamment réalisée au cours de l'été 2013 par l'association des résidents du lac Émeraude et visait à effectuer l'analyse des paramètres suivants :

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| – Azote total Kejl Dahl; | – Dureté totale; |
| – Calcium; | – E.coli; |
| – Carbone organique dissous (COD); | – Magnésium; |
| – Chlorophylle @; | – Matière en suspension; |
| – Conductivité; | – Oxygène dissous; |
| – DBO ₅ ; | – pH; |
| – DCO; | – Phosphore total; |

Fait à noter, d'autres travaux d'importance mais qui ne seront pas analysés dans le présent document, ont également été réalisés pour le lac Émeraude au cours des dernières années :

- Caractérisation exhaustive des installations septiques du territoire de la Municipalité de Saint-Ubalde (lac Émeraude, lac Sainte-Anne et lac à la Perchaude) : réalisé par le Groupe Hémisphères (2010).
- Rapport d'inventaire ichtyologique du lac Émeraude : réalisé par le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (2011);
- Rapport sur l'encadrement sécuritaire des embarcations motorisées au lac Émeraude (Capacité portante du lac – critère sécurité) : réalisé par le comité environnement de l'Association des résidents du lac Émeraude (septembre 2013).

3. QU'EST-CE QUE LA CAPACITÉ DE SUPPORT EN PHOSPHORE?

Le calcul de la capacité de support en phosphore consiste à déterminer la charge maximale en phosphore pouvant être tolérée par le milieu lacustre, sans engendrer d'effets indésirables (GRIL, 2009). Il n'existe pas de cadre réglementaire quant au calcul théorique de la capacité de support en phosphore d'un plan d'eau sauf, une concentration maximale suggérée de 50% en phosphore total (PT) vis-à-vis la condition naturelle du milieu lacustre, comme critère de protection à la vie aquatique (Critère de qualité de l'eau de surface, MDDEP). Ce critère s'applique en période sans glace pour des lacs dont la concentration naturelle en PT est inférieure à 10 µg/L pour les lacs oligotrophes et 20 µg/L pour les lacs mésotrophes.

a) Importance du phosphore dans nos plans d'eau

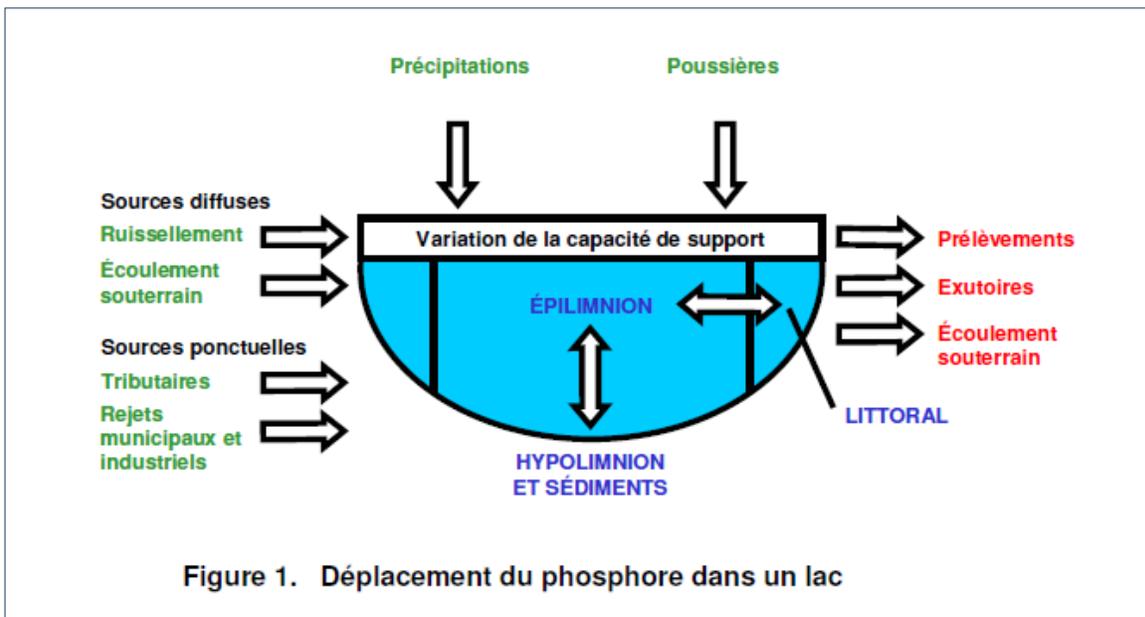
En tant que nutriment, le phosphore est le premier facteur limitant à la croissance des végétaux. Il est aussi l'élément nutritif le plus «contrôlable» par l'humain puisqu'il ne possède pas de forme gazeuse majeure (tel que l'azote) et sa solubilité dans l'eau est très réduite (se précipite facilement avec les ions calcium, magnésium, fer et aluminium).

b) D'où provient le phosphore?

Pour les milieux lacustres, on distingue deux types de sources de phosphore, soit internes ou externes. Les sources internes proviennent essentiellement des sédiments du lac, surtout lorsqu'ils seraient en situation de déficit d'oxygène. Difficilement mesurable, des études récentes sur ces apports de phosphore internes ont cependant démontré que les lacs oligotrophes souffraient peu ou pas de ce phénomène même lors de situation d'anoxie (déficit d'oxygène) dans l'hypolimnion (GH, 2006).

Les sources externes quant à elles, sont de provenance diverses et sont habituellement regroupées selon leurs origines ponctuelles (plus facilement identifiables et qui peuvent être contrôlées plus aisément) ou diffuses. Les principales sources ponctuelles des lacs de

villégiatures proviennent des installations septiques qui varient selon le nombre de résidences réparties dans le bassin versant (idéalement, sans égard à la distance de chacune d'elle au plan d'eau). Cet apport externe en phosphore est donc fonction de la population, du taux d'occupation et de l'efficacité de l'élimination de cet élément par l'installation septique. Les sources diffuses (plus difficiles à identifier et à contrôler), sont fonction des superficies drainées par les eaux de ruissellement et de lessivage. Dépendent de la superficie du bassin versant, de sa morphométrie et de la perméabilité des sols. Ces eaux, suite à leur contact plus ou moins prolongé avec le sol, peuvent entraîner des quantités appréciables de phosphore par érosion des particules du sol et par solubilisation des formes réactives (GH, 2005).



(Source : Groupe Hémisphères, 2006)

c) Le calcul du phosphore

Le calcul de la capacité de support en phosphore consiste à déterminer la charge maximale en phosphore pouvant être tolérée par le milieu lacustre. Le calcul est fonction des apports naturels et anthropiques de phosphore acheminés au lac et se prépare en fonction des différentes affectations et activités présentes, tout en tenant compte de la morphologie du lac et de l'hydrologie du bassin versant.

Il existe deux façons de calculer la capacité de support en phosphore d'un plan d'eau, soit par les modèles de **bilans de masse** ou par les modèles **empiriques**. Les bilans de masse compilent tous les entrants et sortants en phosphore d'un plan d'eau (un peu comme lorsqu'on dresse un

budget_coûts vs dépenses) alors que les modèles empiriques tentent de décrire la concentration en phosphore selon les variables qui composent le lac et son bassin versant.

Le **bilan de phosphore**, utile pour le calcul de capacité de support, se fonde sur la valeur moyenne de la concentration en phosphore total (PT) observable durant la période dite sans glace. Il tient donc compte des prélèvements effectués en période de stratification thermique (période estivale) et de brassage (période automnale ou printanière) alors que la colonne d'eau du lac s'homogénéise par la déstratification thermique du plan d'eau.

Le calcul de la capacité de support en phosphore d'un lac nécessite, en plus du calcul des charges spécifiques totales (ponctuelles et diffuses) et des charges entièrement naturelles, l'évaluation de la fréquence de renouvellement du plan d'eau et du coefficient de rétention en phosphore (c.-à-d. la proportion des apports en phosphore pouvant être séquestrés dans le lac). À cet effet, il peut être judicieux de tenir compte de la contribution des sédiments dans l'apport de phosphore lorsqu'il y a épuisement en oxygène dans l'hypolimnion (fond du lac). Quoique difficilement mesurable et possiblement peu problématique pour les lacs oligotrophes (comme le lac Émeraude), rappelons que les conditions d'anoxie favorisent le relargage du phosphore séquestré dans les sédiments.

4. FORCES ET FAIBLESSES DES MODÈLES D'INTERPRÉTATION

a) Le modèle de Dillon

Le modèle de *Dillon & Rigler*, élaboré dans les années 70, fût l'un des premiers à permettre une évaluation de la capacité de support à partir des lacs de villégiature de l'Ontario. Maintes fois révisé depuis, afin de mieux correspondre aux régions d'application du Québec ou de l'Ontario, l'imprécision des différents modèles ainsi engendrés ne permettrait toujours pas, selon plusieurs chercheurs, de prédire adéquatement la capacité de support des lacs (GRIL, 2009).

Bien que parfois contesté, le modèle de *Dillon et Rigler* reste tout de même encore l'un des rares outils disponibles et opérationnels permettant de produire des estimations de concentration basées sur des variables simples et accessibles. La force de ce modèle réside dans la comparaison de l'importance relative des différentes sources naturelles et anthropiques de phosphore, et non dans la précision absolue (Groupe Hémisphères, 2006). C'est pourquoi il a été utilisé avec calibrage pour l'étude du Groupe Hémisphères et utilisé pour le traitement de la base de données cartographique du Cadre écologique de Référence (MDDEP, 2005).

b) Étude de la capacité de support du Groupe Hémisphères

L'exercice de modélisation du Groupe Hémisphères (GH) a eu le bénéfice d'identifier les sources de phosphore du lac Blanc et de quatre autres lacs de villégiature de son bassin versant, dont le lac Émeraude. La méthode préconisée par ces experts pour réaliser cette étude s'appuie sur les recherches qui ont menées au modèle de *Dillon*. Validé plus récemment par d'autres chercheurs pour des lacs reposant en grande partie sur la formation géologique du Bouclier Canadien (donc de la lithologie semblable à celle du lac Blanc), le modèle de *Dillon* a été calibrée par le GH en intégrant les facteurs de correction propres au milieu de la région de Portneuf.

La force de l'étude de la capacité de support du lac Blanc réside principalement par la validation terrain que le Groupe Hémisphères a effectué. L'échantillonnage du phosphore total (PT) en période de brassage automnal ainsi que la vérification des épaisseurs de dépôts meubles dans le bassin versant du lac Blanc, sont quelques interventions qui ont permis d'ajouter beaucoup de précisions au calcul de capacité de support de cette étude. Pour effectuer le calcul des apports ponctuels en phosphore, GH a notamment validé les données existantes sur le nombre exact d'habitations ainsi que sur le type d'installations septiques présentes, en utilisant les données descriptives inscrites au rôle d'évaluation de chaque municipalité touchée. Ainsi, le calcul de la population annuelle a pu être déterminé de façon relativement précise en validant les données auprès des inspecteurs municipaux.

Au niveau des estimations pour les apports diffus de nutriments, il est également intéressant de souligner que l'étude du GH inclus dans son évaluation la densité des chemins forestiers. De récentes études montrent que la présence de ces voies de communication entraîne un apport non négligeable sur l'enrichissement en phosphore des plans d'eau (GH, 2006).

Fait à remarquer, le GH compare également les résultats de son étude avec les résultats du Cadre écologique de référence du MDDEP pour les niveaux d'atteinte des apports permis en phosphore des lacs étudiés. Ce qui a permis de mettre en évidence les similitudes entre les résultats de ces deux études.

c) Cadre écologique de référence du MDDEP

L'ensemble des travaux d'interprétation du Cadre écologique de référence (CER) est basé sur des informations de nature cartographique (morphologie, hydrologie et géologie) qui n'ont fait l'objet d'aucune mesure directe ou de validation sur le terrain. La classification des lacs et l'interprétation reliées à la problématique des apports en phosphore par le CER permettent donc d'aborder la question des nutriments et de l'enrichissement d'un très grands nombre de lacs mais restent limitées par la portée de ces évaluations. Aucune interprétation du CER ne devraient donc être prise pour acquise, sans validation sur le terrain.

Le niveau de précision du CER ne permettra pas de prendre une décision finale sur l'ajout de «X» chalets sur les rives du lac Émeraude ou à l'intérieur de son bassin versant (tout comme l'étude du Groupe Hémisphères non plus). L'angle d'approche du CER permet seulement de tirer des pistes de réflexions et des éléments de réponses et cela, selon les tendances majeures et les évidences reconnues dans la littérature pour le fonctionnement des lacs. Le CER est donc utile pour connaître sommairement le potentiel du lac Émeraude à accepter une augmentation de charge en nutriments.

Fait à noter, le CER prend en compte les apports ponctuels de nutriments à partir des données des rôles d'évaluation. Seules les sources ponctuelles situées dans un rayon de 300 mètres autour du réseau hydrographique sont donc considérées (alors que GH prend en compte l'ensemble du bassin versant).

Tableau 1 : Nombre de personne/année correspondant au type d'habitation selon le CER.
(MDDEP, 2005)

| Type de résidence | Nombre de personnes/année |
|--|---------------------------|
| Résidence individuelle permanente | 2,8 |
| Résidence mobile | 2 |
| Résidence secondaire (saisonnière, chalet) | 0,75 |

Également, les valeurs d'apport pour les habitants vont varier selon la présence et l'efficacité d'un système de traitement des eaux usées domestiques (selon qu'il s'agisse d'un égout, d'une fosse septique, d'un puisard ou de rien du tout) et le CER tient compte à cet effet d'un gradient d'efficacité déterminé selon le type de traitement présent. Il apparaît dans la littérature¹ que les systèmes d'épuration habituels n'ont pas de bons rendements à l'égard du phosphore (MDDEP, 2005).

Tableau 2 : Efficacité des différents systèmes d'épuration des eaux usées comme source ponctuelle d'apports en phosphore selon le CER. (MDDEP, 2005)

| Type de traitement | Efficacité |
|-----------------------|------------|
| Égoût | 1 |
| Fosse septique | 0,15 |
| Puisard | 0,15 |
| Aucun système présent | 0 |

¹ Référence littéraire : RECKHOW, K.H., BEAULAC, M.N., SIMPSON, J.T., 1980 (MDDEP, 2005)

Quoiqu'il en soit, les résultats du CER au niveau des apports permis en phosphore ont pu être comparés avec les résultats du Groupe Hémisphères et a permis de constater une similitude relative entre les deux types d'analyses. Ce qui permet de croire en la solidité de cette évaluation théorique qui est strictement élaboré à partir de bases cartographiques.

5. FAITS SAILLANTS

a) Évaluation de la capacité de support du lac Blanc

Intégrer au calcul de la capacité de support du lac Blanc, le lac Émeraude a bénéficié des travaux du Groupe Hémisphères au niveau de plusieurs analyses. Ce qui a permis notamment de connaître la valeur des attributs suivants :

Tableau 3 : Résultats du calcul de la capacité de support du lac Émeraude . (GH, 2006)

| Attributs du lac Émeraude | Valeur | Unité |
|--|------------|-----------------------|
| Temps de renouvellement du lac | 4,04 | année |
| Estimation des apports naturels d'origine (sans présence anthropique) en phosphore | 48,4 | Kg PT/an |
| Estimation des apports actuels (naturels actuels + anthropiques) en phosphore | 135,6 | |
| Concentration de PT mesurée en novembre 2005 | 4,0 | µg/L |
| Concentration de PT_[SG] théorique observée (concentration moyenne en période sans glace) | 3,7 | |
| Concentration de PT limite (selon critère de qualité de l'eau du MDDEP) | 2,1 | |
| Charge totale de l'état naturelle en PT | 48 | mg/m ² /an |
| Charge maximale admissible en PT (selon critère du MDDEP) | 76 | |
| Charge totale actuelle en PT (naturelle actuelle + anthropique) | 135 | |
| Charge en PT supplémentaire admissible | -59 | |

L'évaluation des charges polluantes se résumait à appliquer la charge unitaire de 2 g de phosphore total (PT) par *personne/jour* pour un débit unitaire résidentiel médian. Cette charge calculée pour l'étude correspond à un apport de 0,745 kg/personne annuellement. Mais le GH a

également tenu compte de l'efficacité des systèmes d'épuration des eaux usées par la variabilité de performance de ces installations. Ainsi, par l'utilisation d'un facteur d'efficacité conservateur de 25%, l'apport annuel de PT a été établi à **0,559 Kg/personne**.

Le calcul de la rétention observée (phosphore séquestré dans le lac) pour le lac Émeraude a notamment démontré une valeur particulièrement élevée comparativement aux autres lacs du bassin versant du lac Blanc. Le faible temps de renouvellement du lac (4,04 année) ainsi qu'un développement plutôt récent en périphérie de ce plan d'eau pourrait, selon le Groupe Hémisphères (GH), expliquer en partie ce phénomène. Toujours selon l'étude du GH, l'état naturel du lac Émeraude présenterait une concentration en PT (avant utilisation anthropique du territoire) très basse, soit estimée à 1,4 µg/L. Conjugué au critère de qualité de l'eau du MDDEP, soit une concentration maximale n'excédant pas plus de 1,5 fois la concentration naturelle du milieu (ou 50%), il a été démontré que la concentration de PT du lac Émeraude ne devrait pas excéder 2,1 µg/L. La concentration moyenne équivalente de PT évaluée pour la période sans glace lors de cette étude réalisée en 2005, a été estimée pour le lac Émeraude à **3,7 µg/L**.

Il apparaît donc, pour le Groupe Hémisphères, que le lac Émeraude aurait dépassé sa capacité de support de **44%**. Cet évaluation peut en partie s'expliquer par la faible superficie du bassin versant du lac Émeraude qui octroie à celui-ci une concentration naturelle de départ estimée très basse (<2 µg/L). Le lac Émeraude a dévoilé par ailleurs les meilleurs signes de jeunesse pour l'ensemble des lacs de villégiatures du bassin versant du lac Blanc, visés par l'étude du Groupe Hémisphères. Les multiples mesures de transparence effectuées par divers intervenants au cours des dernières années, en font d'ailleurs la démonstration (valeurs de transparence oscillant entre 6,4 et 9,2 m).

b) Cadre écologique de référence

En sa qualité de base de données cartographique, le Cadre écologique de référence (CER) du MDDEP, par le biais de sa caractérisation et classification des lacs du bassin versant de la rivière Sainte-Anne, nous permet d'accéder à une interprétation intéressante de la problématique des apports en nutriments pour le lac Émeraude.

Tout d'abord, il est bon de préciser que pour le CER, l'estimation du nombre de personne/année se calcul à partir des informations au rôle d'évaluation, selon l'hypothèse suivante : Celles-ci, traduites en équivalent *personne/année*, prend en compte la contribution de 2,2 g de phosphore par habitant, chaque jour. Une *personne/année* correspond donc à 800 000 mg de phosphore (soit **0,8 kg/an**) selon le CER.

L'un des objectifs du CER est de classer les lacs selon leur vulnérabilité. Celle-ci doit tenir compte principalement de deux aspects, soit : a) de l'évaluation de la sensibilité des lacs aux apports en

nutriments (en terme de concentration), et b) Le potentiel des lacs à les mobiliser (exprimé ici par l'évaluation de la probabilité de la présence de zones peu profondes).

Par l'interprétation de la sensibilité des lacs en apports de nutriments, les CER permet d'évaluer l'intensité de la réaction d'un lac face à l'ajout d'une **dose fictive de 20 Kg/an** de phosphore (ce qui correspondrait sommairement à l'ajout d'un développement d'une dizaine de résidences permanentes) (MDDEP, 2005). L'intensité de la réaction est ainsi estimée pour le lac en termes de **changement théorique de la concentration en phosphore** à l'aide du modèle de *Dillon*. L'interprétation qualitative de probabilité de présence de zones peu profondes vise quant à elle à estimer dans quelle mesure les nutriments se rendant au lac sont susceptibles d'être mobilisés pour augmenter la productivité biologique.

Tableau 4 : Interprétation des problématiques reliées aux apports de nutriments pour les lacs Émeraude et à la Hache selon le CER. (MDDEP, 2005)

| Interprétations du CER | Évaluation du lac Émeraude | Évaluation du lac à la Hache |
|--|----------------------------|------------------------------|
| Sensibilité du lac aux apports en nutriments | <i>Modérée</i> | <i>Forte</i> |
| Probabilité de zones peu profondes | <i>Modérée</i> | <i>Forte</i> |
| Vulnérabilité intrinsèque du lacs à l'eutrophisation | <i>Modérée</i> | <i>Forte</i> |
| Niveau d'atteinte des apports permisibles en phosphore | <i>Dépassé (225%)</i> | <i>Faible (3,4%)</i> |

Selon le CER, les lacs modérément sensibles aux apports de nutriments (comme le lac Émeraude), sont ceux dont l'ajout virtuel de phosphore (+ 20 Kg/an) peut faire varier la concentration en phosphore d'une valeur de 1 µg/L à 3 µg/L. Il est certain que ces bornes de valeurs, ici choisies par l'équipe du MDDEP, sont subjectives et peuvent être sujettes à discussion. Cependant, tel que mentionné par le MDDEP, l'objectif de cet exercice est de relativiser la sensibilité d'un lac à l'autre et non de tenir réellement compte de valeur quantitatives.

Toujours selon le CER, les lacs à vulnérabilité modérée (tel que le lac Émeraude), seraient d'un statut plutôt mitigé en ce qui a trait au développement permisible en périphérie.

c) Comparaison avec relevés plus récents

Afin d'observer les variations qui pourraient s'être développées depuis les investigations de 2005, voici quelques éléments de comparaison avec les plus récentes analyses effectuées au lac Émeraude :

Tableau 5 : Comparaison de différents résultats d'analyse et d'inventaire au lac Émeraude.

| Paramètres | Résultats | Date du relevé d'analyse ou d'inventaire | Instigateur de la mesure |
|---|-------------------------------|--|--------------------------|
| Phosphore total mesuré (µg/L) | 4,0 | 9 novembre 2005 | CAPSA /GH ² |
| | 6,0 | 31 juillet 2013 | ARLE |
| Transparence (m) | 6,4 | Août 2005 | CAPSA |
| | 9,2 | Juillet 2010 | MRNF |
| | 7,3 | Juillet 2013 | ARLE |
| Nombre de résidences <ul style="list-style-type: none"> • RP : résidence permanente • RS : résidence secondaire • TD : Terrain en développement | RP : 8 RS : 77 | Automne 2005 | GH |
| | RP : 8 RS : 70 | Octobre 2005 | CER (MDDEP) |
| | RP : 12 RS : 78 TD : 13 | Juin 2013 | ARLE |
| Population annuelle (pers./jour) | 139,5 ³ | Automne 2005 | GH |
| | 74,9 ⁴ | Octobre 2005 | CER |
| | 98,2 | Juillet 2013 | ARLE |
| Contribution de PT par personne (Kg/an) | 0,56 | Automne 2006 | GH |
| | 0,8 | Octobre 2005 | CER |

Avec les nouvelles mesures disponibles, il pourrait être judicieux de niveler les résultats des études produites en 2005. Cependant, pour des considérations d'expertises ainsi que pour le respect des méthodes et procédés privilégiés à l'époque notamment par le Groupe Hémisphères et le MDDEP, l'actualisation de ces informations demeure, pour nos compétences, hypothétique.

² Prélevé par CAPSA, selon protocole de Groupe Hémisphères dans le cadre de l'Étude de capacité de support du lac Blanc (2005).

³ Un nombre théorique moyen de 3 personnes par chalet ou résidence permanente est utilisé.

⁴ Se référer au **tableau 1** pour connaître le nombre de personnes utilisées selon le type de résidence.

6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Conclusion

Bien que différentes, les deux approches principalement synthétisées présentent plusieurs similitudes qui nous placent devant un même constat : soit le caractère de dépassement de la capacité de support en phosphore du lac Émeraude. Utilisant une même base cartographique (superficies pour les affectations de sol semblables, mêmes valeurs morphométriques du plan d'eau), une évaluation des influences anthropiques similaires (coefficients d'exportation et concentration des apports anthropiques aux valeurs proches notamment), ainsi qu'un même modèle de calcul (la base du modèle de *Dillon*) mais présenté avec une précision bien différente, il nous est possible de manœuvrer sur ce constat, avec assurance.

Évidemment, les pourcentages divergents pour les valeurs de dépassement calculées par ces deux équipes de travail (soit **44%** chez GH et **225%** dans le CER) peuvent s'expliquer en partie par :

- L'angle d'interprétation du CER intègre à priori une valeur limite à ne pas dépasser de 100% (appliqué chez GH, leur valeur de rétention équivaldrait à 144%);
- la différence des valeurs de contribution des apports ponctuels de phosphore par habitant (**0,56 kg/an** chez GH vs **0,8 kg/an** pour le CER);
- L'ensemble des procédés d'évaluation qui tient compte davantage des réalités sur le terrain dans l'étude du Groupe Hémisphères (qui apporte davantage de précisions).

Aussi, bien que 8 ans se soient écoulés depuis la réalisation des études du Groupe Hémisphères et du MDDEP, les résultats obtenus n'en demeurent pas moins pertinents en 2013, vu l'échelle évolutive des milieux lacustres et dans le contexte de développement de la villégiature que connaissent bon nombre de nos lacs aujourd'hui.

En second lieu, même s'il a été possible de démontrer au cours de l'étude du lac Blanc que la nature des sols en périphérie du lac Émeraude démontre une bonne capacité de rétention du phosphore (GH, 2005) et que les récentes analyses de la qualité de l'eau du lac Émeraude⁵ dévoilent des caractéristiques nettement associées aux lacs oligotrophes, il demeure tout à fait légitime et pertinent de se préoccuper de la tangente que pourrait prendre l'évaluation de dépassement de la capacité de support en phosphore. Le nombre croissant de résidences permanentes et saisonnières observée au lac Émeraude (augmentation de 21% des résidences

⁵ Référence : Certificat d'analyse Laboratoires AGAT, 2013 et relevés de transparence de l'ARLE

depuis 2005, si on inclut 13 terrains qui sont actuellement en développement– voir **tableau 5**) sont une démonstration claire de l'attraction grandissante de la population pour les plans d'eau du Québec et de surcroît, de l'accroissement des possibles apports ponctuels et diffus de nutriments.

C'est donc par les diverses caractéristiques qui ressortent des analyses de la qualité de l'eau du lac Émeraude, des résultats issus des évaluations de capacité de support en phosphore ainsi que par les activités anthropiques actuellement en cours en périphérie du lac, qu'il demeure important, pour les riverains, municipalités ou autres autorités concernées, de poursuivre les efforts de protection et de conservation favorables l'intégrité de ce plan d'eau exceptionnel.

Recommandations

Au terme de cette synthèse portant sur la capacité de support en phosphore du lac Émeraude, voici quelques recommandations permettant de poursuivre les efforts de protection pour ce plan d'eau :

- Poursuivre la réalisation et le respect du plan de protection disponible au sein du Guide du riverain, remis aux résidents du lac Émeraude en 2006;
- Rassembler les informations permettant de mieux connaître et évaluer les sources de phosphore ponctuelles et diffuses présentes dans le bassin versant. Notamment :
 - impact de la voirie forestière (routes, fossés, ornières, etc.);
 - influence du ruissellement se produisant dans le bassin versant;
 - influence des tributaires se jetant au lac;
 - État général des installations septiques;
- Se doter d'un plan d'action global permettant la priorisation des actions pour le contrôle des apports en phosphore du lac Émeraude (dont la mise aux normes des systèmes de traitement des eaux usées déficients et la saine gestion des eaux de ruissellement) ainsi que la liste des partenaires visés par l'atteinte de ces objectifs. Ce plan d'action pourra également intégrer un nouveau plan de protection pour le plan d'eau (mise à jour du plan de protection de 2006).
- Poursuivre l'analyse des paramètres physico-chimiques du lac Émeraude afin de mieux connaître notamment l'évolution de son niveau trophique ainsi que de ces apports de phosphore.

À ce titre, une surveillance annuelle des paramètres suivants serait à privilégier :

- Transparence;
- Profil de températures et d'oxygène dissous, minimalement 3 fois en saison, entre les mois de juin et septembre;

Également, l'analyse annuelle, ou aux trois ans, des paramètres suivants :

- Phosphore total ($\mu\text{g/L}$);
 - Carbone organique dissous;
 - Chlorophylle @
- En considération de la réalisation d'un premier rapport sur l'encadrement des embarcations motorisées du lac Émeraude - volet sécurité; et de la popularité importante des activités nautiques sur ce plan d'eau, il serait judicieux de poursuivre les efforts d'analyse pour l'impact des embarcations sur la qualité de l'eau, spécifiquement en ce qui concerne l'incidence sur les matières en suspension (érosion des rives, brassage, remise en suspension des sédiments, etc.) ;
 - Favoriser la concertation entre les intervenants et représentants municipaux du secteur du lac Émeraude;
 - Bien que l'exercice n'ait pu être rendu aux fins du présent document, il serait extrêmement intéressant, avec l'approbation et la complicité des instigateurs initiaux, d'actualiser les données destinées aux calculs de capacité de support en phosphore du lac Émeraude, notamment en ce qui concerne les nouveaux recensements du nombre de résidences autour du lac. Ce nivellement permettrait certainement de juger adéquatement de l'impact de cette croissance sur le milieu lacustre.

7. RÉFÉRENCES

BLAIS, Daniel et A. Bazoge. Octobre 2005 : Interprétation reliées à la problématique des apports en nutriments pour les lacs (Bassin versant de la rivière Sainte-Anne)(Rapport méthodologique). Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs du Québec, Québec. 23 pages + Annexes.

CAPSA. 2006 : Guide du riverain du Lac Émeraude. SensibilisAction aux riverains de lacs du bassin versant de la rivière Sainte-Anne. Saint-Raymond (Portneuf). 63 pages.

GRIL. 2009 : Calcul de la capacité de support en phosphore des lacs : Où en sommes-nous ? (Document de vulgarisation). Groupe interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique. QUÉBEC. 11 pages.

GROUPE HÉMISPÈRES, Le. Mars 2006 : Évaluation de la capacité de support du lac Blanc (Rapport Technique). Saint-Ubalde (cté Portneuf). 37 pages.

LEBLANC, C. Mars 2006 : Diagnose écologique du lac Blanc. CAPSA. Saint-Raymond (cté Portneuf) 50 pages + Annexes.

Communications personnelles et autres sources de référence :

- Association des résidents du lac Émeraude (juin, juillet, août, septembre et octobre 2013);
- Certificat d'analyse / Laboratoires AGAT (août 2013);
- Daniel Blais, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du Patrimoine Écologique et des Parcs (septembre 2013)
- Serge Deraspe, Municipalité de Saint-Ubalde (octobre 2013);

ANNEXES

1. Coefficients d'exportation utilisés par le Groupe Hémisphères (2006)
2. Coefficients d'exportation utilisés le MDDEP (CER,2005)
3. Fiche de résultats du lac Émeraude (Cadre écologique de référence, MDDEP, 2005)
4. Bassin versant du lac Émeraude

ANNEXE 1 : Coefficients d'exportation utilisés par le Groupe Hémisphères (2006).

| | Coefficient d'exportation kg PT/km ² -an | Source | Commentaires |
|--|---|---|--|
| Utilisation du sol – apport naturel | | | |
| Forêt intacte avec substrat igné = | 5,5 | Dillon <i>et coll.</i> (1986) | Dillon et al. (1986) propose 19,8, ce qui apparaît très élevé lors des simulations |
| Milieu humide = | 20 | Ryding et Rast (1989) | Inclus les étangs à castor |
| Surface d'eau = | 38 | Alain et Lerouzes (1979) | |
| Utilisation du sol – apport anthropique | | | |
| Milieu urbain = | 150 | Alain et Lerouzes (1979) et MDEP (2003) | |
| Milieu agricole = | 66 | Dillon <i>et coll.</i> (1986) et MDEP (2003) | |
| Villégiature et récréation = | 22,5 | Nürnberg et Lazerte (2004) | Comprends la zone parsemée de chalets, les campings et parcs de récréation. Landon (1977) in Rechow <i>et coll.</i> (1980) utilisait la valeur de 25 |
| Chemin en forêt = | 25 | US-EPA (1999) | Les forêts sont sillonnées de chemins dont la largeur moyenne est estimée à 5 m |
| Coupe ou brûlis = | 18 | Lamontagne <i>et coll.</i> (2000) | Augmenter de 50 % le coefficient de la forêt non perturbée pour ces parcelles |
| Friche = | 25 | Alain et Lerouzes (1979) | |
| Zone minière = | 25 | Alain et Lerouzes (1979) | Comprends les gravières et carrières |
| Apport naturel et anthropique | | | |
| Apport atmosphérique tombant sur le lac = | 18,6 | Lamontagne <i>et coll.</i> (2000) | Après conversion du tableau 4 de Lamontagne |

ANNEXE 2 : Coefficient d'exportation utilisé pour le Cadre écologique de référence (MDDEP, 2005).

| Classe d'occupation du sol | Valeur retenue (mg/m ² /an) | Description |
|---|--|---|
| Forêt <ul style="list-style-type: none"> • sur substrat igné • sur substrat sédimentaire | 5,5 10,3 | Toute essence d'arbre mature. |
| Friche <ul style="list-style-type: none"> • sur substrat igné • sur substrat sédimentaire | 9,8 19,8 | |
| Cultures pérennes | 5 | Pâturages, terrains gazonnés (excluant les golfs) |
| Cultures annuelles | 20 | Cultures dont le sol est mis à nu et labouré. |
| Marais et marécages | 20 | Exclut les tourbières. |
| Tourbières | 5,5 | |
| Zones urbanisées | 100 | Surfaces imperméabilisées, sol nu. |
| Surface en eau | 27 | |

Source : Adapté de RYDING, S-O, RAST, W., 1994

ANNEXE 3 : Fiche de résultats du lac Émeraude (CER).

CONSULTATION_LAC

FICHE DU Lac Émeraude

Rechercher un lac

Identifiant: 174

Code écologique: MC Sc Qrf 1 LO

Interprétation de la sensibilité au phosphore

Vulnérabilité

Niveau d'atteinte des apports permmissibles en phosphore

225

Que signifient ces codes ?

Imprimer

Contribution relative (%)

| | |
|--------------------------|------|
| Fôret | 14,8 |
| Agriculture | 0 |
| Milieux humides | 1,3 |
| Zones urbaines | 0 |
| Résidences individuelles | 15 |
| Résidence mobile | 0 |
| Résidences secondaires | 37 |
| Précipitations | 29,5 |
| Autre | 2,4 |

dans un buffer de 300 m

Descripteurs morphologiques

| | |
|--------------------------|-------|
| Superficie (ha) | 101,2 |
| Périmètre (km) | 6,9 |
| Altitude (m) | 176 |
| Sinuosité | 2,7 |
| Ordre de Strahler | 2 |
| Superficie du BV (ha) | 501 |
| Ratio de drainage: | 17,3 |
| Apports relatifs en eau: | 3 |
| Coefficient de rétention | 0,7 |

Répartition en pourcentage par type et par unité de drainage des apports en phosphore

pour Les unités de drainage représentant plus de 2 % des apports au Lac

| ID_LAC | TOPONYME | %APPOR | FOR | HUM | URB | EAU | AGR | AUTR | RI | RM | RS |
|-----------|----------------|--------|------|-----|-----|------|-----|------|----|----|------|
| 174 | Lac Émeraude | 93 | 10,8 | 0,1 | 0 | 28,2 | 0 | 2,2 | 15 | 0 | 36,8 |
| 150939232 | Lac à la Hache | 5,3 | 2,7 | 1,1 | 0 | 1,2 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 0,2 |

Comptage des occurrences au rôle d'évaluation

dans une distance de 300m au réseau hydrographique

| ID_lac | TOPONYME | BL | CM | CO | IN | LP | PA | PI | PV | RC | RE | RT | RI | RS | RM |
|-----------|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 174 | Lac Émeraude | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 70 |
| 150939232 | Lac à la Hache | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 150939177 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ANNEXE 4 : Bassin versant du lac Émeraude

