



RAPPORT

DIAGNOSE DU LAC PIERRE

MUNICIPALITE DE CHUTE-SAINT-PHILIPPE, QUEBEC

Mont-Laurier, décembre 2008

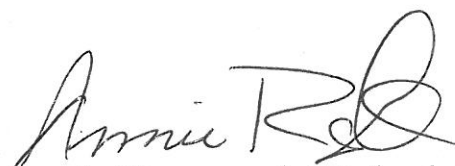
Rapport

Diagnose du lac Pierre

Préparé pour :

Municipalité de Chute-Saint-Philippe

Équipe de travail :


Annie Raymond, Biologiste B. Sc.

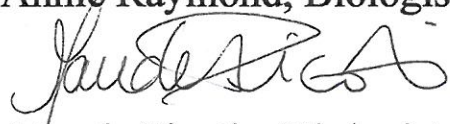

Maude Picotin, Biologiste M. Sc.

Table des matières

Introduction	1
Méthodologie.....	2
Résultats et analyses	4
Conclusion.....	11
Recommandations	13
Références	15

Introduction

Les lacs et cours d'eau sont très nombreux au Québec et représentent une richesse collective d'importance. Ils sont également un moteur économique non négligeable puisque le tourisme dépend souvent de la proximité des plans d'eau. Malheureusement, l'engouement de la population pour les milieux lacustres entraîne souvent leur dégradation. Nous avons été témoins de plusieurs signes concrets de l'eutrophisation au cours des dernières années, particulièrement avec l'avènement des cyanobactéries. Il devient donc primordial de se pencher sur la problématique des lacs pour en isoler les causes et pour remédier à la situation afin de conserver le secteur économique de l'écotourisme, mais surtout pour offrir aux générations futures un milieu sain.

La municipalité de Chute-Saint-Philippe a mandaté Services-Conseils Envir'Eau (résolution numéro 6542, session ordinaire du 10 mars 2008) afin d'effectuer l'étude physico-chimique, d'établir le stade trophique et de faire une étude cartographique du bassin versant de 7 lacs de la municipalité, soit les lacs des Corne, Marquis, Pérodeau, Pierre, Petit Kiamika, Rochon et Vaillant, ainsi que de réaliser une analyse des données ramassées sur le lac David en 2007.

Des échantillonnages ont été réalisés afin d'évaluer la concentration du phosphore, du carbone organique dissous et de la chlorophylle *a* dans le lac Pierre. Des mesures de transparence de l'eau et de physico-chimie ont également été faites. Toutes ces données ont permis de dresser un portrait global du lac pour en évaluer la dégradation et le stade trophique. Une étude cartographique du bassin versant a ensuite été réalisée pour déterminer les sources probables de polluants.

Méthodologie

L'échantillonnage du lac Pierre a eu lieu à 3 reprises durant l'été, soit le 17 juin, le 13 août et le 29 septembre. L'embarcation utilisée par les biologistes de Services-Conseils Envir'Eau lors des visites sur le lac a été fournie par Mme Françoise Martin.

Pour évaluer le **stade trophique** du lac, des échantillons d'eau ont été prélevés à un mètre sous la surface de l'eau à l'endroit ayant été désigné par les riverains comme étant le plus profond du lac (Figure 1). Les échantillons ont été analysés pour connaître la concentration en phosphore total trace, carbone organique dissous et chlorophylle *a*. Ces analyses ont été réalisées le Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (copie de certificat d'analyse en annexe A). Les mesures de transparence ont été prises à l'aide d'un disque de Secchi. Les données relatives à la **physico-chimie** de l'eau ont été relevées grâce à une multisonde analysant simultanément la température, l'oxygène dissous (pourcentage et concentration), le pH et la conductivité spécifique de l'eau à chaque mètre à partir de la surface jusqu'au point le plus profond du lac.

Une **étude cartographique du bassin versant** a été réalisée à l'aide des cartes éco-forestières fournies par le service d'aménagement de la MRC d'Antoine-Labelle.

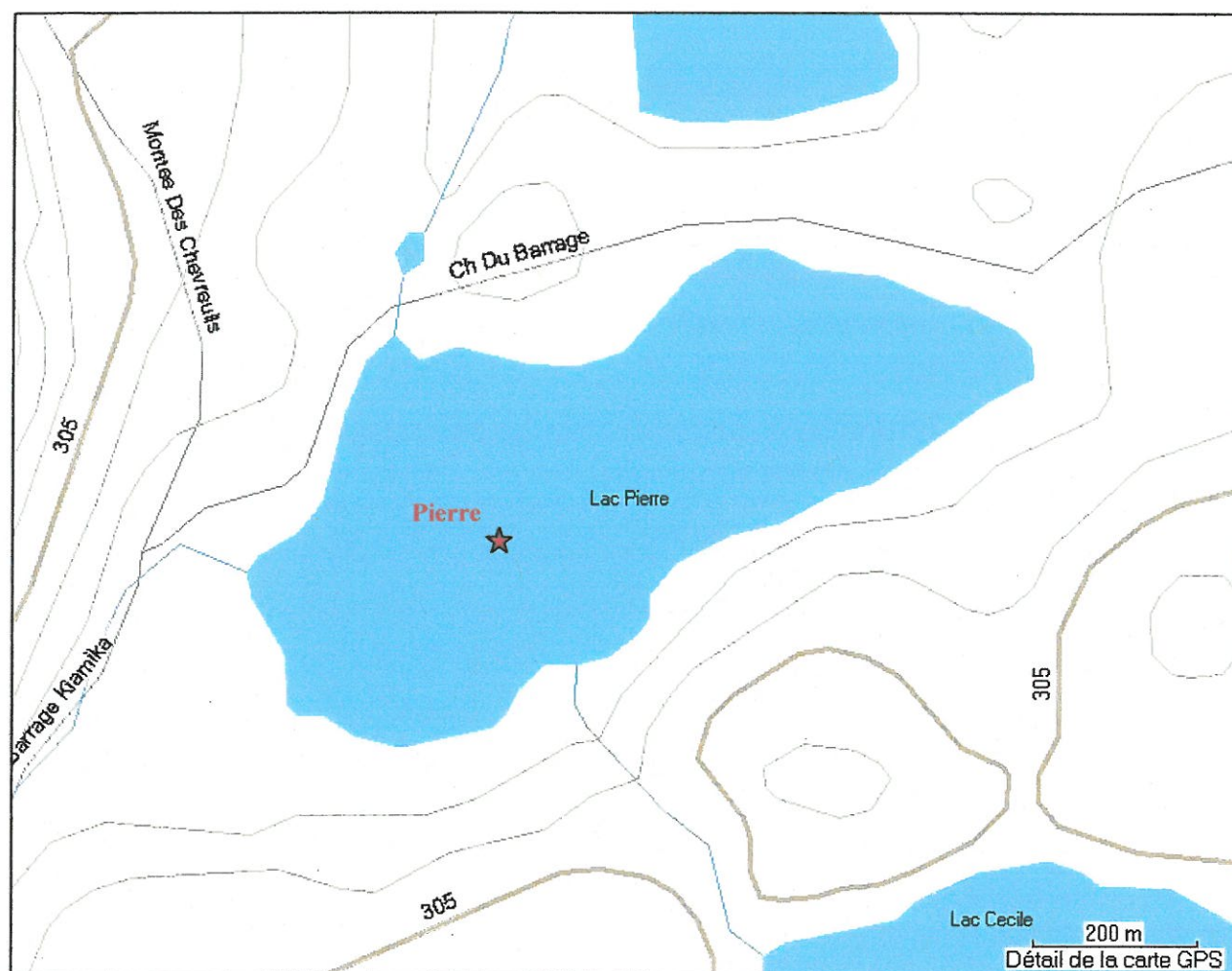


Figure 1 : Carte du lac Pierre et localisation du site d'échantillonnage pour l'été 2008.

Résultats et analyses

Caractéristiques géographiques

Le lac Pierre se situe dans la municipalité de Chute-Saint-Philippe, dans la MRC d'Antoine-Labelle, dans la région des Hautes-Laurentides. Les coordonnées du lac sont 46° 34' 56.1'' nord et 75° 11' 68.8'' ouest.

Le lac Pierre se situe à une altitude de 259 mètres. Il a un périmètre de 2,5 kilomètres et couvre une superficie de 29,4 hectares. Les échantillonnages réalisés au cours de l'été 2008 se situaient à une profondeur maximale moyenne de 19 mètres.

Stade trophique

Les lacs changent et évoluent avec le temps. Leur vieillissement, ou eutrophisation, est une réponse du milieu aquatique à un enrichissement excessif en matières nutritives. L'eutrophisation se traduit par divers symptômes, tels que l'augmentation marquée de la biomasse algale, la forte croissance de plantes aquatiques, un déficit en oxygène et des odeurs désagréables dues à la grande quantité de matière en décomposition. La détermination du stade trophique d'un lac permet de voir si l'eutrophisation de celui-ci est avancée ou non. Différents paramètres, tel la concentration en phosphore et en chlorophylle *a* ainsi que la transparence de l'eau sont utilisés pour déterminer si le lac est oligotrophe (peu nourri), eutrophe (bien nourri) ou encore mésotrophe (stade intermédiaire).

Phosphore total trace

Le phosphore est un élément nutritif essentiel à la croissance des algues et plantes aquatiques. C'est également un élément limitant, c'est-à-dire que sa disponibilité limite la croissance de ces dernières (MDDEP et CRE Laurentides 2007a). Ainsi, c'est lui qui régule la production primaire d'un lac : plus il y a de phosphore disponible, plus il y a d'algues et de plantes aquatiques. Le phosphore est également le principal responsable de l'eutrophisation d'un plan d'eau et influence l'apparition des *blooms* de cyanobactéries.

Le tableau 1 présente les résultats d'analyse des échantillons prélevés dans le lac Pierre au cours de l'été 2008. La concentration moyenne de phosphore total trace du lac est de 9,3 µg/L. Cette valeur classe le lac au stade oligo-mésotrophe (Tableau 2).

Chlorophylle *a*

La chlorophylle *a* est un pigment essentiel à la photosynthèse des algues et des autres végétaux. Ce facteur est donc utilisé pour évaluer la biomasse algale qui, à son tour, constitue un excellent indice dans l'établissement du stade trophique. En effet, plus un lac contient d'éléments nutritifs (engrais), plus il y aura une forte croissance d'algues microscopiques planctoniques, plus la concentration de chlorophylle *a* sera élevée.

La concentration moyenne de chlorophylle *a* dans le lac Pierre est de 2,2 µg/L (Tableau 1). En se référant au tableau 2, ce paramètre classe le lac Pierre au stade oligotrophe.

Transparence

La transparence de l'eau indique le degré de pénétration de la lumière dans la colonne d'eau. Un lac ayant une eau très claire et peu de particules en suspension sera très transparent, la lumière pourra ainsi pénétrer à plusieurs mètres sous la surface. De fortes concentrations de carbone organique dissous confèrent à l'eau une coloration jaunâtre ou légèrement brune, diminuant de ce fait sa transparence.

La concentration moyenne de carbone organique dissous dans le lac Pierre est de 4,7 mg/L. La profondeur moyenne obtenue avec le disque de Secchi est de 4,2 m (Tableau 1). Cette valeur classe le lac au stade mésotrophe (Tableau 2).

Tableau 1 : Valeurs de phosphore, carbone organique dissous (COD), chlorophylle *a* et transparence pour le lac Pierre

Date d'échantillonnage	Site	Phosphore (µg/L)	COD (mg/L)	Chlorophylle <i>a</i> (µg/L)	Transparence (m)
17-06-2008	Site-1	9,4	4,2	2,8	3,5
13-08-2009	Site-1	7,4	3,9	1,6	3,5
29-09-2008	Site-1	11	5,9	2,3	5,5

Tableau 2 : Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de phosphore total, de chlorophylle *a* et de transparence de l'eau (Ministère de l'Environnement, 2005)

Classes trophiques		Phosphore total (µg/L)	Chlorophylle <i>a</i> (µg/L)	Transparence (m)
Classe principale	Classe secondaire (transition)	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Ultra-oligotrophe		< 4	< 1	>12
Oligotrophe		4-10	1-3	12-5
	Oligo- mésotrophe	7-13	2,5-3,5	6-4
Mésotrophe		10-30	3-8	5-2,5
	Méso-eutrophe	20-35	6,5-10	3-2
Eutrophe		30-100	8-25	2,5-1
Hyper-eutrophe		> 100	> 25	< 1

Physico-chimie

Température

Sous nos latitudes, la majorité des lacs de bonne dimension ont une stratification thermique durant l'été. Cette stratification sépare le lac en trois zones distinctes. La première de ces zones, celle située en surface, se nomme l'épilimnion et est caractérisée par des eaux chaudes. La seconde zone est le métalimnion, où se situe la thermocline. Cette couche est définie par un gradient décroissant très marqué de la température qui crée une barrière de densité empêchant les eaux de surface et les eaux profondes de se mélanger. Enfin, l'hypolimnion, soit la zone la plus

profonde, renferme des eaux très fraîches. La différence de densité de l'eau selon la température empêche les trois couches de se mélanger, sauf durant les brassages automnaux et printaniers.

La stratification thermique du lac Pierre est bien définie. L'épilimnion occupe les 3 premiers mètres de la colonne d'eau (août et septembre ; figure 2). La température moyenne de l'épilimnion a diminué légèrement entre l'échantillonnage de juin et celui d'août, puis a diminué de façon plus marquée en septembre. Lors de la visite du mois d'août, la température moyenne de l'épilimnion était légèrement inférieure à 21°C. Le métalimnion s'étendait du 4^e au 9^e mètre dans la colonne d'eau et la température y passait de près de 18°C à près de 5°C. Enfin, lors de la visite d'août, la température moyenne dans l'hypolimnion était légèrement inférieure à 5°C. Cette stratification thermique offre à la faune ichthyenne une gamme de températures permettant la survie de diverses espèces.

Il faut cependant demeurer attentif aux températures en milieu littoral (près de la rive) où l'eau est très peu profonde. Un manque de végétaux arborescents sur les berges et la présence de roches à nues peuvent favoriser un réchauffement excessif de cette zone et entraîner une désoxygénation de l'eau et une grande diminution de sa qualité, permettant à plusieurs organismes microscopiques et potentiellement pathogènes de se développer en grande quantité. Un lac aux eaux fraîches constitue donc souvent un lac plus en santé.

Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans l'eau est un paramètre important puisqu'il sert à la respiration des organismes vivants. Divers facteurs influencent sa concentration dans les plans d'eau, notamment la température de l'eau, la profondeur du plan d'eau, la concentration de matière organique et de nutriments et la quantité de plantes aquatiques, algues et bactéries présentes (MDDEP et CRE Laurentides 2007b). L'oxygène présent dans les lacs se renouvelle à l'interface air-eau, où les molécules d'oxygène diffusent de l'atmosphère à l'eau. La stratification thermique empêche toutefois l'oxygène présent dans l'épilimnion de se rendre dans l'hypolimnion. La présence et le renouvellement de cet élément dans la couche inférieure des plans d'eau à stratification thermique se fait donc au moment des brassages printaniers et automnaux. La mesure de la

l'oxygène dans l'hypolimnion donne ainsi un aperçu de sa consommation par les bactéries et autres organismes peuplant les profondeurs des lacs.

Le profil de l'oxygène dissous dans le lac Pierre suit la courbe normale associée aux lacs à stratification thermique. La concentration d'oxygène dans l'épilimnion, lors des 3 visites, se situait entre 7,45 et 9,06 mg/L. On note une légère augmentation de l'oxygène dissous entre 3 et 5 mètres lors des échantillonnages de juin et août. Celle-ci est due à une accumulation d'algues microscopiques dans cette couche d'eau et à leur production d'oxygène par photosynthèse. La concentration d'oxygène dissous dans l'hypolimnion a diminué pour devenir anoxique à partir de 20 mètres lors de l'échantillonnage du 17 juin, de 17 mètres en août et de 15 mètres en septembre. Une telle condition d'anoxie ne permet plus la vie de poissons. Certaines bactéries peuvent par contre survivre à de telles conditions.

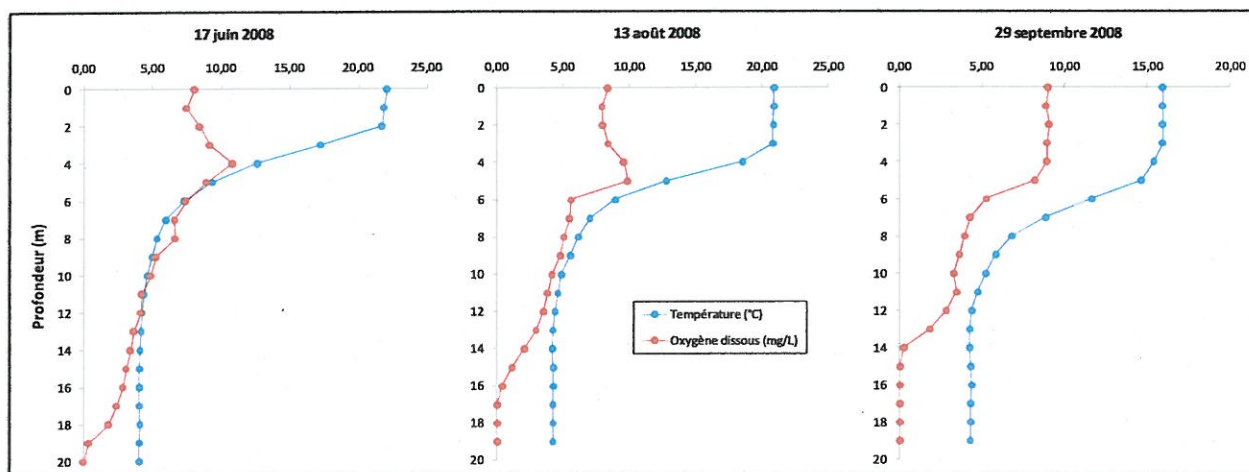


Figure 2 : Profil de température (°C) et d'oxygène dissous (mg/L) en fonction de la profondeur au lac Pierre durant l'été 2008

pH

Le pH informe sur l'acidité d'un liquide. Il se mesure sur une échelle graduée de 0 à 14. La valeur 7 étant neutre, les valeurs inférieures à 7 désignent un liquide acide et celles supérieures à 7 désignent un liquide basique. Le pH d'un lac influence la biodiversité de celui-ci. Ainsi, la faune et la flore seront différentes selon qu'on est en présence d'un plan d'eau à caractère basique ou acide. L'acidification des lacs, sous l'effet des pluies acides et des polluants, modifie donc la biodiversité lacustre. Les espèces intolérantes à l'acidité vont tendre à disparaître des lacs où le pH est bas, modifiant de ce fait la chaîne alimentaire. Les plantes aquatiques seront remplacées par des mousses aquatiques. Enfin, la transparence de l'eau s'accroîtra, favorisant la photosynthèse et de ce fait la prolifération d'algues gélatineuses. Un lac est considéré acide lorsque la valeur de son pH est égale ou inférieure à 5,5. Un pH compris entre 5,5 et 6 désigne un lac en transition. Les premiers dommages biologiques notables surviennent dans cette gamme de valeurs. Enfin, en raison du caractère granitique du sol du Bouclier canadien (protection naturelle réduite contre l'acidification et dépôts acides naturels), les lacs de cette région ayant un pH de 6 ou plus sont considérés non acides (Dupont 2004).

Le pH du lac Pierre se situe entre 5,99 et 7,42, les valeurs plus élevées, donc légèrement basiques, se situant en surface et les valeurs plus acides se situant en profondeur (Annexe B). Néanmoins, le pH du lac demeure près de la neutralité, ce qui ne dénote aucun problème de ce côté.

Conductivité

La conductivité de l'eau est la propriété qu'elle a de laisser passer le courant électrique. Elle nous indique la quantité de minéraux dissous dans l'eau ou présents sous forme d'ions. Ainsi, la conductivité spécifique est plus élevée dans les plans d'eau dont le bassin versant draine des sols facilement *érodables* et lessivables puisqu'ils contiennent plus de sels et minéraux dissous (Environnement Canada 2007). La conductivité au fond des plans d'eau est de plus indirectement influencée par la concentration d'oxygène dissous. En effet, les conditions anoxiques peuvent provoquer un *relargage* d'éléments contenus dans les sédiments, éléments qui contribuent alors à faire augmenter la quantité de sels et minéraux dissous dans l'eau (Tremblay *et al.* 2002).

Les valeurs de conductivité du lac Pierre, en présence d'oxygène dissous, oscillent entre 33 et 44 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Annexe B). Lorsque l'on se trouve en absence d'oxygène au fond de l'eau, la conductivité de l'eau atteint des valeurs allant jusqu'à 61 $\mu\text{S}/\text{cm}$ témoignant d'un possible *relargage*. Ces valeurs correspondent à des conductivités faibles à moyennement faibles.

Étude du bassin versant

Le bassin versant du lac Pierre est de taille moyenne en comparaison avec la taille du lac (voir l'esquisse du bassin versant, Annexe C). Le ratio de drainage du lac (superficie du bassin versant / superficie du lac) est de près de 21, ce qui représente une valeur moyenne. Nous savons que, plus un bassin versant est grand, plus il a de chance d'apporter des matières nutritives (phosphore) et du carbone organique dissous vers le lac, entraînant une eutrophisation plus rapide et une couleur plus prononcée de l'eau (faible transparence ; Engstrom, 1987). Dans le cas qui nous préoccupe, il ne semble pas que la taille du bassin versant soit le facteur principal de ces effets puisqu'il est de dimension modérée. Il faut donc explorer du côté de l'utilisation du bassin versant.

Le réseau hydrographique du bassin versant est plutôt simple, ne comportant que quelques milieux humides. Ceux-ci renferment généralement une quantité importante de carbone et de phosphore et peuvent constituer une source de ces éléments dans le lac. Le bassin versant renferme également un lac de taille légèrement inférieure à celle du lac Pierre, le lac Cécile, dont le pourtour n'est pas développé (un seul chalet de villégiature). La majeure partie du bassin versant est occupée par un terrain boisé, favorable à la filtration des nutriments. Les principaux peuplements sont constitués d'érablières à sucre et de bétulaies jaunes. Un peu plus de la moitié du lac Pierre est développé. On dénombre 3 chalets de villégiature, 9 résidences permanentes et 5 terrains avec dépendance autour du lac. La portion non développée du lac est constituée de terres boisées.

Conclusion

La détermination du stade trophique du lac Pierre a permis d'établir que ce dernier serait oligo-mésotrophe. En effet, la concentration de chlorophylle *a* classe le lac comme étant oligotrophe, la concentration de phosphore total trace le classe comme étant oligo-mésotrophe et la transparence le classe comme étant mésotrophe. Notons que le phosphore est le paramètre le plus important puisque c'est le principal responsable de la dégradation des lacs. Il influence la croissance des plantes aquatiques, des algues et des cyanobactéries.

La transparence de l'eau indique jusqu'où la lumière pénètre dans la colonne d'eau, donc jusqu'à quelle profondeur il est possible de voir dans l'eau. La transparence moyenne du lac Pierre en 2008 a été évaluée à 4,2 mètres. Il est à noter que lors des échantillonnages de juin et août, la transparence était de 3,5 mètres alors qu'elle était de 5,5 mètres en septembre. La lecture de la transparence de l'eau est généralement influencée par les conditions météorologiques, la lumière pénétrant plus profondément dans l'eau par temps ensoleillé et l'absence de vent favorisant la lecture de la profondeur. Or, les conditions météorologiques n'étaient pas favorables à une meilleure lecture lors de l'échantillonnage de septembre. La différence entre les données pourrait donc être due à une eau plus froide, donc moins propice au développement de microorganismes planctoniques (ce qui diminue la quantité de matière en suspension).

Les analyses physico-chimiques ont démontré une stratification thermique dans le lac Pierre ainsi qu'une diminution de la concentration en oxygène jusqu'à épuisement total dans l'hypolimnion, et ce à chaque échantillonnage. Cet état d'anoxie au fond de l'eau fait en sorte qu'aucune communauté de poisson ne peut y survivre, laissant la place à des espèces vivant plus près de la surface.

Le pH dans le lac Pierre a oscillé entre 5,99 et 7,42 au cours de l'été 2008. Ainsi, alors que les eaux de surface sont légèrement basiques, les eaux plus profondes sont acides. Cette condition est normale dans les lacs du Bouclier canadien, où les sols sont naturellement plus acides.

Les données de conductivités obtenues en 2008 sont faibles à moyennement faibles, avec une augmentation marquée en absence d'oxygène dissous. Ces valeurs ne témoignent pas d'une concentration élevée en sels et minéraux dissous dans l'eau et laissent supposer que la sédimentation n'est pas excessive. Une attention doit cependant être portée au possible *relargage* d'éléments au fond en état d'anoxie. Le *relargage* d'éléments nutritifs, tel le phosphore, peut contribuer au vieillissement et à l'eutrophisation du plan d'eau. Ce paramètre pourrait être vérifié en faisant analyser un échantillon prélevé en profondeur à l'aide d'un hydrocapteur.

L'étude cartographique du bassin versant a révélé que celui-ci est de dimension moyenne en comparaison à la taille du lac et ne comporte que quelques lacs et milieux humides. Le plus grand apport potentiel de phosphore proviendrait possiblement de ces milieux humides et des propriétés riveraines.

Au cours des échantillonnages sur le lac Pierre, aucune plante envahissante (ex. myriophylle à épi) n'a été observée par les biologistes de Services-Conseils Envir'Eau. Il est à noter que l'entrée des embarcations sur les différents plans d'eau de la municipalité de Chute-Saint-Philippe est contrôlée et que le lavage des embarcations est obligatoire. Il s'agit d'une excellente initiative permettant de limiter les risques d'implantation de plantes envahissantes pouvant provenir d'autres plans d'eau.

Recommandations

Certains lacs de la municipalité de Chute-Saint-Philippe font parti du Réseau de surveillance volontaire des lacs du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Ce faisant, des échantillonnages pour le phosphore, le carbone organique dissous et la chlorophylle *a* sont effectués au cours de l'été par un riverain. Ces données permettent un suivi de certains paramètres et sont une excellente initiative qui pourrait être suivie par les autres lacs de la municipalité. Naturellement, cette participation au Réseau de surveillance volontaire des lacs est facilitée par la présence d'une association de lac.

Une étude des plantes aquatiques pourrait être réalisée en 2009.

Pour continuer à informer et sensibiliser les riverains, il serait intéressant de communiquer les résultats du présent rapport en conférence.

L'inspection des installations sanitaires des propriétés riveraines permettrait d'identifier les types d'installations en place et de relever celles qui sont non conformes ainsi que celles qui constituent une source de pollution.

Étant donné que les rives représentent la priorité pour la préservation de la qualité du lac, le règlement obligeant les riverains à reboiser les 5 premiers mètres devrait être appliqué rigoureusement.

En raison du *relargage* possible d'éléments nutritifs en condition d'anoxie, les concentrations de phosphore en profondeur pour le lac Marquis devraient être analysées en 2009 pour vérifier si cette situation pourrait entraîner une accélération de l'eutrophisation du plan d'eau.

Il serait bon de faire un suivi environnemental annuel pour la physico-chimie du lac (température, oxygène dissous, pH et conductivité une fois dans l'été). Un tel suivi permet de rester à l'affût de son état. Services-Conseils Envir'Eau s'est doté au cours de l'été 2008 d'une sonde mesurant non

seulement ces paramètres, mais également la concentration de chlorophylle α , la turbidité et la quantité de cyanobactéries. Cette sonde permet de prendre des mesures à moindre coût et d'avoir des résultats beaucoup rapidement que lorsque des échantillons sont prélevés et analysés par le MDDEP. Ainsi, en cas d'éclosion d'un bloom d'algues bleues, des données pourraient être prises à plusieurs reprises et ce, à différents endroits dans le lac pour évaluer la dispersion et la progression des algues. Quant aux mesures de la concentration de chlorophylle α et de la turbidité de l'eau, elles peuvent être mises en relation respectivement avec la concentration de phosphore et la transparence de l'eau, apportant un complément d'information utile et avantageux pour l'étude du lac et la détermination de son stade trophique.

Références

- Beauchemin, É., 2007. *Tournée d'inspection des propriétés riveraines 2007*. Ville de Mont-Laurier. 31 Pages.
- Carignan, R., 2005. *Bio 3839, Limnologie physique et chimique*. Université de Montréal, Département des Sciences Biologiques, 166 pages.
- Carignan, R., D. Planas, et C. Vis, 2000. *Planctonic production and respiration in oligotrophic Shield lakes*. The American Society of Limnology and Océanography, 45(1), 189-199.
- D'Arcy, P. Et R. Carignan, 1997. *Influence of catchment topography on water chemistry in southeastern Québec Shield lakes*. Canadian Journal of Aquatic Sciences, 54: 2215-2227.
- Dodson, S. I., 2005. *Introduction to Limnology*. Higher Education, 400 p. page 46.
- Duarte, C. Et J. M. Kalff, 1989. *The Influence of catchment and lake depth on phytoplankton biomass*. Arch Hydrobiology. 115 (1): 27-40.
- Dupont, J., 2004. La problématique des lacs acides au Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no. ENV/2004/0151, collection no. QE/145, 18 p.
- Engstrom, D. R., 1987. *Influence of vegetation and hydrology on the humus budgets of Labrador lakes*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 44: 1306-1314.
- Environnement Canada, 2007. Centre Saint-Laurent, Infos Saint-Laurent, Eau et sédiments. http://www.qc.ec.gc.ca/csl/inf/inf010_f.html
- Flanagan, K. E. M. McCauley, F. Wrona et T. Prowse. 2003. *Climate change: the potentiel for latitudinal effects on algal biomass in aquatic ecosystems*. Canadian Journal of Aquatic Sciences, 60 : 635-639.
- Ministère de l'Environnement, 2005, Réseau de Surveillance Volontaire des lacs. Louis Roy, responsable de projet.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides), 2007a. *Fiches théoriques : Le phosphore et l'azote*, mai 2007, Québec, MDDEP et CRE Laurentides, 4 p.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides), 2007b. *Fiches théoriques : L'oxygène dissous*, mai 2007, Québec, MDDEP et CRE Laurentides, 4 p.

Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) 1982, *Eutrophisation des eaux : méthodes de surveillance d'évaluation et de lutte*, OCDE Paris, 164 pages.

Pinel-Alloul, B., 2005. *Bio 3839, Limnologie Biologique*. Université de Montréal, Département des Sciences Biologiques, 153 pages.

Pinel-Alloul, B., 2005. *Bio 3843, Stage de Limnologie*. Université de Montréal, Département des Sciences Biologiques, 142 pages.

Tremblay, R., S. Légaré, R. Pienitz, W.F. Vincent et R.I. Hall, 2002. *Étude paléolimnologique de l'histoire trophique du lac Saint-Charles, réservoir d'eau potable de la communauté urbaine de Québec*. *Revue des Sciences de l'Eau*, 14/4 : 489-510.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO). 1989. *The control of eutrophication of lakes and reservoirs*. Paris 314 pages.

Certificat d'analyse (suite de l'échantillon numéro : Q011595-03)

Numéro de l'échantillon : Q011595-03

Préleveur: Raymond A./Picotin M.

Date de prélèvement: 17 juin 2008

Description de l'échantillon: Pierre

Description de prélèvement: Lac Pierre, Chute-St-Philippe

Point de prélèvement:

Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Chlorophylle a

Méthode: MA. 800 - Chlor. 1.0

Date d'analyse: 20 juin 2008

	Résultat	Unité	LDM
Chlorophylle a	2,8	µg/l	0,02
pheophytine a	0,63	µg/l	0,02

Numéro de l'échantillon : Q011595-04

Préleveur: Raymond A./Picotin M.

Date de prélèvement: 17 juin 2008

Description de l'échantillon: Rochon

Description de prélèvement: Lac Rochon, Chute-St-Philippe

Point de prélèvement:

Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Chlorophylle a

Méthode: MA. 800 - Chlor. 1.0

Date d'analyse: 20 juin 2008

	Résultat	Unité	LDM
Chlorophylle a	1,7	µg/l	0,02
pheophytine a	0,21	µg/l	0,02

Les résultats ne se rapportent qu'à l'échantillon soumis à l'analyse.

J'atteste avoir formellement constaté ces faits

Certificat approuvé le 8 juillet 2008

Éloïse Veilleux, M.Env., biologiste
Division biologie et microbiologie**Légende:**

ABS: Absence

DNQ: Résultat entre la LDM et la LQM

INT: Interférences - Analyse impossible

ND: Non détecté

NDR: Détecté - Mais ne satisfait pas le rapport isotopique

PR: Présence

RNF: Résultat non disponible

ST: Sous-traitance

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

Certificat d'analyse (suite de l'échantillon numéro : Q011595-03)

Numéro de l'échantillon : Q011595-03

Préleveur: Raymond A./Picotin M.

Date de prélèvement: 17 juin 2008

Description de l'échantillon: Pierre

Description de prélèvement: Lac Pierre, Chute-St-Philippe

Point de prélèvement:

Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Carbone organique dissous

Méthode: MA. 300 - C 1.0

Résultat Unité

LDM

Date d'analyse: 7 juillet 2008

carbone organique dissous

4,2 mg/l C

0,20

Phosphore total en trace

Méthode: MA. 303 - P 5.0

Résultat Unité

LDM

Date d'analyse: 7 juillet 2008

Phosphore total

9,4 µg/l

0,6

Numéro de l'échantillon : Q011595-04

Préleveur: Raymond A./Picotin M.

Date de prélèvement: 17 juin 2008

Description de l'échantillon: Rochon

Description de prélèvement: Lac Rochon, Chute-St-Philippe

Point de prélèvement:

Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Carbone organique dissous

Méthode: MA. 300 - C 1.0

Résultat Unité

LDM

Date d'analyse: 7 juillet 2008

carbone organique dissous

3,3 mg/l C

0,20

Phosphore total en trace

Méthode: MA. 303 - P 5.0

Résultat Unité

LDM

Date d'analyse: 7 juillet 2008

Phosphore total

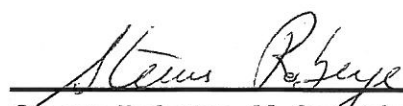
5,6 µg/l

0,6

Les résultats ne se rapportent qu'à l'échantillon soumis à l'analyse.

J'atteste avoir formellement constaté ces faits

Certificat approuvé le 11 juillet 2008


Steeve Roberge, M. Sc. chimiste
Division chimie inorganique, Québec

Légende:

ABS: Absence

DNQ: Résultat entre la LDM et la LQM

INT: Interférences - Analyse impossible

ND: Non détecté

NDR: Détecté - Mais ne satisfait pas le rapport isotopique

PR: Présence

RNF: Résultat non disponible

ST: Sous-traitance

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans le consentement écrit du CEAQ

Version 1 (300396)

Certificat d'analyse (suite de l'échantillon numéro : Q013689-04)

Numéro de l'échantillon : Q013689-04

Préleveur: Picotin Maude

Description de l'échantillon: Péro-1

Description de prélèvement: Lac Perodeau, Chute St-Philippe

Point de prélèvement:

Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Date de prélèvement: 14 août 2008

Chlorophylle a

Méthode: MA. 800 - Chlor. 1.0

Date d'analyse: 18 août 2008

	Résultat	Unité	LDM
Chlorophylle a	1,2	µg/l	0,02
pheophytine a	0,39	µg/l	0,02

Numéro de l'échantillon : Q013689-06

Préleveur: Picotin Maude

Description de l'échantillon: Pierre

Description de prélèvement: Lac Pierre, Chute St-Philippe

Point de prélèvement:

Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Date de prélèvement: 13 août 2008

Chlorophylle a

Méthode: MA. 800 - Chlor. 1.0

Date d'analyse: 18 août 2008

	Résultat	Unité	LDM
Chlorophylle a	1,6	µg/l	0,02
pheophytine a	1,0	µg/l	0,02

Numéro de l'échantillon : Q013689-08

Préleveur: Picotin Maude

Description de l'échantillon: Marquis

Description de prélèvement: Lac Marquis, Chute St-Philippe

Point de prélèvement:

Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Date de prélèvement: 13 août 2008

Chlorophylle a

Méthode: MA. 800 - Chlor. 1.0

Date d'analyse: 18 août 2008

	Résultat	Unité	LDM
Chlorophylle a	1,3	µg/l	0,02
pheophytine a	0,65	µg/l	0,02

Certificat d'analyse (suite de l'échantillon numéro : Q013689-04)

Numéro de l'échantillon : Q013689-04

Préleveur: Picotin Maude

Date de prélèvement: 14 août 2008

Description de l'échantillon: Péro-1

Description de prélèvement: Lac Perodeau, Chute St-Philippe

Point de prélèvement:

Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Carbone organique dissous

Méthode: MA. 300 - C 1.0

Date d'analyse: 19 août 2008

Résultat Unité

LDM

carbone organique dissous

3,7 mg/l C

0,20

Phosphore total en trace

Méthode: MA. 303 - P 5.0

Date d'analyse: 25 août 2008

Résultat Unité

LDM

Phosphore total

9,4 µg/l

0,6

Numéro de l'échantillon : Q013689-06

Préleveur: Picotin Maude

Date de prélèvement: 13 août 2008

Description de l'échantillon: Pierre

Description de prélèvement: Lac Pierre, Chute St-Philippe

Point de prélèvement:

Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Carbone organique dissous

Méthode: MA. 300 - C 1.0

Date d'analyse: 19 août 2008

Résultat Unité

LDM

carbone organique dissous

3,9 mg/l C

0,20

Phosphore total en trace

Méthode: MA. 303 - P 5.0

Date d'analyse: 25 août 2008

Résultat Unité

LDM

Phosphore total

7,4 µg/l

0,6

Certificat d'analyse

Direction de l'analyse et des
études de la qualité du milieu
2700 rue Einstein
Québec (Québec)
G1P 3W8

Client: Services-conseils Envir'eau
445 rue du Pont
local 204
Mont-Laurier (Québec) J9L 2R8

Nom de projet: Services-Conseils Envir'eau
Responsable: Raymond Annie
Téléphone: 819-499-0655
Code projet client:

Date de réception: 30 septembre 2008
Numéro de dossier: Q015090
Bon de commande:
Code projet CEAEQ: 772

Numéro de l'échantillon : Q015090-01

Préleveur: Picotin Maude
Description de l'échantillon: Pierre
Description de prélèvement: Lac Pierre, Chute-St-Philippe
Point de prélèvement:
Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Date de prélèvement: 29 septembre 2008

Chlorophylle a

Méthode: MA. 800 - Chlor. 1.0

Date d'analyse: 1 octobre 2008

Résultat Unité

LDM

Chlorophylle a

2,3 µg/l

0,02

pheophytine a

0,51 µg/l

0,02

Numéro de l'échantillon : Q015090-02

Préleveur: Picotin Maude
Description de l'échantillon: Rochon
Description de prélèvement: Lac Pierre, Chute-St-Philippe
Point de prélèvement:
Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Date de prélèvement: 29 septembre 2008

Chlorophylle a

Méthode: MA. 800 - Chlor. 1.0

Date d'analyse: 1 octobre 2008

Résultat Unité

LDM

Chlorophylle a

2,6 µg/l

0,02

pheophytine a

0,36 µg/l

0,02

Les résultats ne se rapportent qu'à l'échantillon soumis à l'analyse.

J'atteste avoir formellement constaté ces faits

Certificat approuvé le 28 octobre 2008


Éloïse Veilleux, M.Env., biologiste
Division biologie et microbiologie

Légende:

ABS: Absence

DNQ: Résultat entre la LDM et la LQM

INT: Interférences - Analyse impossible

ND: Non détecté

NDR: Détecté - Mais ne satisfait pas le rapport isotopique

PR: Présence

RNF: Résultat non disponible

ST: Sous-traitance

TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées

Certificat d'analyse

Direction de l'analyse et des
études de la qualité du milieu
2700 rue Einstein
Québec (Québec)
G1P 3W8

Client: Services-conseils Envir'eau
445 rue du Pont
local 204
Mont-Laurier (Québec) J9L 2R8

Nom de projet: Services-Conseils Envir'eau
Responsable: Raymond Annie
Téléphone: 819-499-0655
Code projet client:

Date de réception: 30 septembre 2008
Numéro de dossier: Q015090
Bon de commande:
Code projet CEAEQ: 772

Numéro de l'échantillon : Q015090-01

Préleveur: Picotin Maude
Description de l'échantillon: Pierre
Description de prélèvement: Lac Pierre, Chute-St-Philippe
Point de prélèvement:
Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Date de prélèvement: 29 septembre 2008

Carbone organique dissous

Méthode: MA. 300 - C 1.0

Date d'analyse: 30 septembre 2008

	Résultat	Unité	LDM
carbone organique dissous	5,9	mg/l C	0,20

Phosphore total en trace

Méthode: MA. 303 - P 5.0

Date d'analyse: 2 octobre 2008

	Résultat	Unité	LDM
Phosphore total	11	µg/l	0,6

Numéro de l'échantillon : Q015090-02

Préleveur: Picotin Maude
Description de l'échantillon: Rochon
Description de prélèvement: Lac Pierre, Chute-St-Philippe
Point de prélèvement:
Nature de l'échantillon: eau naturelle de surface

Date de prélèvement: 29 septembre 2008

Carbone organique dissous

Méthode: MA. 300 - C 1.0

Date d'analyse: 30 septembre 2008

	Résultat	Unité	LDM
carbone organique dissous	12	mg/l C	0,20

Phosphore total en trace

Méthode: MA. 303 - P 5.0

Date d'analyse: 2 octobre 2008

	Résultat	Unité	LDM
Phosphore total	6,7	µg/l	0,6

Annexe B

Température, conductivité, oxygène dissous et pH du lac Pierre le 17 juin 2008

Profondeur (m)	Température (Celsius)	Oxygène dissous (mg/L)	Conductivité (µS/cm)	pH
0	22,07	8,05	34	7,33
1	21,84	7,45	34	7,37
2	21,71	8,39	34	7,38
3	17,25	9,15	33	7,42
4	12,62	10,83	33	7,32
5	9,35	8,90	33	6,96
6	7,31	7,43	33	6,58
7	5,99	6,61	33	6,51
8	5,36	6,65	34	6,47
9	5,01	5,26	35	6,41
10	4,63	4,88	36	6,37
11	4,43	4,22	37	6,33
12	4,27	4,15	38	6,29
13	4,19	3,65	38	6,26
14	4,13	3,45	38	6,24
15	4,10	3,11	39	6,23
16	4,08	2,89	39	6,22
17	4,10	2,40	40	6,19
18	4,12	1,82	41	6,17
19	4,11	0,37	43	6,15
20	4,09	0,00	45	6,27

Température, conductivité, oxygène dissous et pH du lac Pierre le 29 septembre 2008

Profondeur (m)	Température (Celsius)	Oxygène dissous (mg/L)	Conductivité (μ S/cm)	pH
0	15,92	8,97	37	6,81
1	15,92	8,88	37	6,85
2	15,92	9,06	37	6,86
3	15,91	8,91	37	6,86
4	15,40	8,92	37	6,84
5	14,65	8,22	37	6,75
6	11,66	5,25	35	6,24
7	8,85	4,26	36	6,45
8	6,80	3,94	37	6,28
9	5,84	3,63	38	6,21
10	5,21	3,28	38	6,17
11	4,72	3,45	39	6,14
12	4,36	2,84	40	6,11
13	4,24	1,82	42	6,39
14	4,27	0,25	44	6,30
15	4,32	0,00	44	6,28
16	4,36	0,00	46	6,26
17	4,32	0,00	48	6,29
18	4,32	0,00	49	6,29
19	4,29	0,00	61	6,30