OBVRLY

Organisme de bassins versants
des rivières du Loup et des Yamachiche

PORTRAIT ET DIAGNOSTIC DU BASSIN VERSANT DU LAC PLAISANT - 2009

Saint-Élie-de-Caxton

Mars 2011

Photos page couverture :

Photo 1 : Lac Plaisant, vue du côté sud, photo prise en mai 2009. © OBVRLY

Photo 2 : Lac Plaisant, vue de la bande riveraine côté sud-ouest, photo prise en 2009. © OBVRLY

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*[1]

Rédaction et recherche

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*[1]
Marie-Josée Parino, stagiaire en géographie[1]

Révision linguistique

Pierre Deshaies[1, 3]

Cartographie et géomatique

Marie-Josée Parino, stagiaire en géographie[1]
Julien Trépanier, stagiaire en géographie[1]
Nathalie Sarault, géographe, *B.Sc.*[1]

Mise en page

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*[1]
Marie-Josée Parino, stagiaire en géographie[1]

Équipe terrain

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*[1]
Marie-Josée Parino, stagiaire en géographie[1]
Julien Trépanier, stagiaire en géographie[1]
Nathalie Sarault, géographe, *B.Sc.*[1]

Indice Diatomées de l'Est du Canada

Martine Grenier, diatomiste, *Ph.D.*[2]

Comité de révision

Stéphane Campeau, *Ph.D.*[2]
Pierre Deshaies[1, 3]

Équipe de réalisation 2009, de gauche à droite : Yann Boissonneault, Pierre-André Bordeleau (responsable des stagiaires, UQTR), Stéphane Campeau, Marie-Josée Parino, Pierre Deshaies et Julien Trépanier. Nathalie Sarault est absente sur cette photo.

[1] Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)
[2] Laboratoire de recherche sur les bassins versants, Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR)
[3] Conseiller en gestion du milieu riverain à Saint-Élie-de-Caxton

Pour nous joindre

Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

143, rue Notre-Dame
Yamachiche, Québec
G0X 3L0

Tél. : (819) 296-2330
Fax : (819) 296-2331

Adresse de courrier électronique : info@obvrly.ca
Adresse Web : www.obvrly.ca

Référence à citer

OBVRLY, 2011. *Portrait et diagnostic du bassin versant du lac Plaisant - 2009, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 85 pages.

© OBVRLY, 2011

Ce document est disponible sur le site Web de l'Organisme.

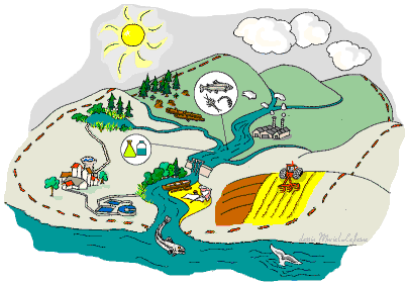
Autorisation de reproduction

La reproduction de ce document, en partie ou en totalité, est autorisée à la condition que la source et les auteurs soient mentionnés comme indiqué dans **Référence à citer**.

Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

Qu'est-ce qu'un bassin versant?

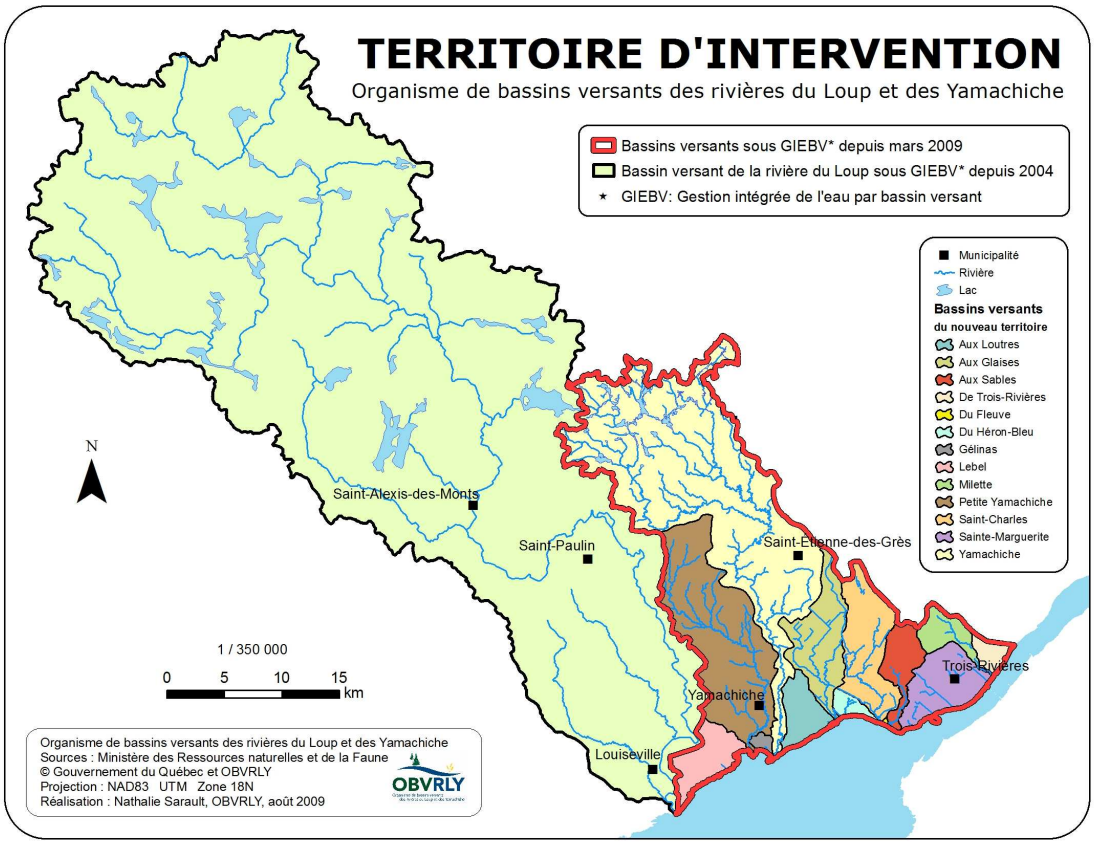
Un bassin versant constitue un territoire où l'eau reçue par précipitation s'écoule et s'infiltre pour former un réseau hydrographique alimentant un exutoire commun, le cours d'eau principal.



Source: MDDEP

Qu'est-ce que l'OBVRLY?

L'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) est une table de concertation où siègent tous les acteurs et usagers de l'eau qui oeuvrent à l'intérieur de mêmes bassins versants. L'OBVRLY n'est pas un groupe environnemental, mais plutôt un organisme de planification et de coordination des actions en matière de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV). C'est donc par la documentation de l'état de la situation sur son territoire d'intervention que l'Organisme peut recommander des solutions aux acteurs et usagers afin de maintenir ou d'améliorer la qualité de l'eau et des écosystèmes associés.



PARTENAIRES

Pour leur soutien financier et logistique, nous tenons à remercier les partenaires suivants qui ont su unir leurs efforts afin de mettre en œuvre le présent projet.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
Québec

Université du Québec à Trois-Rivières

Regroupement des Organisations de Bassin Versant du Québec
ROBVQ

Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Association des riverains du lac Plaisant inc.

Regroupement pour la protection de l'environnement des lacs et cours d'eau de Saint-Élie-de-Caxton

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation 3

Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) 7

Partenaires 9

Résumé…… 13

Avant-Propos 15

Actions entreprises par les municipalités 16
Un projet concerté… 16

Introduction 19

Historique du développement du lac Plaisant 20

1ère partie : Portrait du bassin versant du lac Plaisant 21

Les caractéristiques du bassin versant 21
Utilisation du territoire 26

2ième Partie : Évaluation de l'état de santé du lac Plaisant et de ses tributaires 35

Méthodologie 35
Résultats de qualité de l'eau du lac Plaisant et de ses tributaires 39
Qualité de l'eau des tributaires du lac Plaisant 50
Floraisons de cyanobactéries 56

Conclusion 61

Les floraisons de cyanobactéries 61
Apports en phosphore 62

Recommandations 67

Remerciements 75

Liste des cartes 77

Liste des figures **78**

Liste des tableaux **79**

Références **81**

Bibliographie 84
Documents cartographiques consultés 85

RÉSUMÉ

Suite aux floraisons d'algues bleu-vert signalées au lac Plaisant en 2007, l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) a effectué en 2009 une étude du bassin versant du lac afin de cibler les causes de ces floraisons. Cette étude a été réalisée en collaboration avec la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, l'association de riverains du lac Plaisant inc. et l'Université du Québec à Trois-Rivières.

Le lac Plaisant est un lac de villégiature dont le développement résidentiel a débuté dans les années 1970. Il compte 77 résidences qui correspondaient, en 2009, à 95% d'occupation des rives du lac. Le bassin versant du lac Plaisant est principalement forestier, soit 80 % du bassin. Le milieu résidentiel représente près de 6 % de la superficie du bassin versant. Une sablière, en exploitation en 2009, est située dans le secteur sud du bassin versant. Elle représente 2 % du territoire du bassin versant du lac Plaisant.

Les résultats obtenus à partir des données récoltées dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* situent le lac dans la classe oligotrophe en 2007 et méso-oligotrophe en 2008 et 2009 à l'égard de la transparence. Une augmentation de la productivité du lac Plaisant, productivité qui se traduit par l'augmentation de la chlorophylle « *a* », a été observée en 2008 et 2009. Les concentrations en phosphore sédimentaire trouvées au fond du lac Plaisant en 2009 et les épisodes d'anoxie dans ses eaux profondes peuvent contribuer au relargage du phosphore accumulé dans les sédiments et par conséquent pourraient contribuer au vieillissement prématuré du lac Plaisant.

Différentes sources d'apports en nutriments pouvant contribuer au vieillissement du lac Plaisant ont été identifiées. Malgré que 28 % des bandes riveraines appartiennent à la classe « A » de l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR excellent), des améliorations devront être apportées pour les bandes riveraines appartenant à la classe « B », 52 % des rives et à la classe « C », 20 % des rives. La revégétalisation devra être réalisée afin de freiner les eaux de ruissellement. Ces eaux chargées en sédiments proviennent des résidences riveraines, du chemin ceinturant le lac et de la route 351 (7e rang). Bien que nous n'ayons pas accès pour l'instant aux informations concernant l'état des installations septiques, leur contribution en phosphore ne peut être négligée compte tenu du nombre important de résidences présentes autour du lac. La présence de lacs artificiels et d'une carrière/sablière, située au sud du bassin versant du lac, pourrait contribuer aux apports en nutriments par le ruissellement des eaux chargées en sédiments qui peuvent atteindre le lac via le tributaire adjacent. À cet effet, les résultats obtenus en 2009 à partir des données physico-chimiques pour les deux principaux tributaires du lac Plaisant nous ont permis d'identifier le tributaire, situé au sud du bassin, pouvant contribuer le plus aux apports en phosphore vers le lac.

Les conditions naturelles rencontrées sur le bassin versant du lac Plaisant combinées à la présence d'activités de villégiature depuis quelques dizaines d'années peuvent contribuer au vieillissement prématuré du lac (phénomène d'eutrophisation). Différentes mesures d'atténuation devront être prises afin de contrer l'eutrophisation de ce plan

d’eau. Ces mesures concernent essentiellement la gestion du ruissellement des eaux vers le lac (bandes riveraines, chemins) et le contrôle des différentes sources de phosphore d’origine humaine (installations septiques, engrais, etc.).

Dans cette étude, nous avons identifié les différentes sources de phosphore contribuant à l’eutrophisation du lac Plaisant. Jusqu’à maintenant, nous n’avons pu quantifier la contribution des différentes sources de phosphore qu’elles soient d’origine naturelle ou humaine. La prochaine étape consiste donc à réaliser des modèles qui serviront à estimer la proportion du phosphore qui provient du bassin versant et de la ceinture résidentielle autour du lac. Ces modèles permettront de calculer la capacité de support en phosphore du lac Plaisant.

AVANT-PROPOS

Dans le but d'améliorer la qualité de l'eau des lacs qui ont subi des floraisons d'algues bleu-vert ces dernières années, un projet-pilote a démarré en 2009 sur le territoire des municipalités de Saint-Élie-de-Caxton et de Saint-Boniface. Ce projet est issu d'une collaboration entre l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), le Laboratoire de recherche sur les bassins versants de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), le ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), les municipalités de Saint-Élie-de-Caxton et de Saint-Boniface et les regroupements pour la protection de l'environnement des lacs et cours d'eau et associations de lacs de ces municipalités.

Les premiers épisodes de cyanobactéries (algues bleu-vert) dans les lacs Héroux et Plaisant sont apparus en 2007 et en 2008 pour le lac des Six. À la suite de ces événements, les associations de ces trois lacs se sont inscrites au *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEP afin de mieux comprendre l'état de santé de ces lacs. Une analyse plus approfondie de la situation de chacun des lacs dépasse ce qu'on peut demander aux bénévoles des associations de lacs. C'est pourquoi le projet-pilote concernant les lacs ayant subi des floraisons d'algues bleu-vert dans les municipalités de Saint-Élie-de-Caxton (lac Plaisant) et de Saint-Boniface (lacs Héroux et des Six) a été mis sur pied.

Parallèlement au *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau* adopté par les deux municipalités concernées, ce projet permettra de mieux cibler les actions à entreprendre afin d'améliorer la qualité de l'eau et des écosystèmes des bassins versants de ces trois lacs.

Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau

Les municipalités de Saint-Élie-de-Caxton et de Saint-Boniface ont résolu d'adopter, en 2008, *le Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau*. Toutes les rives des lacs, cours d'eau et milieux humides dégradées, décapées ou artificielles, devront être revégétalisées, à partir de la ligne des hautes eaux, selon les échéances suivantes :

- Tout propriétaire doit avoir revégétalisé une largeur de 3 mètres de rive le 1er novembre 2009;
- Tout propriétaire doit avoir revégétalisé une largeur de 10 à 15 mètres de rive, selon la pente, le 1er novembre 2012.

Pour en savoir plus, consulter le site Internet suivant :
http://www.st-elie-de-caxton.com/affairesmunicipales/ReglementsMunicipaux/

Actions entreprises par les municipalités

1- Délimitation de la rive à revégétaliser

Dans le cadre des mesures complémentaires au *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau*[*] de ces deux municipalités, les résidents riverains ont été visités afin de délimiter les limites de la rive qui doit être revégétalisée. La municipalité de Saint-Élie-de-Caxton a employé une personne responsable de l'identification des rives au cours de la saison estivale 2009 afin de caractériser les rives du lac Plaisant. La tâche consistait à délimiter les 10 ou 15 mètres réglementaires à l'aide d'un écriteau « *Bande riveraine au travail* », de prendre une photo de la rive et de noter les caractéristiques particulières de l'emplacement.

Bande riveraine au travail

2- Inventaires des installations septiques

Dans le cadre du Programme d'aide à la prévention d'algues bleu-vert (PAPA) du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), différents inventaires ont été effectués. Ces inventaires, réalisés en 2009, concernaient la localisation des résidences non desservies par un réseau d'égout, la caractérisation des fosses septiques et des champs d'épuration et l'analyse de la conformité au *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées* (Q-2, r.8). Ces inventaires ont été réalisés par la firme *Consultants SB*. Ces inventaires ciblaient trois objectifs[†] :

- inventorier les installations sanitaires existantes prioritairement situées dans le corridor riverain d'un lac (300 mètres) ou d'un cours d'eau (100 mètres);
- classer les installations sanitaires existantes en fonction de leur degré d'impact sur l'environnement;
- élaborer un plan correcteur identifiant des travaux requis pour corriger les installations déficientes.

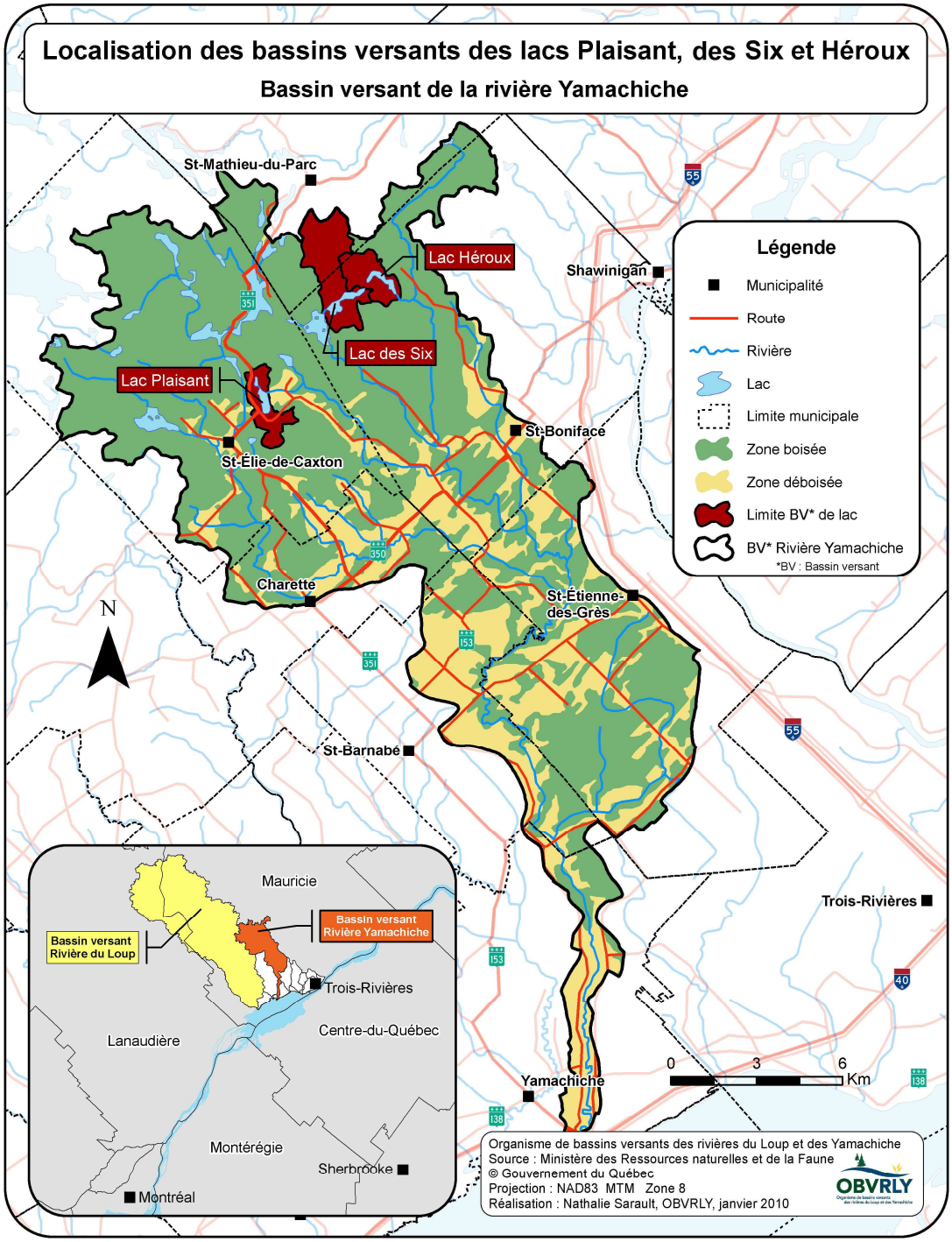
Un projet concerté…

Ce projet-pilote propose un modèle d'avant-garde en ce qui a trait à la participation de l'ensemble des acteurs et usagers concernés par la qualité de l'environnement des lacs et cours d'eau des bassins versants à l'étude. À l'échelle locale, les riverains ainsi que les municipalités de Saint-Boniface et de Saint-Élie-de-Caxton ont participé à cette étude par l'acquisition de données terrain. À l'échelle régionale, l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), appuyé scientifiquement par l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), a coordonné cette étude.

[*] Pour plus d'informations : www.st-elie-de-caxton.com/milieuriverain/

[†] Pour plus d'informations : http://www.mamrot.gouv.qc.ca/amenagement/amen_algu_prog.asp

Finalement, à l'échelle provinciale, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) a contribué à ce projet par le biais du Programme *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL) et par leur soutien technique.



Carte 1 : Localisation des bassins versants des lacs Plaisant, des Six et Héroux, bassin de la rivière Yamachiche, 2009

INTRODUCTION

En 2007, une floraison d'algues bleu-vert (cyanobactéries) a été signalée au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) par les riverains du lac Plaisant. C'était le premier constat de ce phénomène qui se traduit par une croissance excessive d'organismes microscopiques, les cyanobactéries. De façon naturelle, qu'elles soient toxiques ou non, les cyanobactéries sont présentes dans tous les plans d'eau québécois (GRILL, 2008). On les trouve naturellement en nombre restreint et généralement ne sont pas visibles à l'œil nu. Ces floraisons d'algues bleu-vert observées en 2007 ont poussé les riverains ainsi que la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton à dresser un portrait de la situation. Ainsi, cette étude permettra d'établir le niveau d'eutrophisation du lac et ses sources de perturbation et de compiler toutes les données disponibles sur le lac Plaisant afin de bien cibler les problématiques historiques et récentes.

Floraison d'algues bleu-vert au lac Plaisant en 2007, photo Pierre Deshaies

L'objectif de cette étude consiste donc à répondre aux questions suivantes :

- Quel est le niveau d'eutrophisation du lac Plaisant?
- D'où proviennent les eaux de surface qui s'écoulent vers le lac?
- Quelles sont les sources potentielles de pollution?
- Quelles sont les priorités d'action afin de réduire l'impact des sources potentielles de pollution?

Dans la première partie de ce rapport, une description géographique du territoire et des caractéristiques du bassin versant seront présentées. Les données de qualité de l'eau du lac et des tributaires récoltées à l'été 2009 seront présentées dans la deuxième partie. Enfin, c'est à partir de l'analyse du territoire et des résultats de qualité de l'eau que des recommandations pour le maintien ou l'amélioration de l'état de santé du lac Plaisant seront proposées aux riverains et à la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton.

Historique du développement du lac Plaisant

Suite aux différents témoignages des riverains du lac Plaisant, nous avons reconstitué un bref historique du développement résidentiel des rives du lac. Historiquement, le lac Plaisant a connu différents noms et surnoms : lac Royer et lac Sangsue. Il en est de même pour les lacs qui s'y déversent : lac Hyacinthe maintenant nommé lac à la Mousse et deux lacs situés au sud portent les noms des propriétaires respectifs : lac Plante et lac Milette.

C'est au cours des années 1970 que les riverains formèrent un comité de protection du lac Plaisant dont le premier objectif était d'interdire les bateaux à moteur, ce qui fut fait en 1976. Aujourd'hui, l'association de riverains contribue à la préservation du lac Plaisant en sensibilisant les résidents aux bonnes pratiques en milieu riverain. L'association du lac est active auprès des riverains, elle communique avec les riverains par le biais d'un journal annuel, d'affiches installées en bordure des routes et de conférences environnementales. Ses principales actions visent la sensibilisation à l'utilisation de savons sans phosphate et la revégétalisation des rives. En 2008, elle a obtenu la participation d'environ 50 % des riverains quant à la revégétalisation des rives. Les résidents ont planté entre 2000 et 3000 plants sur les rives du lac Plaisant.

1ÈRE PARTIE : PORTRAIT DU BASSIN VERSANT DU LAC PLAISANT

Les caractéristiques du bassin versant

Le bassin versant, le lac et ses tributaires doivent être considérés comme un tout. De façon à améliorer la santé du lac dans une optique de développement durable, l'aménagement adéquat des rives n'est pas suffisant. Il faut aussi tenir compte de l'utilisation du sol et des rejets provenant de l'ensemble du bassin versant. C'est pourquoi nous présentons les caractéristiques physiques du bassin versant dans cette première partie.

La caractérisation du bassin versant a été effectuée à l'aide d'un système d'information géographique (SIG), de photos aériennes (orthophotos) et des cartes topographiques à l'échelle de 1/20 000 et à l'échelle de 1/100 000 du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Ces fichiers numériques nous ont procuré plusieurs informations : surfaces forestières, milieux humides, hydrographie, routes, courbes hypsométriques, tributaires, etc.

Une première caractérisation du territoire a permis de délimiter le bassin versant du lac Plaisant. Ainsi, une estimation de la provenance des eaux de surface qui s'écoulent vers le lac a été réalisée. La caractérisation du réseau hydrographique a pu être complétée par des sorties terrain qui ont permis de caractériser le drainage routier. Par la suite, les propriétés morphométriques (superficie, périmètre et pourcentage de l'utilisation du sol) et une analyse physiographique (topographie, géologie, dépôts de surface et sols) du bassin versant ont été effectuées. Ces différentes analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel de cartographie Arc GIS 9.2 de ESRI.

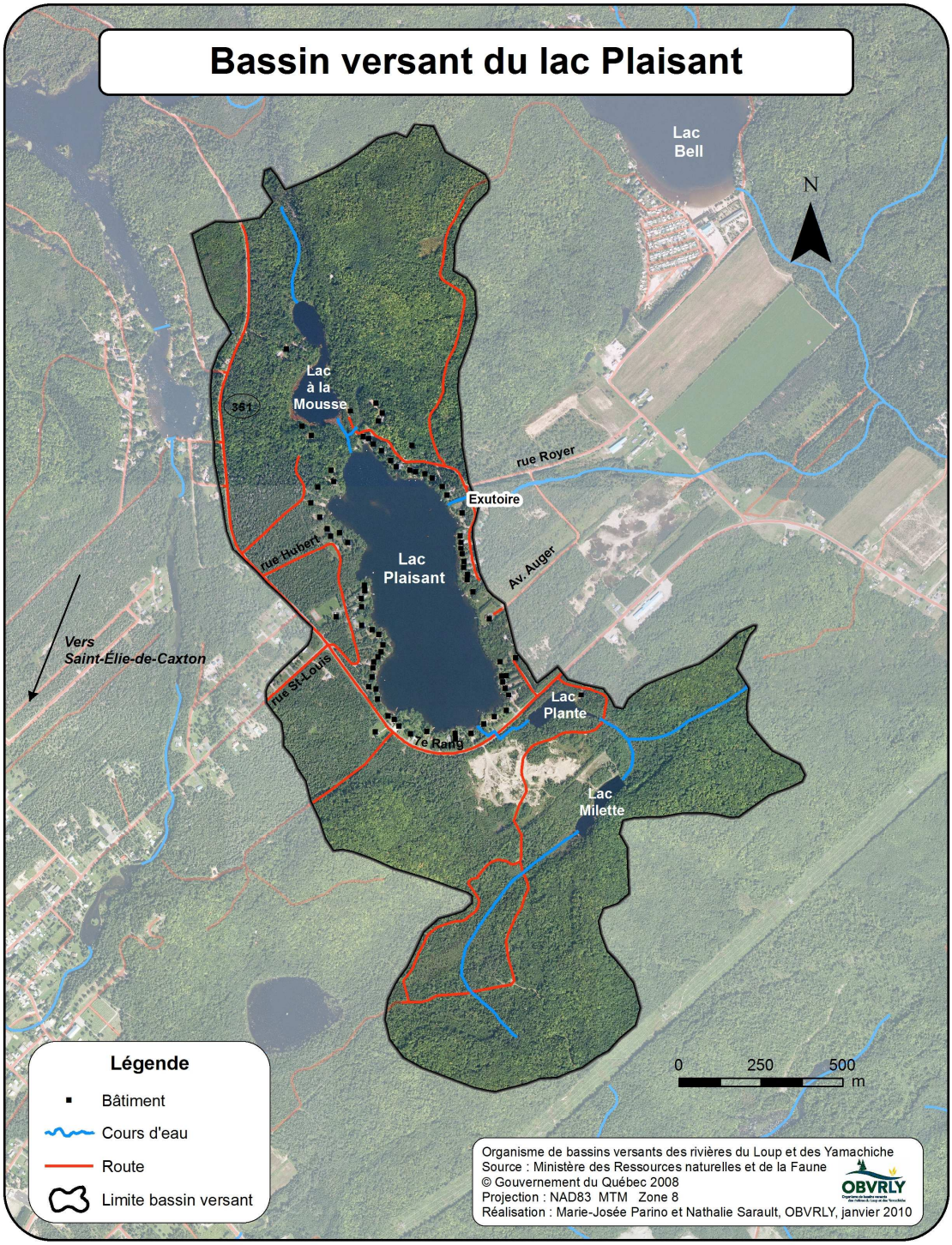
Hydrographie

Le bassin versant du lac Plaisant fait partie du réseau hydrologique du bassin versant de la rivière Yamachiche. Le lac Plaisant se localise dans la MRC de Maskinongé, sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent, au nord-ouest de Trois-Rivières, dans la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton (carte 1, section avant-propos).

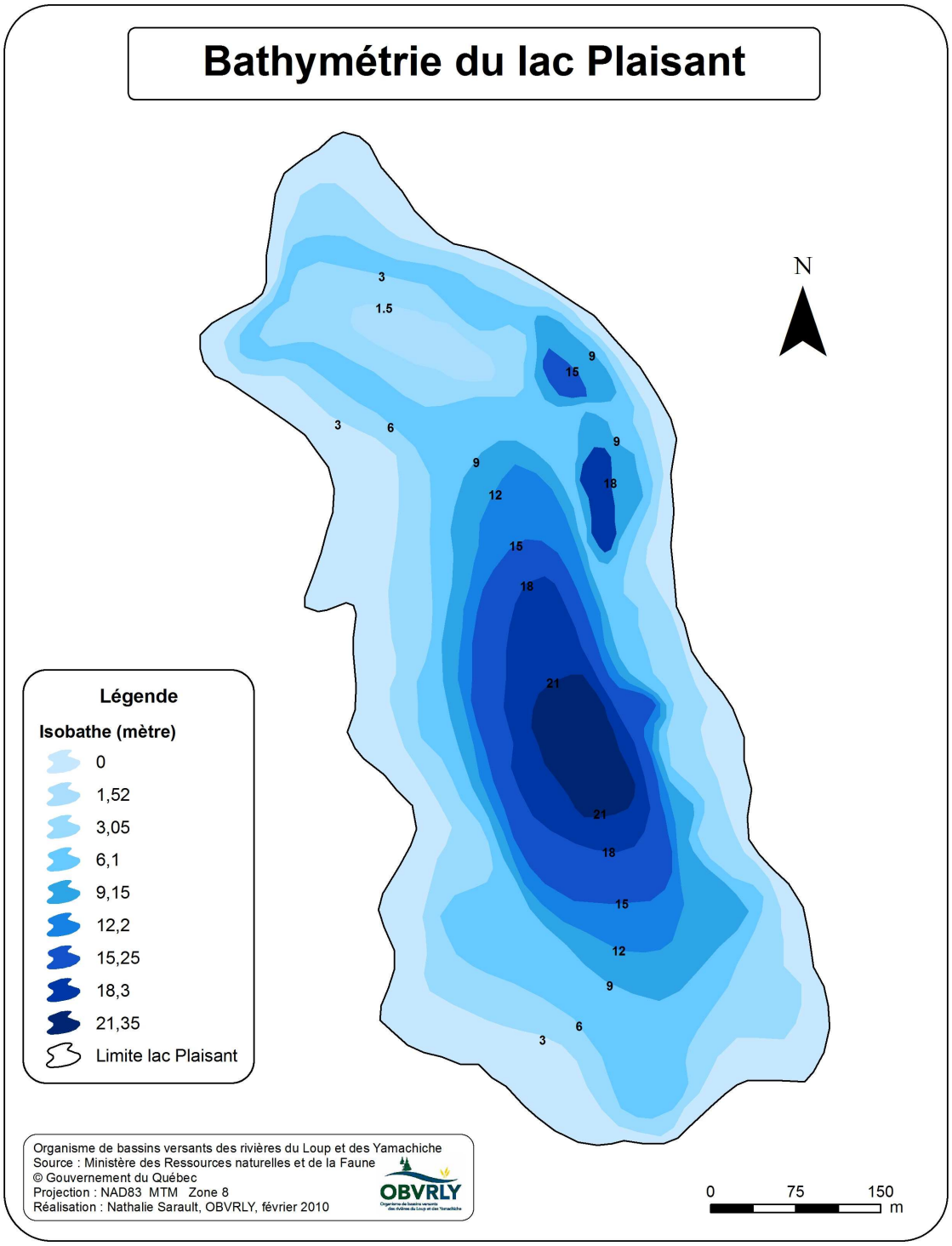
Tableau 1 : Hydrographie du bassin versant du lac Plaisant, 2009

Plan d'eau	Périmètre (m)	Superficie (km²)	Volume (m^3)	Profondeur à la fosse (m)
Plaisant	3 237	0,24	1 997 670	22
À la mousse	1 007	0,03	N/D	N/D
Plante	534	0,008	N/D	N/D
Milette	491	0,007	N/D	N/D
Bassin versant	**9 674**	**2,35**	Ne s'applique pas	Ne s'applique pas

Le bassin versant du lac Plaisant compte 4 plans d'eau : le lac Plaisant et 3 lacs qui s'y déversent par le biais des tributaires (tableau 1). Les cours d'eau du bassin versant parcourent 2,6 km au total.



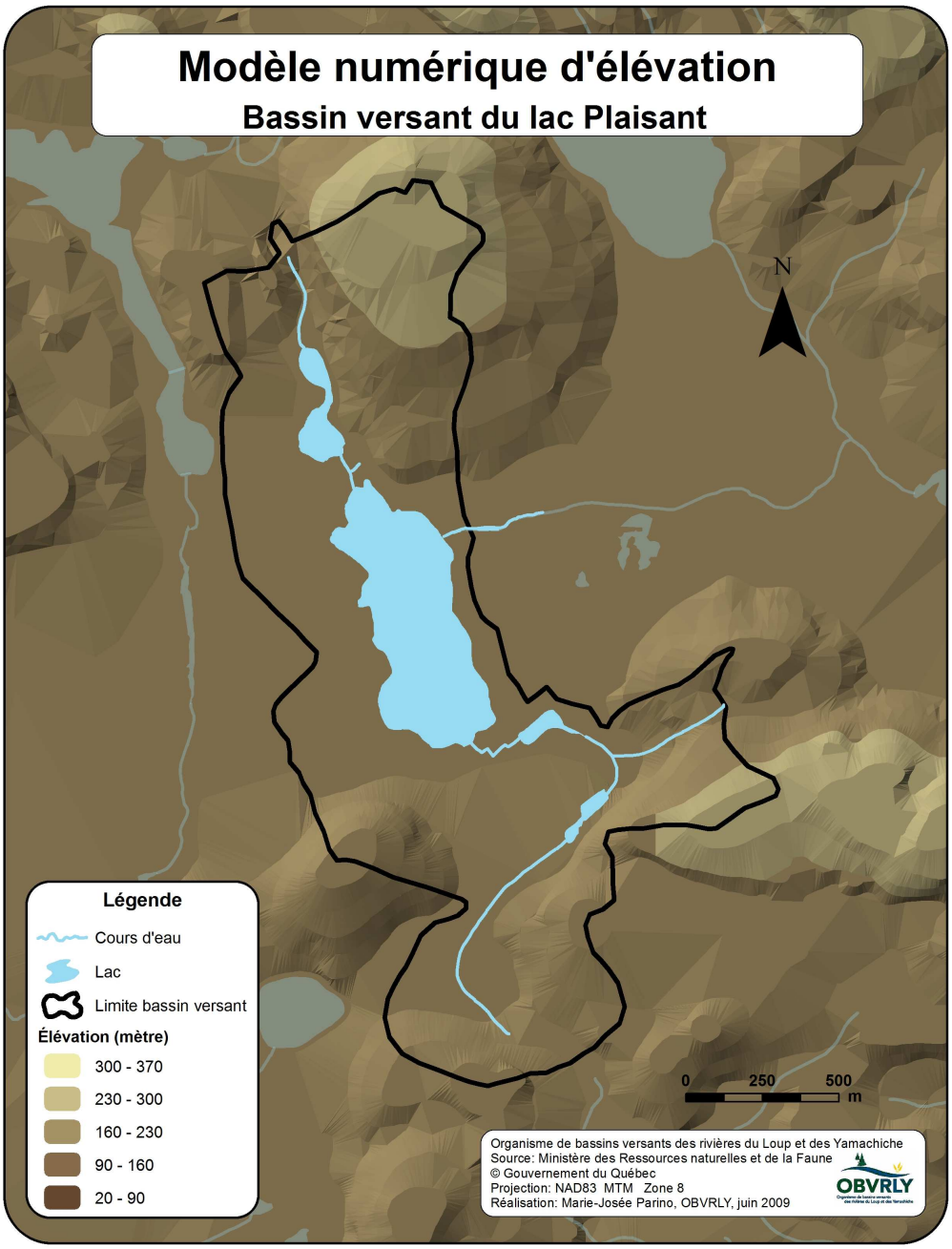
Carte 2 : Bassin versant du lac Plaisant, photo aérienne prise en 2008



Carte 3 : Carte bathymétrique illustrant le relief du fond du lac Plaisant et des profondeurs associées en mètres

Topographie du bassin versant

Le lac Plaisant se situe à 177 mètres d'altitude. Son bassin versant est caractérisé par un relief plat à la limite sud du Bouclier canadien. La partie la plus élevée du bassin se localise au nord-est avec une altitude maximale de 260 mètres. D'ailleurs, cette section plus élevée se draine vers le pied de la colline pour former un marais naturel. Un deuxième sommet se situe au sud-est du bassin versant avec une altitude de 240 mètres. Le plus grand dénivelé est de 83 mètres sur une distance de 1,5 km (carte 4).



Carte 4 : Topographie du bassin versant du lac Plaisant obtenue à partir d'un modèle d'élévation numérique

Géologie

Au niveau géologique, ce secteur se situe dans la province de Grenville, sur le Bouclier canadien. Le substrat est composé de roches précambriennes, surtout de roches métamorphiques : le gneiss (Béland, 1961). D'ailleurs, plusieurs affleurements rocheux sont observés sur le territoire du bassin versant. « Les roches précambriennes qui affleurent maintenant correspondent aux racines des Laurentides qui étaient beaucoup plus élevées et qui ont été érodées par les agents atmosphériques et les glaciers durant les millions d'années qui ont suivi leur mise en place. » (Commission géologique du Canada, 2008).

Dépôts de surface

Les dépôts de surface du bassin versant sont principalement composés de sédiments fluvioglaciaires (sable et gravier), provenant de la période glaciaire. Au cours de la dernière glaciation (il y a plus de 12 000 ans), l'avancement de l'inlandsis laurentidien décapait le substrat du Bouclier canadien. Le lac fut ainsi formé par le déplacement des glaciers qui formaient des cuvettes propices à la formation de lacs. D'ailleurs, au Canada, la plupart des lacs sont d'origines glaciaires (La fondation Historica du Canada, 2009). Lors du recul (fonte) du glacier, les eaux de drainage de celui-ci créaient un cours d'eau sous le glacier, cet affluent transportait des sédiments qui, par la suite, se déposaient plus en aval dans la mer de Champlain.

Pédologie / sols

La région pédologique du bassin versant du lac Plaisant se localise sur une dominance de sols Matambin, de Mont-Rolland et de Saint-Louis, sols surtout composés de sables loameux et graveleux. À certains endroits (nord-ouest), la nappe phréatique est près de la surface. Enfin, les sols comportent une productivité de moyenne à pauvre avec un drainage imparfait à certains endroits. On retrouve néanmoins des activités agricoles à proximité du bassin versant dans ces types de sols (Pageau, 1967).

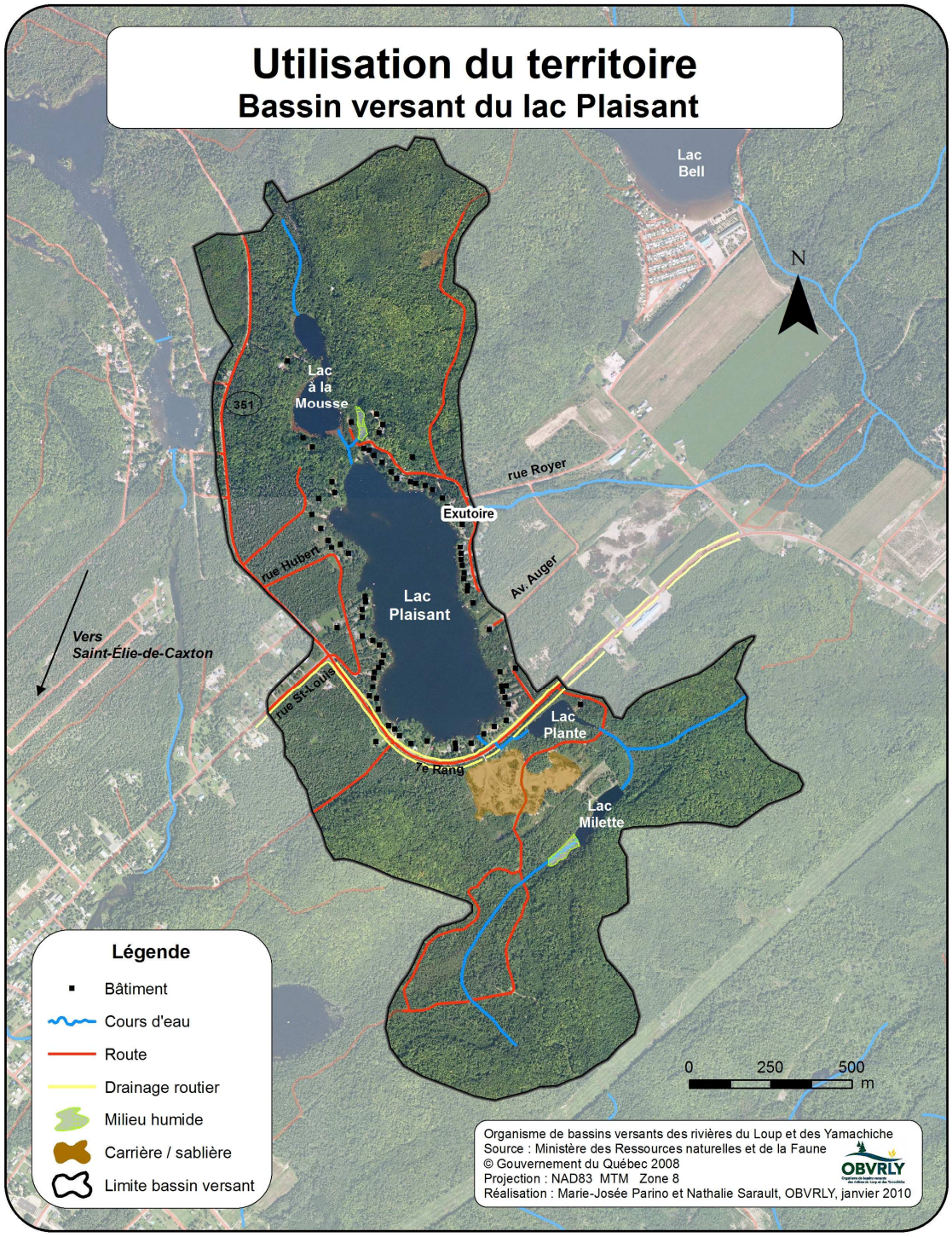
Utilisation du territoire

Le bassin versant du lac Plaisant est surtout un endroit de villégiature. Bien que principalement en zone forestière, la zone riveraine du lac Plaisant abrite aussi une proportion considérable de résidences. On dénombre 77 résidences au pourtour du lac, elles occupent près de 6 % du territoire du bassin versant. L'importance du recouvrement forestier sur le territoire du bassin versant du lac Plaisant représente 80 % (tableau 2). Les forêts sont essentiellement composées de peuplements d'érablière à bouleau jaune. Une sablière, en exploitation en 2009, est située dans le secteur sud du bassin versant (carte 5). Celle-ci représente 2 % du bassin versant du lac Plaisant. Les routes et chemins parcourent près de 8 km à l'intérieur des limites du bassin versant.

Tableau 2 : Pourcentage d'utilisation du territoire du bassin versant du lac Plaisant, 2009

Utilisation du territoire	% du bassin versant	Superficie (km²)
Forêt	80	1,87
Eau (lacs et cours d'eau)	12	0,29
Résidentiel	5,9	0,14
Carrière / Sablière	2,0	0,046
Milieux humides	0,2	0,005
Bassin versant	**100**	**2,35**

La superficie des lacs et cours d'eau dans le bassin versant représente une proportion relativement importante du territoire avec 12 % du bassin versant. Les milieux humides, correspondant à moins de 0,5 % du territoire, sont localisés au nord et au sud du bassin versant (carte 5). Plus loin dans cette section, nous présenterons les caractéristiques du territoire : la qualité des bandes riveraines, les carrières/sablières, les milieux humides et le drainage routier pouvant contribuer à l'enrichissement des eaux du lac Plaisant.



Carte 5 : Utilisation du territoire du bassin versant du lac Plaisant, 2009

Indice de qualité des bandes riveraines (IQBR)

Les rives (ou bandes riveraines) d'un cours d'eau ou d'un lac jouent un rôle important sur l'état de santé de celui-ci. En effet, la composition végétale des rives, le type de sol et la pente sont des facteurs qui ont pour effet d'améliorer ou de diminuer la qualité de l'eau et de l'écosystème aquatique. Une rive composée de différentes strates de végétation (arbres, arbustes et herbacées) joue le rôle de zone tampon contre le ruissellement et de stabilisation des berges contre l'érosion, améliorant ainsi l'état de santé du cours d'eau ou du lac. À l'inverse, une rive dénudée de végétation devient une source de perturbation affectant l'intégrité du milieu aquatique. En plus de jouer un rôle de filtre entre le milieu terrestre et aquatique, la bande riveraine remplit diverses fonctions écologiques tels la stabilisation des berges, la régulation de la température de l'eau et le maintien des concentrations en oxygène et la création d'habitats pour la faune.

En résumé, les bandes riveraines permettent de réduire le potentiel d'eutrophisation des cours d'eau et des lacs, particulièrement lorsqu'un bassin versant est affecté par la pollution d'origine diffuse (effet cumulatif de la pollution provenant de l'ensemble du territoire). Une connaissance approfondie de l'état des rives (bandes riveraines), à l'échelle du bassin versant, permet d'identifier les secteurs vulnérables à la pollution. Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) a développé un outil d'évaluation simple et efficace afin d'évaluer l'état des rives : l'Indice de Qualité de la Bande Riveraine, IQBR (Saint-Jacques & Richard, 1998).

L'Indice de Qualité de la Bande Riveraine (IQBR)

L'IQBR, développé par le MDDEP, permet une évaluation rapide et compréhensible de la condition écologique de l'habitat riverain et de son impact sur l'intégrité du milieu aquatique. Liste des paramètres mesurés :

- Forêt (%)
- Arbustaie (%)
- Herbaçaie (%)
- Coupe forestière (%)
- Infrastructure (%)
- Socle rocheux (%)
- Friche et pâturage (%)
- Culture (%)
- Sol nu (%)

IQBR - Méthode visuelle
Il est possible de recueillir les données visuellement pour les sites d'échantillonnage. Les proportions des composantes de la bande riveraine sont prises visuellement sur les deux rives et sur 100 mètres en amont du site. Cependant, il faut considérer que cette méthode a ses limites dans l'évaluation des conditions de l'habitat riverain.

IQBR - Méthode photo-interprétation
L'évaluation des conditions de l'habitat riverain est réalisée à l'aide de photos aériennes sur l'ensemble d'un bassin versant. Cette méthode, plus coûteuse, permet une évaluation beaucoup plus raffinée des conditions de l'habitat riverain.

L'IQBR, dont la valeur se situe entre 0 (très faible) et 100 (excellent), est donc un outil qui permet de quantifier et de comparer l'état des bandes riveraines. Des classes ont alors été créées afin d'en simplifier l'interprétation, classe IQBR « A » (excellent) et classe « E » (très faible).

Source : Saint-Jacques & Richard, 1998, MDDEP.

Au lac Plaisant, le plus fort du développement résidentiel a eu lieu dans les années 1970 et 1980. À cette époque au Québec, les propriétaires et les instances n'étaient pas conscients de l'importance des bonnes pratiques en milieu riverain. C'est ainsi que les résidents ont tenté de reproduire le modèle d'aménagement urbain, ou de banlieue, sur les rives du lac. La règle était de couper les arbres afin de mieux voir le lac, d'implanter de la pelouse pour faciliter l'accès à l'ensemble du terrain et parfois d'installer des murets. Bien que l'aspect esthétique recherché soit louable, l'impact sur l'intégrité écologique du lac peut conduire au vieillissement prématuré d'un lac (eutrophisation), condition favorable à la prolifération des cyanobactéries.

Rappelons qu'en 2009, 77 résidences correspondaient à 95 % d'occupation des rives du lac Plaisant.

L'IQBR a été calculé à partir d'une caractérisation effectuée visuellement sur le terrain et par tronçons de 100 mètres, sur une profondeur de 15 mètres, et ce, pour tout le périmètre habité du lac. La qualité des rives du lac Plaisant est excellente pour le tiers d'entre elles, soit 28 % appartenant à la classe A de l'IQBR. Ces dernières sont surtout situées dans le secteur nord-ouest du lac. Les deux tiers des rives sont d'une qualité intermédiaire, 52% appartiennent à la classe B et 20 % à la classe C de l'IQBR (carte 6).

La bande riveraine typique (ou moyenne) d'une propriété privée du lac Plaisant respecte les bonnes pratiques pour près 70 % de sa superficie, soit présence d'arbres, d'arbustes et d'herbacées naturelles. La proportion restante de la superficie d'une rive typique est généralement occupée par des éléments susceptibles d'altérer le milieu aquatique, telles les pelouses, les plages et les infrastructures (figure 1).

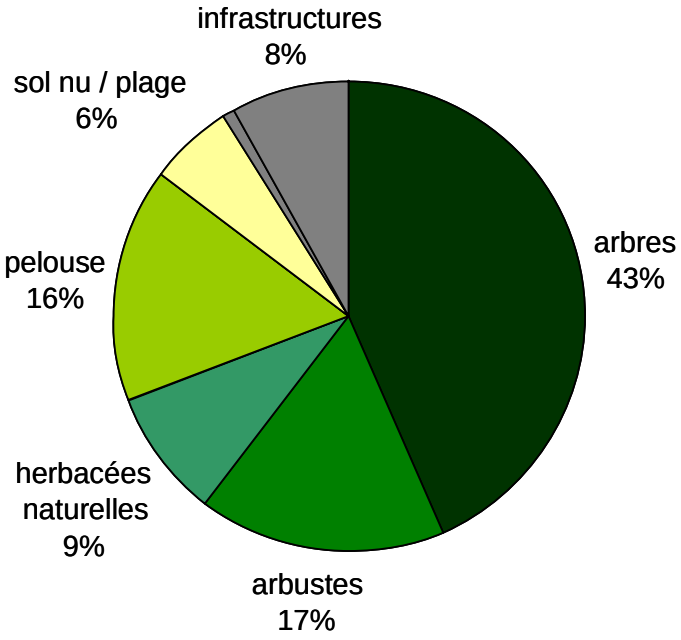
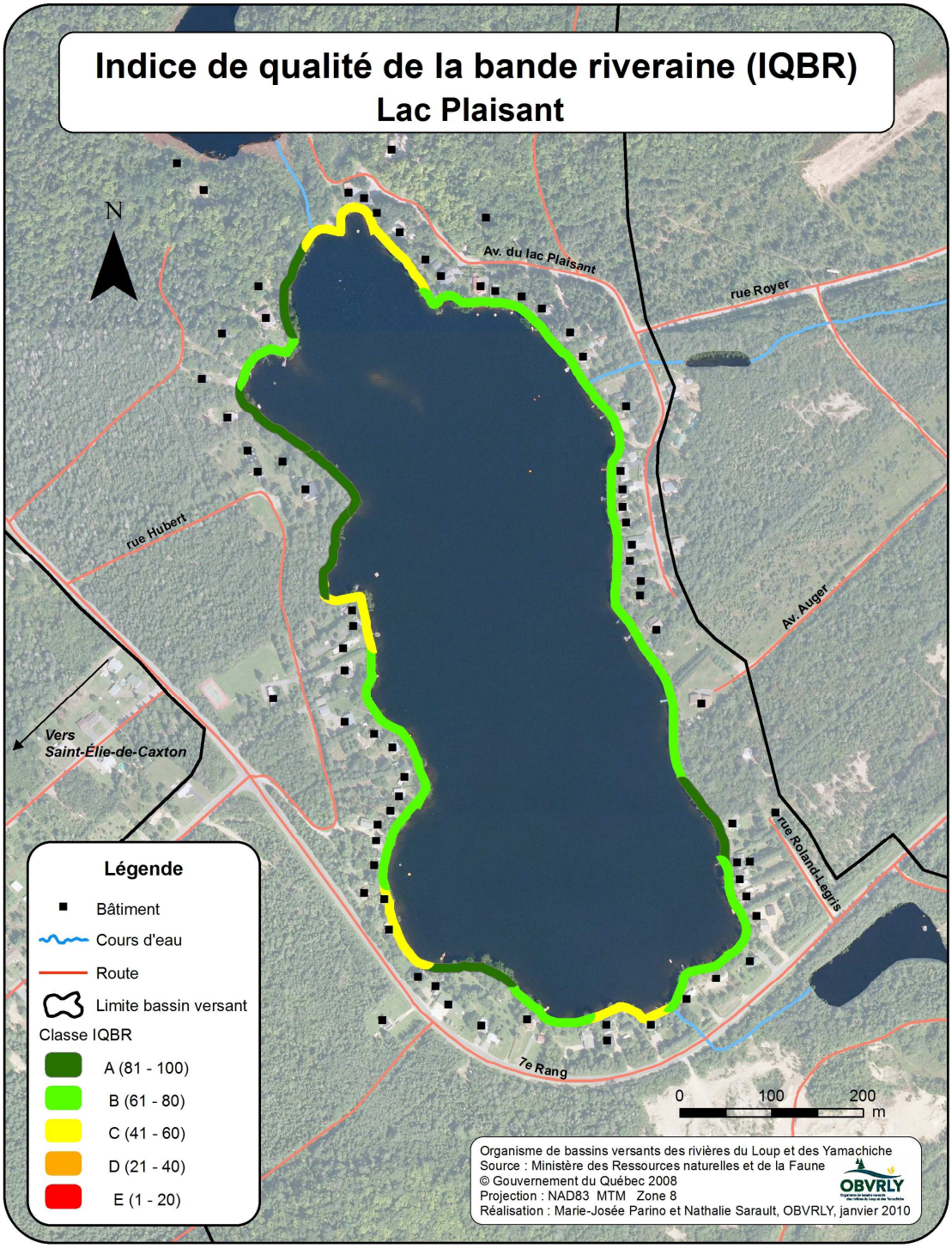


Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac Plaisant en 2009



Carte 6 : Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR), lac Plaisant, 2009

Lorsque nous analysons la composition moyenne des rives du lac Plaisant appartenant à la classe A de l'IQBR, nous pouvons remarquer la très faible occupation de composantes d'origine humaine telles les infrastructures, la pelouse et les plages (figure 2). Plus de 90 % d'une rive moyenne appartenant à la classe A est composée d'arbres, d'arbustes et d'herbacées naturelles.

Nous pouvons voir à la carte 6 que l'ensemble des rives du secteur nord-ouest habité du lac affiche une excellente qualité. D'autres secteurs habités du lac affichent aussi une excellente qualité des bandes riveraines, ce qui pourrait confirmer que plusieurs propriétés riveraines respectaient les bonnes pratiques en milieu riverain. Rappelons que 28 % des rives du lac Plaisant appartiennent à cette classe.

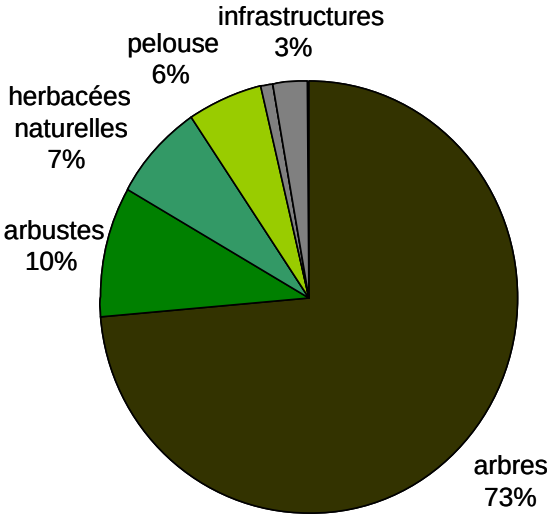


Figure 2 : Composition moyenne d'une rive du lac Plaisant en 2009, IQBR = A

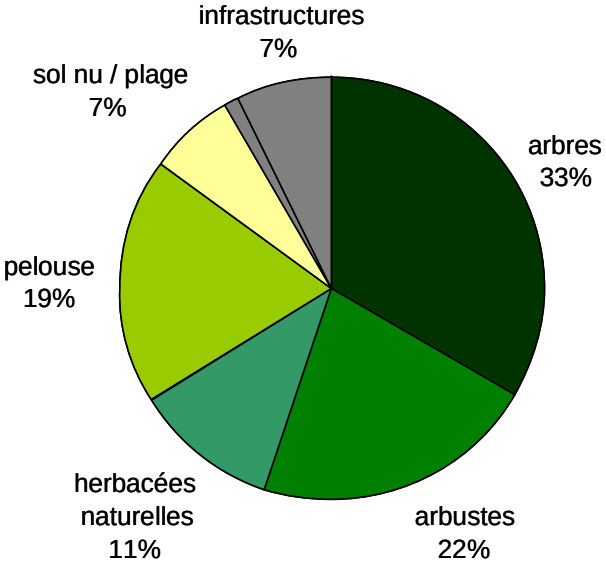


Figure 3 : Composition moyenne d'une rive du lac Plaisant en 2009, IQBR = B

Les rives du lac Plaisant appartenant à la classe B de l'IQBR, qui sont de bonne qualité, comprennent plus de composantes d'origine humaine telles la pelouse, les infrastructures et la présence de plages (figure 3).

Pour ces rives, nous remarquons une diminution de la présence d'arbres de près du deux tiers comparativement aux rives appartenant à la classe A de l'IQBR (figures 2 et 3). L'occupation des pelouses augmente de 13 % entre la classe A et B. Cette catégorie de bandes riveraines occupe la majorité des secteurs habités du lac Plaisant, 52 % des rives du lac appartiennent à cette classe.

Bien que l'état des rives de la classe B ne soit pas dramatique en terme d'effet sur l'intégrité écologique du lac, il y a tout de même place à l'amélioration des aménagements pour ces propriétaires. Notons qu'à long terme, l'effet cumulé de petits problèmes peut contribuer à l'altération du milieu aquatique.

Après analyse de la composition moyenne des rives appartenant à la classe C de l'IQBR, nous constatons une diminution de la présence d'arbres et une diminution de la présence d'arbustes. À l'inverse, nous enregistrons une augmentation des superficies en pelouse, des plages et des infrastructures comparativement aux rives appartenant aux classes A et B de l'IQBR (figure 4).

Près de 20 % des rives du lac Plaisant appartient à la classe C de l'IQBR (carte 6). Les propriétaires des terrains riverains de ces secteurs devront porter une attention particulière à la revégétalisation de leurs rives afin de contrer l'effet néfaste de celles-ci sur l'intégrité écologique du lac Plaisant.

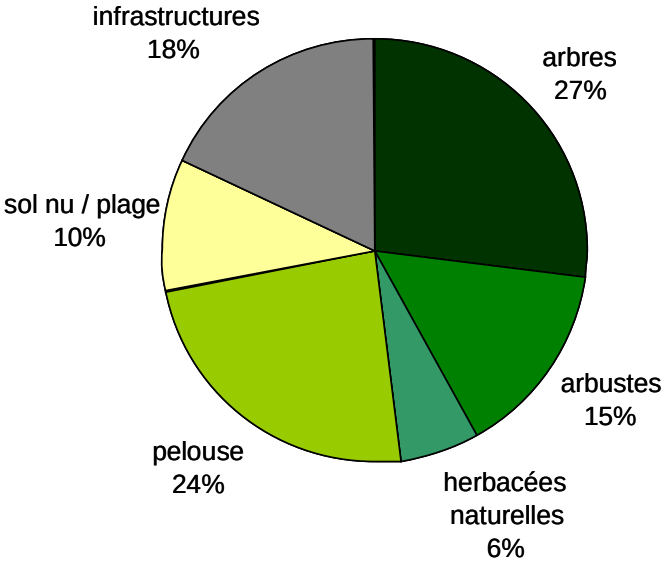


Figure 4 : Composition moyenne d'une rive du lac Plaisant en 2009, IQBR = C

Afin de préserver l'intégrité écologique du lac Plaisant, les rives de celui-ci devront atteindre la classe A de l'IQBR. Or, les propriétés riveraines dont les rives appartiennent aux classes B et C de l'IQBR devront apporter une attention particulière à la revégétalisation de leurs rives. D'ailleurs, toutes les rives des propriétés riveraines du lac Plaisant devront être minimalement revégétalisées sur 10 à 15 mètres de largeur, selon la pente, avant le 1er novembre 2012, conformément au *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau* adopté en 2008 par la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton.

Rappelons que ces mesures de revégétalisation des bandes riveraines du lac Plaisant ne peuvent à elles seules corriger les problèmes d'enrichissement des eaux du lac en nutriments (eutrophisation). Une portion non négligeable des nutriments peut provenir du ruissellement des eaux de l'ensemble du bassin versant : du drainage routier, des territoires à proximité des tributaires, des installations septiques, etc. Des mesures correctives devront être mises en place au niveau des bandes riveraines, et parallèlement à celles-ci, une meilleure gestion environnementale des eaux de ruissellement de l'ensemble du bassin versant devra être effectuée.

Le drainage routier

Le seul drainage routier présent sur le bassin versant se trouve sur le 7e rang (route 351) qui passe au sud du lac Plaisant (carte 5). En fait, le ruisseau qui fait office d'exutoire du lac Plante, au sud du lac Plaisant, passe par le fossé de cette route pour ensuite se jeter dans le lac Plaisant. Il en résulte que les eaux provenant de ce fossé routier sont acheminées directement au lac Plaisant. Certains tronçons du 7e rang ne possèdent pas de fossé. Dans ce cas, l'eau de pluie qui provient de la route asphaltée risque d'atteindre le lac par ruissellement. Les autres chemins présents sur le territoire ne possèdent pas de fossés routiers. À plusieurs endroits l'espace est insuffisant pour la mise en place de drains routiers.

Fossé, 7e rang, secteur sud du lac Plaisant

Absence de fossé, 7e rang, secteur sud du lac Plaisant

Les carrières et sablières

Au sud du lac, on retrouve une carrière/sablière en exploitation. D'ailleurs, l'un des deux tributaires, situé au sud du bassin versant, traverse ce secteur en exploitation (carte 5). Les carrières/sablières peuvent être une source de perturbation par le transport de sédiments vers les cours d'eau lors de fortes pluies. Heureusement, à la manière d'un bassin de sédimentation, le lac Plante, situé entre la carrière/sablière et le lac Plaisant, permet à une portion des eaux de ruissellement de ce secteur de sédimenter. Une autre partie des eaux de ruissellement en provenance de cette carrière/sablière peuvent être acheminées directement au cours d'eau en aval du lac Plante (carte 5).

Carrière/sablière, secteur sud du bassin

Les milieux humides

Les milieux humides ne sont pas présents en grand nombre sur le bassin versant du lac Plaisant. Ils couvrent 0,005 km^2 et représentent 0,2 % du territoire du bassin versant. Ils sont situés au nord du lac Plaisant et au sud du bassin versant, en amont du lac Milette (carte 5). D'ailleurs, le lac Milette est artificiel : un barrage installé sur ce cours d'eau a créé cette étendue d'eau.

Marais situé au nord du lac Plaisant, 2009

Lac Milette, bordé par un marais en amont, situé dans le secteur sud du bassin versant du lac Plaisant, 2009

2IÈME PARTIE : ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE SANTÉ DU LAC PLAISANT ET DE SES TRIBUTAIRES

Cette section contient les informations récoltées en 2009 qui permettent d'évaluer l'état de santé du lac Plaisant et de ses ruisseaux. Pour ce faire, différentes mesures physico-chimiques et biologiques ont été effectuées afin de déterminer l'intégrité écologique du lac Plaisant et de ses tributaires.

Méthodologie

Les stations d'échantillonnage de l'eau

Des échantillons d'eau ont été prélevés dans les trois principaux tributaires (ruisseaux) du lac Plaisant afin d'évaluer les sources de perturbations potentielles provenant de son bassin versant. Ces prélèvements ont été effectués à deux reprises, soit le 28 mai et le 1er juillet 2009. L'échantillonnage des tributaires permet d'évaluer l'impact de l'ensemble du bassin versant d'un cours d'eau donné sur le lac (Campeau, 2008). Afin d'évaluer l'état trophique du lac Plaisant, une station d'échantillonnage a aussi été localisée à la fosse du lac Plaisant.

Les tributaires

L'identification des tributaires du lac a été effectuée à l'aide de photos aériennes et d'une carte topographique. Le lac Plaisant possède deux tributaires qui alimentent le plan d'eau et un exutoire.

La première station, **T-Plais 1**, est située au sud du lac, sur le 7e rang (route 351). Les échantillons d'eau étaient prélevés en aval du tributaire, avant sa confluence avec le lac. Cette station est toutefois située à environ 50 mètres en amont de la confluence afin d'éviter l'influence du refoulement des eaux du lac. Le tributaire prend sa source dans la forêt où l'on retrouve un milieu humide et où les dernières coupes forestières datent de 1997. Ce cours d'eau se jette dans le lac Milette, puis suit son cours près d'une carrière/sablière en exploitation. Ensuite, il longe le 7e rang pour environ 100 mètres et traverse la route sous un ponceau dans le fossé de la route de l'autre côté pour un autre 10 mètres. Finalement, il passe sous un autre ponceau pour se jeter dans le lac Plaisant (carte 7).

La station **T-Plais 2** est localisée à la décharge du lac, à l'est sur l'avenue du lac Plaisant (carte 7). Notons que les résultats de qualité de l'eau obtenus à l'exutoire du lac serviront, dans une analyse subséquente, à comparer la qualité de l'eau à l'entrée du lac et à sa sortie pour en faire un bilan. Il peut arriver que des nutriments soient exportés via l'exutoire du plan d'eau, mais il est également possible que l'ensemble des nutriments soit recyclé à l'intérieur du lac lui-même (Campeau, 2008).

La station **T-Plais 3** est établie au nord du lac Plaisant, au bout du chemin du lac. Cette station se situe à 60 mètres en amont du lac et en aval de la confluence de deux cours d'eau. Le premier cours d'eau prend sa source dans la forêt, traverse le lac à la Mousse et se déverse dans le tributaire. Le deuxième cours d'eau provient de la montagne du côté est où on retrouve quelques résidences. Le creux formé par la pente accueille l'eau où se forme un marais (voir carte 7).

La fosse du lac Plaisant

Afin de dresser un portrait précis de l'état de santé du lac Plaisant, deux suivis ont été réalisés en parallèle en 2009 à même le lac. Le premier suivi a été effectué par des riverains bénévoles dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs – RSVL* (voir encadré). Le comité de riverains du lac Plaisant effectue ce suivi depuis 2007. Pour compléter l'information obtenue à partir du *RSVL,* nous avons réalisé des mesures supplémentaires. Ces mesures prises à différentes profondeurs du lac permettent de voir les profils d'oxygène et de température qui renseignent sur l'anoxie du lac (déficit en oxygène). Ces deux suivis ont été réalisés à la même station d'échantillonnage, **F-Plais**, qui est située à la fosse du lac au centre-sud de celui-ci (carte 7).

Le Réseau de surveillance volontaire des lacs – RSVL

« Le Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), programme offert par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), vise à évaluer l'état des lacs du Québec et à suivre leur évolution dans le temps. Il est basé sur un partenariat entre le Ministère et les associations de propriétaires riverains et les organisations participant à la protection et la gestion des plans d'eau. Le Réseau a été développé sur une base expérimentale en 2002 et 2003 et est accessible au public depuis 2004.»

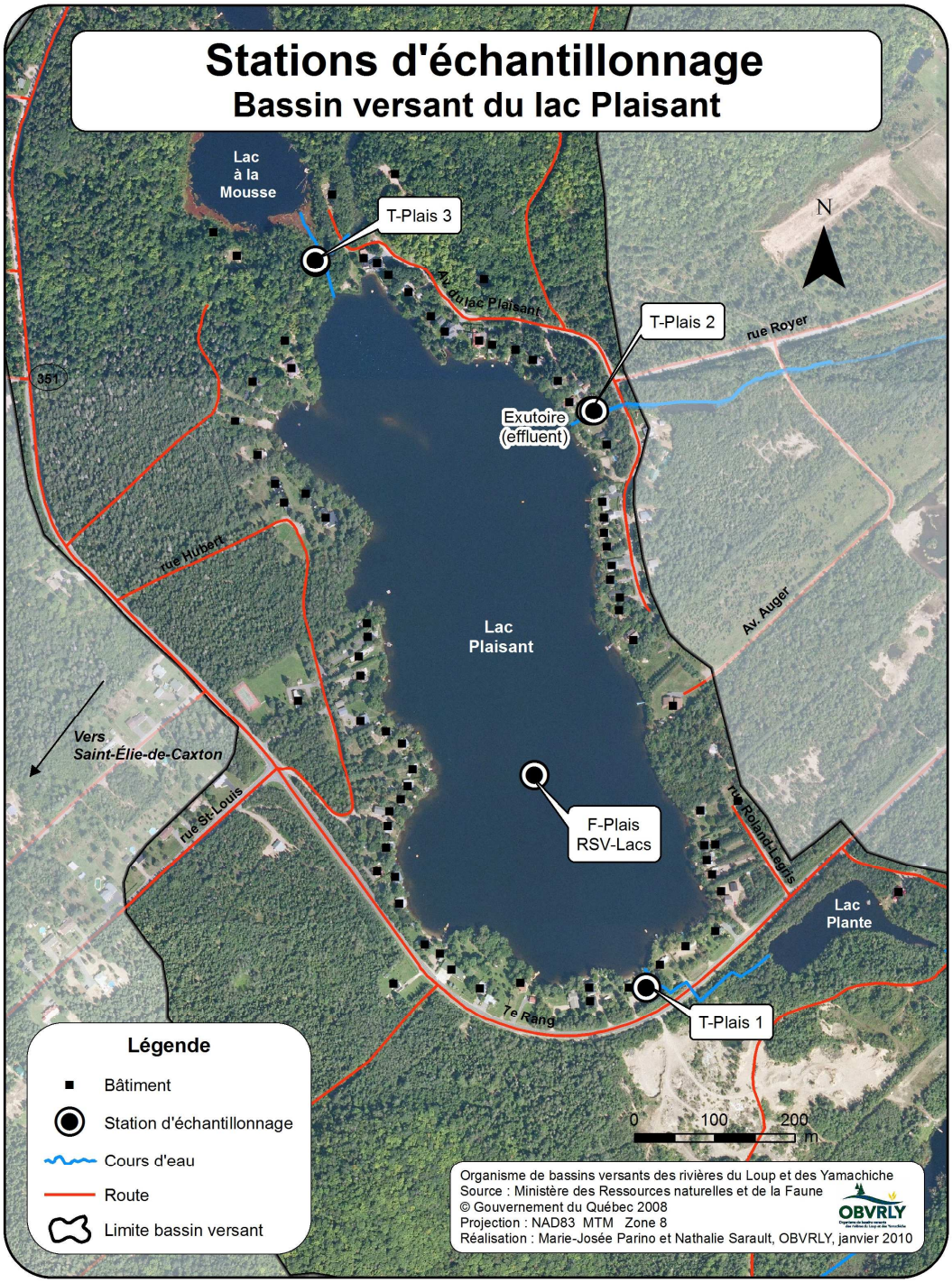
Différentes activités de suivi sont effectuées, à savoir :

- l'échantillonnage de l'eau pour mesurer en laboratoire le phosphore, le carbone organique dissous et la chlorophylle *a*;
- la mesure de la transparence de l'eau (profondeur du disque de Secchi) à toutes les deux semaines, du début de juin jusqu'au début d'octobre.

Les données récoltées dans le cadre du RSVL permettent d'évaluer le niveau trophique du lac, soit l'état d'avancement du vieillissement prématuré du lac.

Source : MDDEP, 2005.

Les riverains du lac Plaisant ont réalisé trois campagnes d'échantillonnage entre 2007 et 2009. Malgré que le MDDEP recommande d'effectuer le suivi du RSVL aux 5 ans, un suivi plus rapproché fut demandé au MDDEP par les riverains du lac suite aux signalements de floraisons de cyanobactéries en 2007.



Carte 7 : Stations d'échantillonnage du lac Plaisant en 2009

Les paramètres physico-chimiques de l'eau

Plusieurs paramètres de qualité de l'eau peuvent être mesurés. Cependant, nous avons choisi de sélectionner les paramètres jugés responsables de l'eutrophisation des lacs (phosphore et azote) et provenant des activités humaines (tableau 3).

Les concentrations d'azote et de phosphore ont été mesurées dans les tributaires afin de déterminer les sources potentielles d'éléments nutritifs provenant de l'ensemble du bassin versant du lac Plaisant. Ces éléments nutritifs, tels l'azote et le phosphore, sont reconnus comme étant responsables du vieillissement prématuré des lacs (eutrophisation) et des épisodes fréquents de floraisons d'algues bleu-vert. Des mesures de coliformes fécaux ont aussi été réalisées pour chaque tributaire afin de vérifier la présence de pollution d'origine fécale.

Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques de l'eau mesurés au lac Plaisant en 2009

Paramètre	**Unité**	**Type de suivi**	**Méthode**
Matières en suspension (M.E.S.)	mg/L	Tributaire - OBVRLY	Laboratoire UQTR[‡]
Turbidité (Turb)	NTU	Tributaire - OBVRLY	Laboratoire UQTR
Coliformes fécaux (Coli. F.)	UFC	Tributaire - OBVRLY	Laboratoire CEAEQ[§]
Température (T°)	C°	Tributaire - OBVRLY Fosse lac - OBVRLY	*In situ* - Hydrolab
Conductivité (Cond)	ms/cm	Tributaire - OBVRLY Fosse lac - OBVRLY	*In situ* - Hydrolab
Oxygène dissous (O^2 dissous)	mg/L et %	Tributaire - OBVRLY Fosse lac - OBVRLY	*In situ* - Hydrolab
pH	0 - 14	Tributaire - OBVRLY Fosse lac - OBVRLY	*In situ* - Hydrolab
Phosphore total en trace (PTot)	µg/L	Tributaire - OBVRLY RSVL - MDDEP	Laboratoire CEAEQ
Azote total (Ntot)	mg/L	Tributaire - OBVRLY RSVL - MDDEP	Laboratoire CEAEQ
Phosphore sédimentaire (P-sed)	mg/kg	Fosse lac - OBVRLY	Laboratoire CEAEQ
Carbone organique dissous (COD)	mg/L	RSVL - MDDEP	Laboratoire CEAEQ
Chlorophylle « *a* » (Chl*a*)	µg/L	RSVL - MDDEP	Laboratoire CEAEQ
Transparence (Trans)	mètre (m.)	RSVL - MDDEP	*In situ* - Disque Secchi

[‡] Université du Québec à Trois-Rivières
[§] Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Les mesures supplémentaires qui ont été prises dans la fosse du lac durant la saison estivale ont pour objectifs d'évaluer la stratification thermique du lac et de réaliser des profils physico-chimiques. À l'aide d'un appareil multisonde, des mesures de température, de pH, de conductivité et de concentrations en oxygène dissous ont été prises simultanément à tous les mètres à partir de la surface jusqu'au fond de la fosse du lac.

Résultats de qualité de l'eau du lac Plaisant et de ses tributaires

Les résultats présentés dans cette section proviennent de mesures effectuées par l'*OBVRLY* pour les profils physico-chimiques et du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL) pour les diagrammes de classement du niveau trophique du lac.

Profils physico-chimiques et stratification thermique du lac Plaisant

Adapté de Hade, 2003 et Lapalme, 2006

La stratification thermique correspond à une différence de température entre les masses d'eau en surface et de fond du lac. En été, la couche d'eau supérieure appelée **épilimnion** présente une température plus élevée, car mise en contact avec l'air. À cette période, cette couche subit un brassage continuel qui renouvelle l'oxygène de l'eau grâce au vent et à la photosynthèse des plantes présentes dans l'eau. Cette couche de faible densité se situe au-dessus de l'**hypolimnion**, une couche d'eau profonde, plus froide, plus dense et peu agitée, car elle est à l'abri du vent. Ces deux couches d'eau sont séparées par une troisième couche intermédiaire appelée **métalimnion**. À l'intérieur du métalimnion se trouve la thermocline.

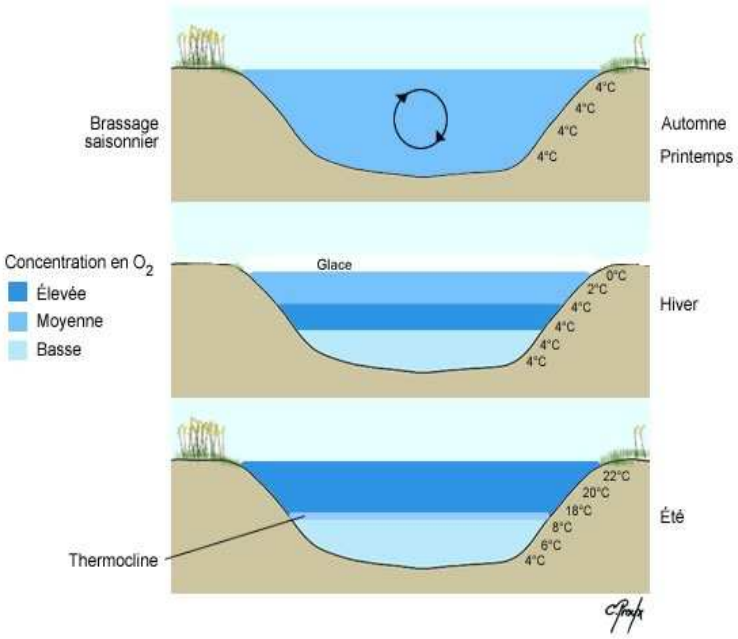


Figure 5 : Stratification thermique d'un lac dimictique**, tirée de Proulx, 2009

Les profils de **température** réalisés au lac Plaisant au mois de juillet et août 2009 illustrent bien la stratification thermique observée en été dans les lacs sous nos latitudes. La thermocline du lac Plaisant se maintient à une profondeur de 10 mètres pour atteindre 5°C sous cette profondeur (figure 6). Le profil de température réalisé au mois

** Lac dont les eaux de surface et de profondeur se mélangent deux fois par an.

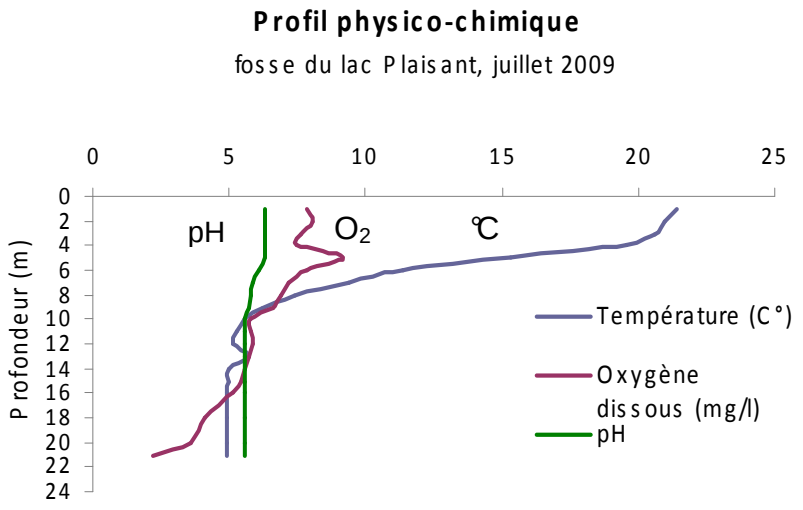
de novembre 2009 nous démontre bien que la température de l'ensemble de la colonne d'eau s'uniformise autour de 5℃, suite au brassage automnal, ce qui est conforme à la théorie (figure 7).

L'**oxygène** est un élément indispensable à la vie aquatique. L'oxygène est un paramètre physico-chimique très dynamique. Sa concentration dans les eaux est déterminée par plusieurs processus physiques et biologiques très variables dans le temps et l'espace. Les végétaux et les algues produisent de l'oxygène par la photosynthèse le jour et en consomment la nuit. De plus, les échanges avec l'atmosphère influencent fortement la teneur en oxygène des eaux de surface soumises au brassage. En contrepartie, les organismes biologiques, tels les poissons, et la respiration des micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique consomment l'oxygène. Puisque la concentration en oxygène est reliée à la température, il est de coutume d'exprimer ce paramètre en fonction du taux de saturation (%). Les valeurs de saturation en oxygène pour la préservation de la vie aquatique sont présentées au tableau 4.

Tableau 4 : Valeurs de saturation et de concentration en oxygène dissous requises pour la préservation de la vie aquatique, tirées de : Painchaud, 1997. *Qualité de l'eau des rivières du Québec : état et tendance*, MENV.

Biotes (poissons) : ➔	**D'eau froide**	**D'eau chaude**
Température (℃)	Saturation en O_2 (%)	Saturation en O_2 (%)
0	54	47
5	54	47
10	54	47
15	54	47
20	57	47
25	63	48

Lorsque nous observons les profils d'oxygène dissous du mois de juillet 2009 à la figure 6, nous constatons une diminution de l'oxygène, moins de 50 % de saturation en oxygène, à partir d'une profondeur de 10 mètres, pour atteindre 20 % de saturation en oxygène près du fond à 21 mètres. Au mois d'août 2009, nous retrouvons moins de 50% de saturation en oxygène, à partir d'une profondeur de 9 mètres, pour atteindre 3 % de saturation en oxygène près du fond. Ces concentrations en oxygène nous indiquent que le lac Plaisant montre des signes d'anoxie dans l'hypolimnion (voir encadré : *Qu'est ce que l'eutrophisation?*). Notons que l'espace vital pour la faune piscicole, en saison estivale, se situe dans les sept premiers mètres du lac où l'on retrouve plus de 50 % de saturation en oxygène. Lors du brassage automnal des eaux du lac, au mois de novembre 2009, la colonne d'eau s'est réoxygénée (figure 7).



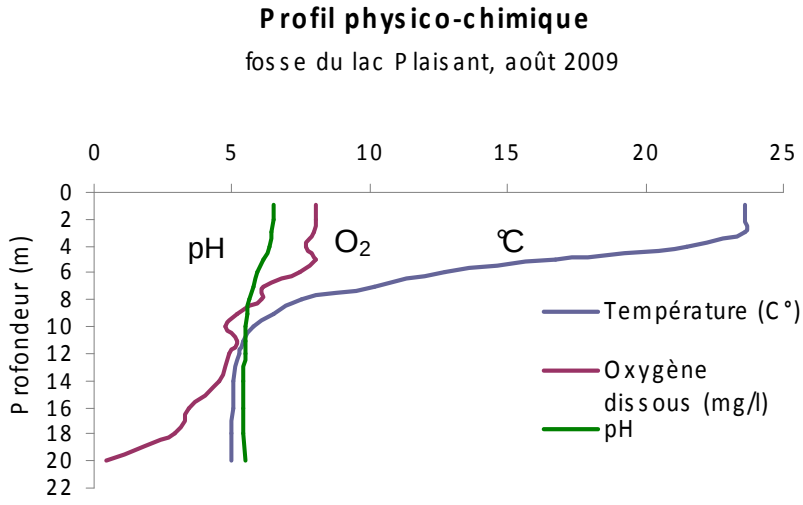


Figure 6 : Profils physico-chimiques du lac Plaisant, juillet et août 2009

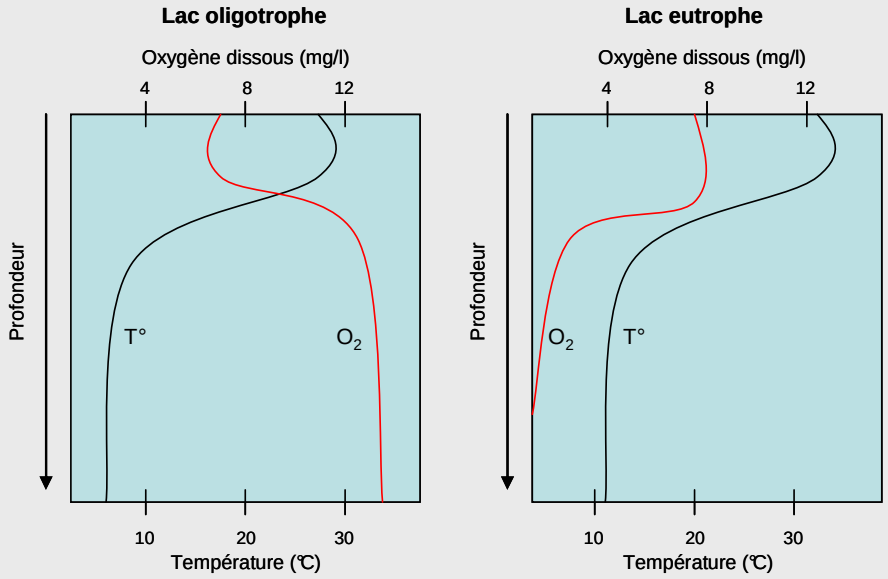
Qu'est-ce que l'eutrophisation?

Processus naturel

L'eutrophisation est un processus de vieillissement naturel des lacs caractérisé par une augmentation de la productivité d'un lac, c'est-à-dire notamment par un accroissement des plantes aquatiques et des algues. C'est un phénomène naturel à l'échelle géologique qui s'étale sur des dizaines de milliers d'années (RAPPEL, 2008).

Processus accéléré par les activités humaines

L'eutrophisation peut être accélérée par une augmentation de la charge en éléments nutritifs (particulièrement de l'azote et du phosphore dissous) de la masse d'eau due à des activités humaines. Cet enrichissement des eaux conduit alors à une croissance en surabondance des algues et de toute autre flore microscopique. Lorsque cette masse floristique meurt, elle est dégradée par les bactéries conduisant alors à un déficit en oxygène des eaux profondes néfaste à la faune aquatique.



Hypolimnion bien oxygéné *Hypolimnion anoxique*

Dans un **lac oligotrophe**, après que la stratification thermique se soit établie en été, l'hypolimnion (eaux profondes) est très riche en oxygène dissous. Au cours de la saison estivale, les eaux de l'hypolimnion ne peuvent pas recevoir de nouveaux apports en oxygène provenant de la photosynthèse des algues (zone trop obscure) et du contact avec les eaux de surface et l'atmosphère (Hade, 2003). Les eaux fraîches et le confinement des eaux permettent de maintenir des concentrations élevées en oxygène dans l'hypolimnion.

Dans un **lac eutrophe**, la forte production des algues et des plantes aquatiques entraînera une diminution de la concentration en oxygène dans l'hypolimnion (eaux profondes). C'est la respiration des bactéries qui décomposent la matière organique issue des organismes végétaux morts qui s'accumulent au fond du lac qui est responsable de cette baisse en oxygène. Pour certains lacs, ce phénomène peut prendre une telle ampleur que les eaux de l'hypolimnion deviennent complètement anoxiques, 0 % de saturation en oxygène, au fil de la saison estivale.

La mesure de l'oxygène dans l'hypolimnion, combinée avec d'autres mesures comme celle du phosphore, est donc un bon indicateur du vieillissement prématuré des lacs (eutrophisation).

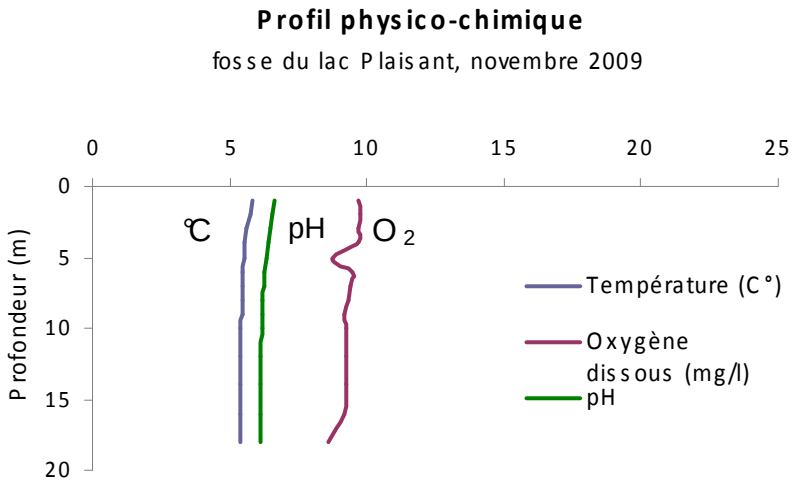


Figure 7 : Profil physico-chimique du lac Plaisant, novembre 2009

Le **pH**, ou potentiel hydrogène, indique le caractère acide ou basique de l'eau. Le pH des eaux de surface est déterminé en partie par la nature géologique du bassin versant, par les précipitations acides et par l'activité biologique (Painchaud, 1997). Le pH varie entre 0 (acide) et 14 (basique) et un pH de 7 indique une eau à pH neutre. La vie aquatique a besoin d'une valeur de pH se situant entre 6 et 9 et un lac affichant une valeur de pH sous 5,5 sera considéré acide, seuil sous lequel les organismes aquatiques seront affectés (Binesse, 1983). Or, les valeurs de pH rencontrées dans les eaux de surface du lac Plaisant en 2009 se situent entre 5,4 et 6,7. Le lac Plaisant est considéré comme étant légèrement acide, sans que les organismes aquatiques en soient affectés.

Plusieurs substances contribuent à acidifier les eaux d'un lac. Les acides humiques issus de la décomposition de la végétation et provenant des milieux humides présents sur le bassin versant sont des substances acidifiantes. De plus, le socle rocheux granitique du bassin versant du lac Plaisant contribue à ce phénomène, car ces types de roches n'ont pas le pouvoir de neutraliser ces acides. Mis à part ces facteurs naturels, notons que les apports en matières organiques provenant des activités humaines contribuent aussi à l'acidification des eaux des lacs.

Résultats du Réseau de surveillance volontaire des lacs : 2007 à 2009

Le *Réseau de surveillance volontaire des lacs* a pour objectif d'évaluer le vieillissement prématuré des lacs (eutrophisation) à partir de certains paramètres de qualité de l'eau échantillonnés à même le lac. Voici les principaux paramètres :

Le **phosphore total** est l'élément nutritif dont la teneur limite ou favorise habituellement la croissance des algues et des plantes aquatiques. Il y a un lien entre la concentration de phosphore, la productivité du lac et son niveau trophique. Les lacs eutrophes ont une forte concentration de phosphore (MDDEP, 2005).

La **chlorophylle « *a* »** est un indicateur de la biomasse (quantité) d'algues microscopiques présentes dans le lac. La concentration de chlorophylle « *a* » augmente avec la concentration des matières nutritives. Il y a un lien entre cette augmentation et le niveau trophique du lac. Les lacs eutrophes sont souvent aux prises avec une production importante d'algues (MDDEP, 2005).

La **transparence de l'eau** est mesurée à l'aide d'un disque de Secchi. La transparence diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues dans le lac. Il y a un lien entre la transparence de l'eau et le niveau trophique. Les lacs eutrophes sont caractérisés par une faible transparence de leur eau (MDDEP, 2005).

Le **carbone organique dissous** est également mesuré afin de tenir compte de l'effet de la coloration de l'eau sur la mesure de transparence. Comme la transparence peut aussi être fortement influencée par la coloration de l'eau, la mesure de la couleur est régulièrement effectuée pour tenir compte de ce facteur dans l'interprétation des résultats. La concentration de carbone organique dissous sert à évaluer la présence des matières responsables de la coloration jaunâtre ou brunâtre de l'eau, tel l'acide humique provenant des milieux humides (marécages, tourbières et marais). La transparence de l'eau diminue avec l'augmentation de la concentration en carbone organique dissous (MDDEP, 2005).

Évolution du niveau trophique du lac Plaisant entre 2007 et 2009

C'est à partir des prélèvements d'eau effectués par les bénévoles de l'*Association des riverains du lac Plaisant* que les résultats présentés dans cette section ont été obtenus. Les échantillons d'eau pour fins d'analyses physico-chimiques ont été prélevés à trois reprises en 2007 et 2008 et à cinq reprises en 2009, conformément au programme de base du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEP. Ces échantillons ont été prélevés dans les eaux de surface au-dessus de la fosse du lac (station F-Plais, carte 7).

Les données physico-chimiques et de transparence permettent de classer les lacs en fonction de leur degré de productivité biologique que l'on nomme niveau trophique du lac. L'évolution du niveau trophique à travers le temps permet de détecter les signes de vieillissement du lac. Nous avons donc comparé les données récoltées entre 2007 et 2009.

En 2007, la concentration moyenne de phosphore (4,7 µg/l de phosphore) indique que les eaux du lac Plaisant étaient peu enrichies par cet élément nutritif (tableau 5), positionnant le lac Plaisant au niveau oligotrophe à l'égard de ce paramètre (figure 8). La concentration moyenne en chlorophylle « *a* » de 1,4 µg/l situait aussi le lac dans la classe oligotrophe (figure 8). Cette concentration révélait une biomasse d'algues microscopiques en suspension qui était faible. La moyenne des dix huit mesures de transparence obtenue en 2007 était de 6,1 mètres, indiquant que l'eau du lac Plaisant était très claire (figure 8). La concentration moyenne en carbone organique dissous (COD) de 2,8 mg/l (tableau 5) obtenue en 2007 indique que l'eau du lac était peu colorée. La couleur a donc peu d'incidence sur la transparence de l'eau. Retenons que le lac Plaisant se situait dans la classe oligotrophe en 2007.

Tableau 5 : Données physico-chimiques, station F-Plais du lac Plaisant – saisons 2007, 2008 et 2009
Source : Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), MDDEP

Date de prélèvement	**Phosphore total** (µg/l)	**Chlorophylle « *a* »** (µg/l)	**Carbone Organique Dissous** (mg/l)
03 juillet 2007	4	1,3	3
23 juillet 2007	6	1,3	2,5
27 août 2007	4	1,7	2,8
Moyenne 2007	**4,7**	**1,4**	**2,8**
24 juin 2008	5,5	2,2	2,8
20 juillet 2008	4,8	2,1	2,5
26 août 2008	3	1,9	4,2
Moyenne 2008	**4,4**	**2,1**	**3,2**
26 mai 2009	5,5	2,6	3,2
15 juin 2009	6,2	1,4	3,4
20 juillet 2009	3,1	2,5	3,5
26 août 2009	3,2	1,8	3,9
21 septembre 2009	3,5	1,6	5,8
Moyenne 2009	**4,3**	**2,0**	**4,0**

Lorsque nous observons les moyennes de phosphore pour 2008 et 2009, peu de variations ont eu lieu comparativement à 2007 (figures 8, 9 et 10). Le classement du niveau trophique du lac Plaisant demeure donc oligotrophe à l'égard de ce paramètre. Les moyennes de chlorophylle « *a* » augmentent légèrement en 2008 et 2009 (figures 8, 9 et 10). Malgré cette légère augmentation de la productivité du lac, il demeure oligotrophe à l'égard de la chlorophylle « *a* » (figures 9 et 10). Cependant, les moyennes du carbone organique dissous augmentent pour 2008 et 2009, ce qui indique que l'eau était légèrement colorée pour ces deux dernières années. Par conséquent, la transparence de l'eau a diminué de près de 2 mètres en 2008 et 2009, positionnant le lac Plaisant dans la classe oligo-méstrophe à l'égard de la transparence (figures 9 et 10).

Classement du niveau trophique du Lac Plaisant en 2007

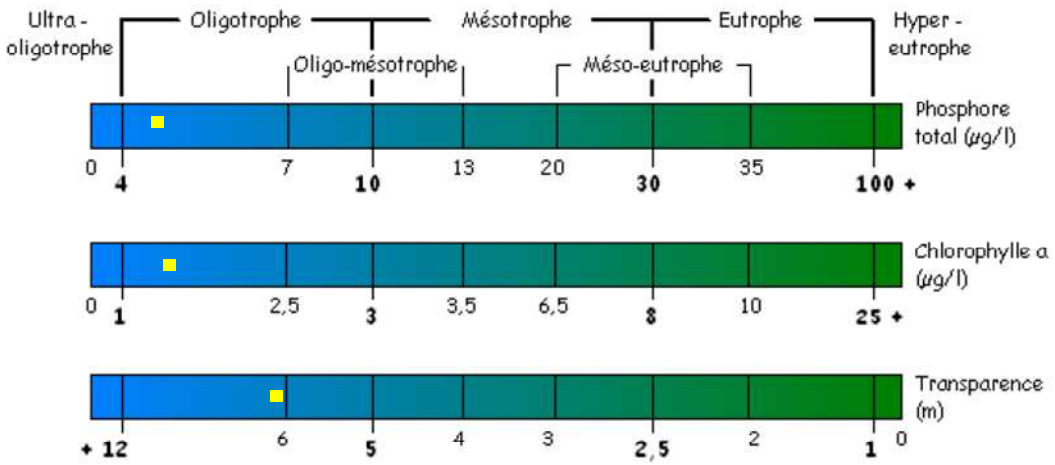


Figure 8 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Plaisant obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2007 (tableau 5)
Source : Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), MDDEP

Classement du niveau trophique du Lac Plaisant en 2008

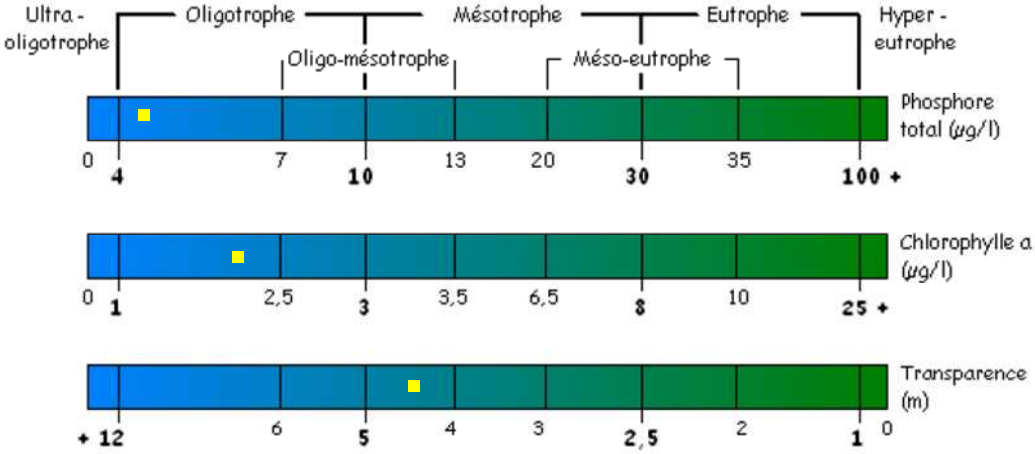


Figure 9 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Plaisant obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2008 (tableau 5)
Source : Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), MDDEP

Classement du niveau trophique du Lac Plaisant en 2009

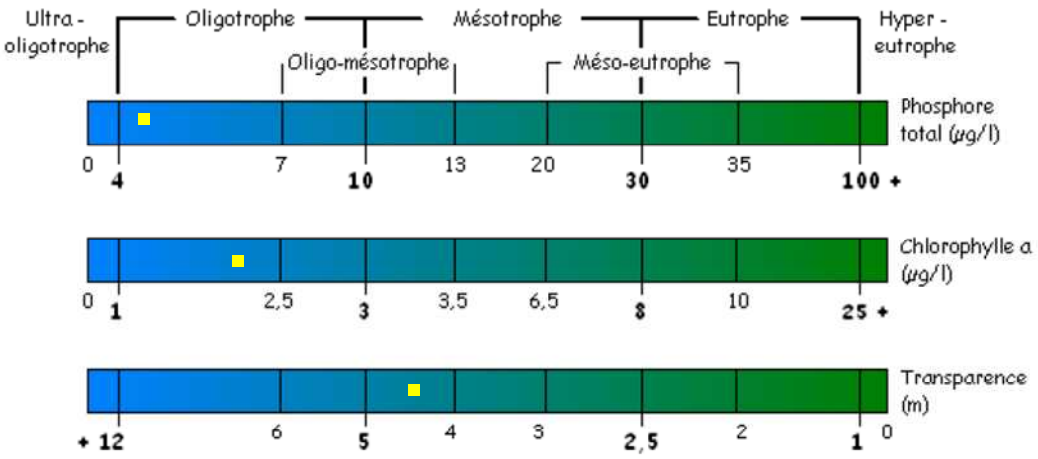


Figure 10 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Plaisant obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2009 (tableau 5)
Source : Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), MDDEP

L'évolution des paramètres physico-chimiques du lac Plaisant entre 2007 et 2009 nous démontre une augmentation du carbone organique dissous et, par conséquent, une légère diminution de la transparence. Cette augmentation du carbone organique dissous en 2008 et 2009 pourrait être attribuable aux conditions météorologiques particulières de 2008 et 2009, années pour lesquelles les précipitations étaient plus importantes qu'en 2007. En résumé, le lac Plaisant ne présente pas ou peu de signes d'eutrophisation à l'égard des mesures obtenues dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL). Le lac Plaisant est situé dans la classe oligotrophe : classement obtenu à partir des paramètres mesurés dans le cadre du *RSVL* entre 2007 et 2009. Notez que d'autres résultats présentés à la suite de ce rapport permettront d'évaluer les signes d'eutrophisation du lac ainsi que les sources potentielles de perturbations provenant du bassin versant du lac Plaisant. Ainsi, nous tenterons d'expliquer les causes des floraisons de cyanobactéries qui ont eu lieu par le passé.

À retenir

Les résultats obtenus à partir des données récoltées dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* situent le lac dans la classe oligotrophe en 2007 et méso-oligotrophe en 2008 et 2009 à l'égard de la transparence. Une attention particulière devra être apportée à l'augmentation de la productivité du lac Plaisant, productivité qui se traduit par l'augmentation de la chlorophylle « *a* » en 2008 et 2009.

Le phosphore sédimentaire

Un échantillon de sédiments du lac Plaisant a été prélevé au fond de la fosse afin d'y mesurer la teneur en phosphore. Cette mesure permet d'estimer les apports en phosphore provenant du lac lui-même. En effet, dans des conditions particulières d'anoxie dans l'hypolimnion, les sédiments d'un lac peuvent relarguer des quantités importantes de phosphore qui se sont accumulées depuis plusieurs années.

Phosphore, sédiments et anoxie

Le phosphore que le lac reçoit, qu'il soit d'origine naturelle ou humaine, sera en partie transformé sous une forme minérale en solution, ions phosphates (PO_4^{3-}), directement assimilable par les algues et les plantes. Bien que ces transformations soient complexes, retenons que les micro-organismes participent à cette transformation du phosphore présent dans la matière organique (feuilles mortes, eaux usées, etc.) en une forme assimilable par les végétaux ou biodisponible.

Cependant, dans les eaux bien oxygénées, les phosphates dissous peuvent réagir avec des espèces minérales tels le fer, l'aluminium, le calcium, etc., pour former des complexes insolubles, non assimilables par les végétaux, qui se déposent parmi les sédiments. Ainsi dans ces lacs aux eaux bien oxygénées, une fraction souvent importante du phosphore est stockée dans la vase au fond du lac.

Il faut toutefois souligner que dans les lacs très productifs, lacs eutrophes, l'hypolimnion devient anoxique au cours de la stratification thermique estivale. Dans ces conditions d'anoxie, le phosphore insoluble stocké dans les sédiments peut être transformé en phosphates solubles. Les sédiments libèrent alors une quantité importante de phosphates biodisponibles dans les eaux froides du fond. On estime que les sédiments anoxiques libèrent jusqu'à 1000 fois plus de phosphates que les sédiments bien oxygénés des lacs peu productifs. Puisque le lac est stratifié en saison estivale, les phosphates relargués restent prisonniers dans l'hypolimnion, et ce, tant que l'eau n'a pas été brassée à l'automne.

Notons que les cyanobactéries peuvent tirer profit de cette situation. Les cyanobactéries ont la capacité de migrer verticalement dans la colonne d'eau de la surface du lac jusqu'au fond. C'est la présence de vacuoles gazeuses dans leurs cellules qui leur permettent d'ajuster leur flottabilité. L'accès aux eaux profondes et riches en phosphates leur confère un avantage compétitif face aux autres types d'algues planctoniques. De plus, dans certains lacs, lors du brassage automnal des eaux, les phosphates atteignent la surface ce qui peut occasionner des fleurs d'eau de cyanobactéries tard à l'automne.

Source :

Hade, A., 2003. *Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger*, Les Éditons Fides, 359 p.

La concentration en phosphore présente dans les sédiments échantillonnés en 2009 au lac Plaisant était de 1 900 mg/kg. Bien que cette valeur corresponde à la plus faible concentration en phosphore mesurée dans les sédiments des lacs étudiés en 2009 par l'OBVRLY (tableau 6), cette concentration en phosphore demeure importante. Lorsque l'on compare la concentration en phosphore sédimentaire du lac Plaisant avec celles des lacs de l'étude de Nürnberg (1988), lacs pour la plupart mésotrophes et eutrophes, nous constatons que les sédiments du lac Plaisant contiennent des quantités comparables de phosphore.

Tableau 6 : Concentrations en phosphore sédimentaire mesurées et niveau trophique pour les trois lacs étudiés par l'OBVRLY en 2009 et comparaison avec les résultats de sept lacs nord-américains tirés d'une étude réalisée en 1988 par Gertrud Nürnberg

Lacs (OBVRLY, 2009)	**Phosphore Total** (µg/l) Eaux de surface	**Niveau trophique**	**Phosphore sédimentaire** (mg/kg)
Héroux	11,3	mésotrophe	3000
Des Six (bassin est, station F-Six 1)	30,3	eutrophe	2700
Des Six (bassin ouest, station F-Six 2)	19,7	mésotrophe	1900
Plaisant	4,3	oligotrophe	1900
Lacs (Nürnberg, G. K., 1988)			
Red Chalk (Ontario, Can.)	7	oligotrophe	1580
Paint- 1 (Ontario, Can.)	22	mésotrophe	1450
Chub (Ontario, Can.)	12	mésotrophe	1990
GravenhaarstBay (Ontario, Can.)	17	mésotrophe	2540
St. George (Ontario, Can.)	50	eutrophe	1530
Wononsmpomc (Connecticut, É.-U.)	27	mésotrophe	2120
Warnag (Connecticut, É.-U.)	35	eutrophe	3060
Moyenne phosphore sédimentaire			***2039***

Comme les eaux de l'hypolimnion du lac Plaisant ont tendance à devenir anoxiques lors de la stratification estivale (figure 6), nous pouvons considérer les sédiments du lac Plaisant comme une source de phosphore contribuant au vieillissement prématuré du lac. Rappelons que les sédiments anoxiques libèrent jusqu'à 1000 fois plus de phosphates assimilables que les sédiments bien oxygénés. Comme le lac Plaisant est jugé oligotrophe, avec de très faibles concentrations en phosphore dans les eaux de surface (épilimnion), le phosphore provenant des sédiments est à considérer. Ceci est vrai surtout lors du brassage automnal des eaux, car les eaux du fond du lac qui peuvent être chargées en phosphates remontent à la surface rendant ainsi le phosphore accessible pour les algues.

À retenir

Les concentrations en phosphore sédimentaire trouvées au fond du lac Plaisant en 2009 et les épisodes d'anoxie dans ses eaux profondes peuvent contribuer au relargage du phosphore accumulé dans les sédiments et par conséquent pourraient contribuer au vieillissement prématuré du lac Plaisant.

Qualité de l'eau des tributaires du lac Plaisant

Afin de vérifier les apports en nutriments et les sources de contamination provenant du bassin versant du lac Plaisant, nous avons mesuré les concentrations en phosphore, en azote et en coliformes fécaux à deux reprises dans les principaux tributaires du bassin versant. Le premier prélèvement a été effectué au mois de mai et le deuxième au mois de juillet 2009 suite à de fortes pluies. Nous avons également utilisé l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) au mois de septembre 2009 afin d'examiner le niveau d'eutrophisation des tributaires. De par leur sensibilité aux nutriments (surtout le phosphore et l'azote) et à la matière organique, les diatomées sont d'excellents indicateurs du niveau d'eutrophisation des cours d'eau (Campeau *et al*., 2009). Ces analyses ont été effectuées aux mêmes sites, soit à l'embouchure des deux principaux ruisseaux se jetant dans le lac Plaisant et à l'exutoire de ce dernier (carte 7).

Les données présentées au tableau 7 suggèrent que les tributaires contribuent aux apports en nutriments que le lac Plaisant reçoit. Suite à une forte pluie en juillet 2009, deux tributaires du lac Plaisant, T-Plais 1 et T-Plais 3, affichaient des concentrations en phosphore qui dépassent le critère de qualité de l'eau de ruisseaux se jetant dans un lac, soit 20 µg/l de phosphore total (SEMAT, 1998). Concernant l'azote total, les concentrations observées en 2009, se situant entre 0,11 et 0,59 mg/l, ne présentent pas une problématique. Même s'il n'existe pas de critère de toxicité pour l'azote total, une concentration moins élevée que 1,0 mg/l dans les eaux de surface n'est pas considérée comme étant indicatrice d'une problématique de surfertilisation dans le milieu (Hébert et Légaré, 2000). Les concentrations en coliformes fécaux observées dans les eaux des tributaires ne dépassent pas le critère de 200 UFC/100ml, critère le plus sévère s'appliquant aux activités de contact primaire comme la baignade (MNHW, 1990).

Tableau 7 : Concentrations des principaux paramètres physico-chimiques mesurés dans les tributaires du lac Plaisant en 2009

Tributaire	**Azote total** (N-tot) mg/l	**Phosphore total** (P-tot) µg/l	**Coliformes fécaux** UFC/100ml
Échantillons prélevés le 28 mai 2009			
T-Plais 1	0,35	20,0	20
T-Plais 2	0,11	1,7	2
T-Plais 3	0,18	9,7	20
Échantillons prélevés le 1er juillet 2009, suite à une forte pluie			
T-Plais 1	0,59	40,0*	80
T-Plais 2	0,15	4,8	3
T-Plais 3	0,23	21,0*	30

* Dépassement du critère de qualité de l'eau de ruisseaux se jetant dans un lac (MDDEP) pour le phosphore, concentrations supérieures ou égales à 20 µg/l de phosphore total.

Note : La station T-Plais 2 correspond à l'exutoire (ou décharge) du lac Plaisant.

Le paramètre identifié comme problématique est le phosphore. Nous constatons au tableau 7 que ces concentrations sont beaucoup plus élevées suite à une forte pluie, au mois de juillet 2009, pour les tributaires T-Plais 1 et T-Plais 3. À cette même date, les taux de saturation en oxygène dissous étaient légèrement sous 55 % pour ces deux tributaires avec des concentrations en oxygène inférieures à 5 mg/l de O_2. Notons que ce déficit en oxygène est généralement occasionné par l'activité des micro-organismes qui décomposent la matière organique issue de l'augmentation de la productivité du cours d'eau (voir encadré : *Qu'est ce que l'eutrophisation?*) ou provenant d'un milieu aquatique productif situé en amont du cours d'eau.

Le tributaire T-Plais 1 a particulièrement attiré notre attention, car la concentration en phosphore dépasse le critère de qualité de l'eau. Les concentrations sont supérieures ou égales à 20 µg/l de phosphore total au mois de mai, période plus sèche en 2009, comme au mois de juillet suite à de fortes pluies. Fait à considérer, les floraisons de cyanobactéries signalées étaient localisées dans le secteur sud du lac Plaisant, endroit où le cours d'eau T-Plais 1 se déverse. Nous reviendrons sur ce constat dans la section *Conclusion* après l'intégration de toute l'information acquise et analysée dans cette étude.

Concernant l'exutoire du lac, station T-Plais 2, nous avons observé que les concentrations en phosphore étaient près de 10 fois inférieures aux concentrations en phosphore présentes dans les eaux des tributaires T-Plais 1 et T-Plais 3, et ce, pour les deux dates de prise d'échantillons, soit en mai et juillet 2009 (tableau 7).

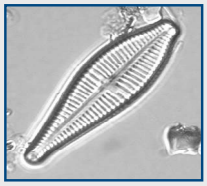
Résultats de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

L'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) a été utilisé afin d'évaluer le niveau trophique des cours d'eau du bassin versant du lac Plaisant. L'IDEC est un **indice biologique**, basé sur les communautés de diatomées benthiques, permettant d'évaluer l'intégrité écologique d'un cours d'eau et son niveau d'eutrophisation.

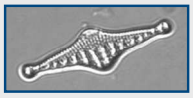
Les communautés de diatomées s'installent dans des milieux répondant à leurs exigences écologiques. Ainsi, les communautés de diatomées trouvées dans des milieux perturbés ou pollués seront très différentes de celles trouvées dans des milieux sains. Les rivières et les plans d'eau stagnants se distinguent également par leurs communautés différentes. Les conditions de phosphore, et autres paramètres physico-chimiques, font également partie des caractéristiques d'un milieu permettant ou non l'installation de certaines espèces de diatomées.

Que sont les diatomées ?

Les **diatomées** sont les algues d'une teinte brunâtre qui tapissent le fond de nos cours d'eau. Ce tapis brunâtre, qui rend les roches glissantes, est en fait composé de millions de petites cellules microscopiques. Ces algues forment une communauté très **diversifiée**. Chaque roche d'une rivière peut en effet compter plusieurs dizaines d'espèces de diatomées. Plus de **540 espèces** de diatomées ont ainsi été répertoriées dans les rivières de l'Est du Canada.



Gomphonema



Nitzschia

Fragilaria

Photos de diatomées prises par microscopie. Images grossies 1000 fois

Échantillonnage du tapis d'algues (biofilm) accumulé sur la surface des roches.

Chaque individu est composé d'une seule cellule qui est recouverte d'une coquille de verre (frustule de silice). Les coquilles présentent une ornementation qui permet d'identifier les différentes espèces au microscope.

Source: Lavoie, I., Hamilton, P., Campeau, S., Grenier, M. et Dillon, P. 2008. ***Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada***. Presses de l'Université du Québec. D1557, 15BN, 978-2-7605-1557-4.

L'échantillonnage et la caractérisation des diatomées benthiques (sur substrats durs, ex. blocs) permettent ainsi d'établir le niveau d'intégrité écologique actuel de chaque site d'échantillonnage en calculant une cote de 0 à 100 (tableau 9). Cette cote permet de cibler les tributaires problématiques, le cas échéant, ou de détecter dans l'avenir ceux qui subissent un enrichissement en nutriments ou une détérioration pouvant contribuer à l'eutrophisation du lac (Lavoie *et al.,* 2006). Deux sous-indices ont été développés afin de tenir compte du pH naturel des cours d'eau. En effet, les communautés de diatomées sont différentes selon qu'elles se trouvent soit dans des eaux de surface naturellement neutres ou légèrement acides, soit dans des eaux alcalines (Grenier *et al*., 2006). L'**IDEC-neutre** fut développé pour le suivi des rivières dont le pH naturel est neutre ou légèrement acide (pH < 7,6) et l'**IDEC-alcalin,** pour le suivi des rivières dont le pH naturel est alcalin (pH > 7,6). Le choix de l'IDEC neutre a été réalisé à partir d'une analyse des cartes géologiques et des cartes présentant les dépôts de surface de la région à l'étude. L'identification des diatomées a été réalisée à partir du *Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada* (Lavoie *et al*., 2008).

Deux échantillons de périphyton (diatomées benthiques) ont été prélevés au mois de septembre 2009 afin d'évaluer le niveau d'eutrophisation des deux principaux tributaires du lac Plaisant (carte 7). Les échantillons de périphyton prélevés sur des substrats rocheux ont été acheminés à Mme Martine Grenier, diatomiste du Laboratoire de recherche sur les bassins versants (UQTR), qui a procédé au traitement, à l'identification des diatomées et au calcul de l'IDEC.

Les deux tributaires du lac Plaisant affichent une cote A de l'IDEC correspondant aux cours d'eau oligotrophes (tableau 8). La communauté de diatomées trouvée dans ces tributaires correspond aux conditions de référence (non perturbées). Il n'y a pas ou très peu d'altérations d'origine humaine pour ces cours d'eau. Les cours d'eau identifiés comme appartenant à la classe A de l'IDEC devraient avoir des concentrations en phosphore total qui étaient inférieures à 30 µg/l au cours des semaines précédentes. Cependant, rappelons que pour des cours d'eau se jetant dans un lac, des concentrations en phosphore total supérieures à 20 µg/l peuvent constituer des apports suffisants contribuant à l'eutrophisation d'un lac. Nous avons cependant observé que le tributaire T-Plais 3 avait obtenu une valeur de l'IDEC inférieure à celle obtenue pour le tributaire T-Plais 1 (tableau 8).

Tableau 8 : Résultats de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) pour les deux principaux tributaires du lac Plaisant échantillonnés en 2009

Tributaires	No de station	Date d'échantillonnage	Valeur de l'IDEC	Cote IDEC	Milieu
Lac Plaisant	T-Plais 1	8 septembre 2009	100	A	Oligotrophe
Lac Plaisant	T-Plais 2*	N/D	N/D	N/D	N/D
Lac Plaisant	T-Plais 3	8 septembre 2009	92	A	Oligotrophe

*Ce ruisseau, constituant l'exutoire du lac, n'a pu être échantillonné car asséché.

Tableau 9 : Limite des classes de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) et éléments d'interprétation (Campeau, 2009)

IDEC	Couleur et cote	Interprétation
81-100	A	**Milieu oligotrophe** La communauté de diatomées correspond aux conditions de référence (non perturbées). Il n'y a pas ou très peu d'altérations d'origine humaines. Les concentrations en phosphore total étaient inférieures à 30 µg/l et les charges organiques et minérales étaient très faibles au cours des semaines précédentes. Il s'agit d'un cours d'eau oligotrophe.
61-80	B	**Milieu méso-oligotrophe** Le passage de la première classe à la deuxième marque le premier niveau d'altération. La composition de la communauté de diatomées diffère modérément de la communauté de référence. Les concentrations en nutriments et les charges organiques et minérales étaient relativement faibles au cours des semaines précédentes.
41-60	C	**Milieu mésotrophe** La composition de la communauté de diatomées diffère modérément de la communauté de référence et est sensiblement plus perturbée que pour les milieux méso-oligotrophes. Les valeurs montrent des signes modérés d'altération résultant de l'activité humaine. Il y eut, au cours des semaines précédentes, des épisodes où les concentrations en nutriments et/ou les charges organiques et minérales étaient élevées. Il s'agit d'un cours d'eau mésotrophe.
21-40	D	**Milieu eutrophe** La communauté de diatomées est sérieusement altérée par l'activité humaine. Les espèces sensibles à la pollution sont absentes. Il y eut, au cours des semaines précédentes, des épisodes fréquents où les concentrations en nutriments et/ou les charges organiques et minérales étaient élevées. Il s'agit d'un cours d'eau eutrophe.
0-20	E	**Milieu hypereutrophe** La communauté est parmi les communautés de diatomées les plus dégradées des rivières de l'Est du Canada. Elle est très affectée par les activités humaines. Elle est exclusivement composée d'espèces très tolérantes à la pollution. Les concentrations en nutriments et/ou les charges organiques et minérales étaient constamment élevées au cours des semaines précédentes. Il s'agit d'un cours d'eau hypereutrophe.

À la lumière des résultats obtenus à partir des deux campagnes physico-chimiques, nous avons identifié le ruisseau T-Plais 1, situé au sud du lac (cartes 2 et 3), comme le principal cours d'eau qui pouvait contribuer aux apports en phosphore. Les concentrations en phosphore dépassaient le critère établi par le MDDEP, qui est de 20 µg/l pour les cours d'eau se jetant dans un lac, au mois de juillet 2009. Le territoire traversé par ce cours d'eau est très hétérogène; route, lacs ou étangs, carrières/sablières à proximité et milieux humides. Il est donc difficile à ce jour d'identifier les causes exactes de ce dépassement du critère phosphore pour ce tributaire au mois de juillet 2009. Le ruisseau T-Plais 3 situé plus au nord n'est pas négligeable quant aux apports en phosphore. Suite à une forte pluie, en juillet 2009, la concentration en phosphore était de 21 µg/l pour ce cours d'eau (tableau 7). La présence de milieux humides en amont de ce tributaire pourrait expliquer en partie ce léger dépassement de la concentration en phosphore.

Comme la fréquence des mesures physico-chimiques n'était pas élevée dans cette étude, nous avons tenté d'établir le niveau d'eutrophisation des deux principaux tributaires du lac Plaisant à l'aide de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC). Les résultats qui en découlent qualifient les deux tributaires d'oligotrophes, soit appartenant à la classe A de l'IDEC. Les valeurs de l'IDEC comprises à l'intérieur de cette classe supposent qu'il n'y a pas ou très peu d'altérations d'origine humaines. Les concentrations en phosphore total étaient inférieures à 30 µg/l et les charges organiques et minérales étaient très faibles au cours des semaines précédentes. Il est à considérer que pour des cours d'eau se jetant dans un lac, des concentrations en phosphore total supérieures à 20 µg/l peuvent constituer des apports suffisants contribuant à l'eutrophisation d'un lac.

Les résultats de qualité de l'eau et ceux provenant de l'IDEC ne peuvent confirmer la contribution significative des tributaires en nutriments qui pourrait être responsable du vieillissement prématuré du lac Plaisant. Il faudra donc apporter une attention particulière à ces deux cours d'eau afin d'identifier la présence d'éléments de perturbation. Nous reviendrons, dans les sections *Conclusion* et *Recommandations*, sur les stratégies privilégiées dans l'identification des causes potentielles de perturbations.

À retenir

Les résultats obtenus en 2009 à partir des données physico-chimiques pour les deux principaux tributaires du lac Plaisant nous ont permis d'identifier le tributaire T-Plais 1 comme pouvant contribuer le plus aux apports en phosphore vers le lac.

Les résultats obtenus en 2009 à partir l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) nous démontrent que les deux tributaires étaient oligotrophes et par conséquent que les charges organiques et minérales étaient très faibles au cours des semaines précédentes.

Floraisons de cyanobactéries

Les résultats des analyses de cyanobactéries prélevées en 2007 dans le lac Plaisant sont exposés ici afin de présenter l'ampleur, en terme de santé publique, des fleurs d'eau de cyanobactéries qui ont eu lieu. Avant de présenter les résultats d'analyse de laboratoire, voici les différents seuils pour les concentrations en cyanobactéries et en cyanotoxines[††] établis par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), Santé Canada et l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ).

Critères pour les eaux récréatives

Cyanobactéries totales, **20 000 cellules/ml et moins**. Effets mineurs et/ou faible probabilité d'effets sur la santé. Une densité aussi faible n'est pas considérée comme une fleur d'eau de cyanobactéries. Cependant, l'OMS considère qu'à ces niveaux, de l'information doit être donnée sur le site d'utilisation du plan d'eau pour prévenir la possibilité d'effets irritatifs (INSPQ, 2005).

Cyanobactéries totales, **20 000 cellules/ml** et plus. Indique la présence d'une fleur d'eau (*bloom*) de cyanobactéries. Suivre les recommandations générales en présence d'une fleur d'eau s'applique en tout temps. Il est suggéré par le ministère de la Santé et des Services sociaux d'éviter la pratique d'activités aquatiques ou nautiques pouvant occasionner un contact prolongé avec la fleur d'eau.

La présence d'écume et d'une concentration de 16 µg/l en microcystine-LR, critères retenus par l'INSPQ, constituent une recommandation à la population d'éviter tout contact avec l'eau.

Critères pour l'eau potable

Les valeurs seuils retenues par l'INSPQ pour l'eau potable sont celles de Santé Canada, soient **1,5 µg/l de microcystine-LR** et **40 µg/l pour l'anatoxine-*a*** (INSPQ, 2005). Notez que de faire bouillir l'eau n'est pas efficace pour éliminer les toxines provenant des cyanobactéries.

Pour consulter les recommandations du ministère de la Santé et des Services sociaux relatives à une fleur d'eau de cyanobactérie, visitez le site Internet suivant :
http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?algues_bleu-vert

[††] Toxines, telles les microcystines et les anatoxines, libérées hors de la cellule lors du vieillissement cellulaire. Elles peuvent avoir des effets néfastes suite à l'ingestion ou au contact cutané. Seulement 46 espèces de cyanobactéries ont le potentiel de produire des cyanotoxines pour plus de 2000 espèces de cyanobactéries recensées dans le monde.

Que sont les cyanobactéries?

Connues sous le nom d'algues bleu-vert ou algues bleues, les cyanobactéries sont des **bactéries photosynthétiques** et non des algues proprement dites. Elles partagent toutefois les mêmes habitats que les algues et contribuent à la production primaire des écosystèmes aquatiques

Nostoc sp, forme filamenteuse de cyanobactéries, photo prise par microscopie
Source: W.F. Vincent, Université Laval

Elles se regroupent en plus de **2 000 espèces** réparties en 150 genres. Les cyanobactéries font partie d'un groupe ancien de micro-organismes apparu il y a plus de 2 milliards d'années. Elles seraient à l'origine de la vie sur terre par leur production d'oxygène à partir de la photosynthèse.

Qu'est-ce qu'une fleur d'eau de cyanobactéries?

Floraison de cyanobactéries en 2009 au lac des Six

Une fleur d'eau correspond à une densité si importante de cyanobactéries que le phénomène est généralement **visible à l'œil nu.** Dans des conditions favorables, par exemple en présence d'une grande quantité de phosphore, les cyanobactéries peuvent se reproduire rapidement et en abondance. Les cyanobactéries forment alors une fleur d'eau aussi appelée « floraison » ou « efflorescence ». Lorsqu'une fleur d'eau de cyanobactéries s'entasse à la surface de l'eau, souvent près du rivage, elle est appelée « écume ».

Les cyanobactéries sont toujours présentes dans nos lacs et rivières, mais en faible abondance, donc non visibles à l'œil nu. Pour contrer les fleurs d'eau de cyanobactéries, il est peu profitable de miser sur des méthodes de contrôle du transport des cyanobactéries d'un plan d'eau à un autre, telle la désinfection des embarcations. Seul le contrôle des sources de phosphore peut prévenir ces fleurs d'eau.

Sources:

BLAIS, S. 2006. *Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries. Comment les distinguer des végétaux observés dans nos lacs et nos rivières*. DSÉE, MDDEP. 52 pages. ISBN-13 :978-2-550-47599-6
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide-identif.pdf

LAVOIE, I., LAURION, I. et W.F. VINCENT, 2007. *Les fleurs d'eau de cyanobactéries, document d'information vulgarisée*. INRS rapport no 917, iii, 27 pages. http://www.ete.inrs.ca/doc/Cyanobacteries_revue_litterature_vulgarisee.pdf

Résultats d'analyses des prélèvements de cyanobactéries au lac Plaisant en 2007

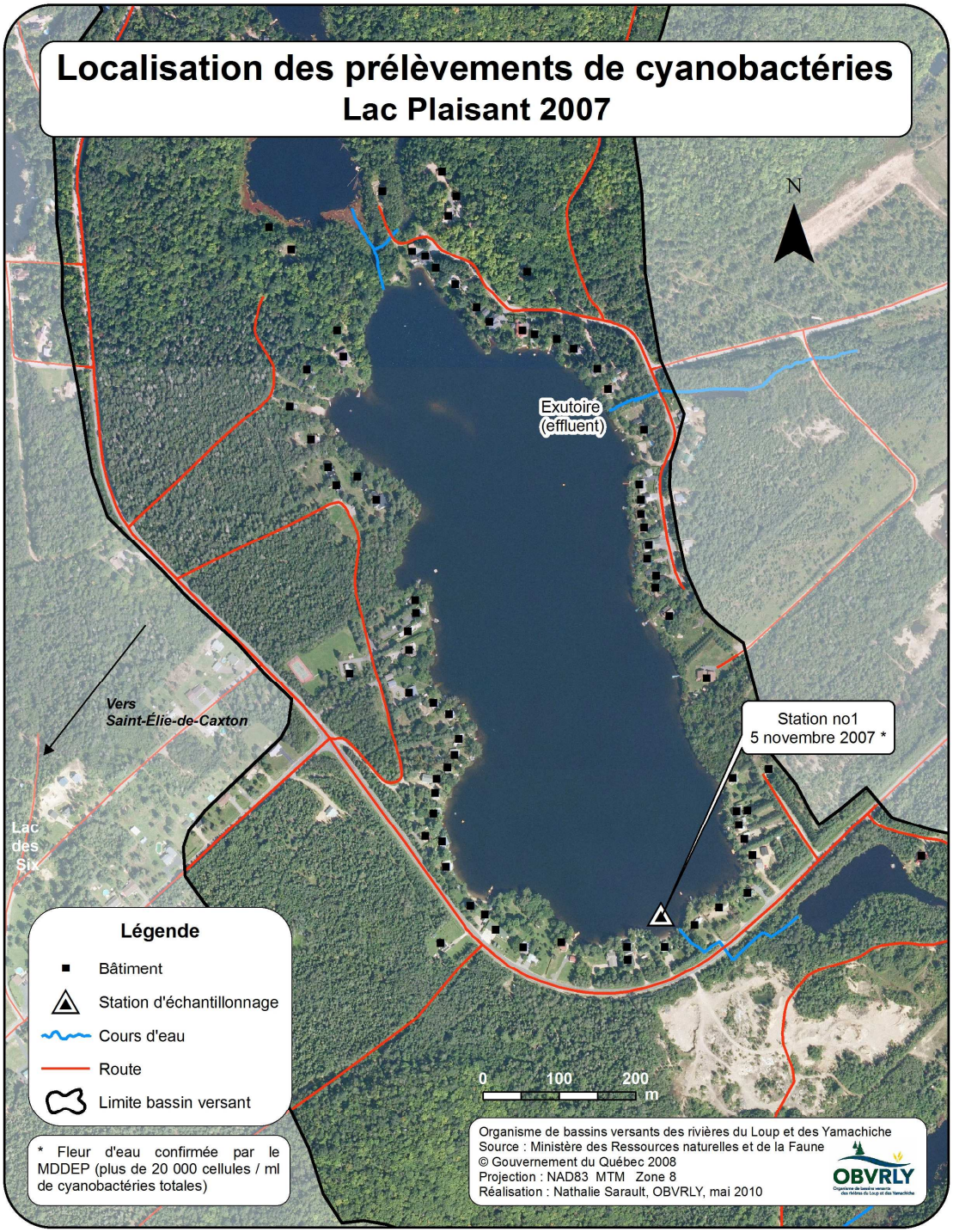
En se référant aux critères pour les eaux récréatives, nous pouvons considérer qu'une floraison d'algues bleu-vert a été confirmée le 5 novembre 2007 au lac Plaisant dans le secteur sud du lac (carte 8). La densité de cyanobactéries totales se situait entre 20 000 et 50 000 cellules/ml de cyanobactéries totales. Une densité supérieure à 20 000 cellules/ml de cyanobactéries totales est considérée comme une fleur d'eau de cyanobactéries. Le lendemain, le 6 novembre 2007, un échantillon prélevé au même endroit par le MDDEP révélait une concentration de 2 000 à 5 000 cellules/ml. Aucunes cyanotoxines (anatoxines-*a* et microcystine LR) n'ont été détectées dans ces deux échantillons, car les concentrations se trouvaient sous les seuils de détection (tableau 10).

Tableau 10 : Résultats d'analyses des prélèvements de cyanobactéries au lac Plaisant en 2007 (MDDEP)

Date	**Cyanobactéries** (cellules/ml)	**Cyanotoxines**	**Descriptions / Observations**
2007-11-05 *	20 000 à 100 000	sous le seuil de détection	Échantillon prélevé par l'association du lac . Fleur d'eau sous forme d'écume localisée dans une baie au sud du lac
2007-11-06	2 000 à 5 000	sous le seuil de détection	Échantillon prélevé par le MDDEP

* Fleur d'eau confirmée par le MDDEP : plus de 20 000 cellules/ml de cyanobactéries totales

À la lumière des résultats d'analyses des cyanobactéries et des cyanotoxines obtenus, nous observons la grande variabilité des densités de cyanobactéries à un même point de prélèvement. Deux échantillons prélevés à un jour d'intervalle au mois de novembre 2007 révélaient une différence importante de la densité de cyanobactéries confirmant une floraison véritable le 5 novembre 2007 et l'absence de floraison le 6 novembre 2007 (tableau 10). Cette différence s'explique par la capacité des cyanobactéries de migrer en profondeur. En effet, lors de conditions relativement calmes, plusieurs espèces de cyanobactéries peuvent migrer verticalement dans la colonne d'eau grâce à leurs vésicules gazeuses (Lavoie *et al*., 2007). Ainsi, à un moment donné, un secteur du lac peut être affecté par des floraisons de cyanobactéries alors qu'à un autre moment ce même secteur du lac peut ne présenter aucun risque pour la pratique d'activités nautiques. Il est donc nécessaire pour les riverains de faire l'évaluation visuelle de la coloration de l'eau avant de pratiquer des activités nautiques. Le ministère de la Santé et des Services sociaux recommande, lorsqu'une eau est manifestement colorée, bleue ou verte, d'éviter la pratique d'activités aquatiques ou nautiques.



Carte 8 : Prélèvements de cyanobactéries par le MDDEP au lac Plaisant en 2007

À retenir

En 2007, deux échantillons nous ont permis de confirmer la présence de cyanobactéries au lac Plaisant. L'un de ces échantillons contenait une concentration supérieure à 20 000 cellules/ml de cyanobactéries totales confirmant une fleur d'eau de cyanobactéries véritable. Malgré que l'on n'ait pas détecté de cyanotoxines dans cet échantillon, il est recommandé d'être prudent, surtout si l'on observe l'intensification du phénomène dans le futur. Il est reconnu que la production et la libération de cyanotoxines sont proportionnelles à l'intensification des fleurs d'eau. Cette intensification se traduit généralement par l'apparition d'une écume verdâtre qui, poussée par les vents, finit par s'échouer sur les berges du lac.

Pour en savoir plus sur les cyanobactéries, consultez les documents suivants :

BLAIS, S., 2006. *Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries. Comment les distinguer des végétaux observés dans nos lacs et nos rivières*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 52 p., [En ligne].
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide-identif.pdf

LAVOIE, I., LAURION, I., et W.F. VINCENT, 2007. *Les fleurs d'eau de cyanobactéries, document d'information vulgarisée*, INRS rapport no 917, iii, 27 p., [En ligne].
http://www.ete.inrs.ca/doc/Cyanobacteries_revue_litterature_vulgarisee.pdf

CONCLUSION

Les floraisons de cyanobactéries

En 2007, un échantillon sur deux nous a permis de confirmer la présence d'une floraison véritable de cyanobactéries au lac Plaisant. Nous tenterons dans cette partie de comprendre qu'elles sont les conditions qui ont permis aux cyanobactéries de proliférer.

De façon naturelle, qu'elles soient toxiques ou non, les cyanobactéries se retrouvent dans tous les plans d'eau québécois. Lorsque les conditions sont favorables, les cyanobactéries peuvent se multiplier en très grand nombre, formant ainsi des accumulations importantes. C'est à ce moment qu'elles peuvent causer un problème de toxicité. Une période calme leur permet de flotter à la surface et ainsi de former des fleurs d'eau (ou floraisons, *blooms* en anglais). Les « conditions favorables » à la croissance excessive des cyanobactéries sont souvent une conjoncture de plusieurs facteurs complexes. Un facteur essentiel à leur croissance est la présence d'éléments nutritifs dans le milieu. Parmi ceux-ci, le phosphore est incontestablement le plus important. Une eau avec peu de phosphore aura un nombre restreint de cyanobactéries. Cependant, une augmentation des apports en phosphore peut favoriser le développement d'une floraison excessive de cyanobactéries (GRIL, 2007).

Le signalement de floraison de cyanobactéries aussi tard à l'automne qui a eu lieu au lac Plaisant est plutôt inhabituel, bien que ce phénomène se produise à l'occasion dans certains lacs au Québec. De plus, il est aussi inhabituel de voir apparaître ces floraisons de cyanobactéries dans un lac qualifié d'oligotrophe, tel le lac Plaisant, à l'égard des faibles teneurs en phosphore observées dans les eaux de surface. Il est probable que la prolifération de cyanobactéries ait été stimulée par les nutriments libérés des sédiments en conditions anoxiques durant l'été et rendus disponibles suite au brassage automnal des eaux du lac (voir encadré : *Phosphore, sédiments et anoxie*). Cette hypothèse est valable dans la mesure où il y a eu accumulation de phosphore dans les sédiments depuis longtemps et des conditions anoxiques dans les eaux profondes de l'hypolimnion. Rappelons que la concentration en phosphore retrouvé dans les sédiments du lac Plaisant était de 1 900 mg/kg. De plus, au mois d'août 2009, le taux de saturation en oxygène observé était de 3 % dans le dernier mètre du lac, près des sédiments, condition d'anoxie propice au relargage du phosphore. Notons que plusieurs espèces de cyanobactéries peuvent supporter de très faibles concentrations en oxygène, conditions fréquemment rencontrées lorsque l'hypolimnion est anoxique. Les cyanobactéries qui migrent vers le fond pour profiter de la plus grande richesse en nutriments près des sédiments supportent de telles conditions (Lavoie *et al.*, 2007).

Nous tenterons, dans les sections suivantes, d'identifier les différentes sources de perturbation ayant contribuées à l'enrichissement en phosphore des sédiments du lac Plaisant.

Apports en phosphore

Le phosphore « naturel » provient ultimement de l'altération des roches qui contiennent toujours de petites quantités de cet élément. Il est à l'origine de tout le phosphore qui circule actuellement sur la terre via les organismes vivants : les organismes l'ingèrent lors de la nutrition et le rejettent par déjection ou après leur mort, lors de leur décomposition. Les lacs ont la capacité d'assimiler les charges en phosphore en les accumulant dans leurs sédiments de fond. Règle générale, les teneurs en phosphore des lacs sont le reflet de ce qu'ils reçoivent. Donc, lorsqu'il y a surcharge de phosphore de façon continue, cette capacité d'emmagasiner le phosphore peut être dépassée et cette surcharge élèvera sa concentration dans l'eau (GRIL, 2007).

Les sources de phosphore peuvent être diverses. Au lac Plaisant, ces apports peuvent provenir de l'absence des bandes riveraines, de l'utilisation d'engrais, des installations septiques résidentielles inadéquates, du ruissellement des eaux provenant du réseau routier autour du lac et des activités ayant lieu sur l'ensemble du bassin versant du lac qu'elles soient d'origines humaines (ex. : coupes forestières) ou naturelles (ex. : milieux humides). Nous avons tenté de qualifier les apports en phosphore que le lac Plaisant recevait. Notons que cette étude ne nous a pas permis de quantifier les apports en phosphore et la contribution des différentes sources de phosphore. C'est lors d'analyses subséquentes à cette étude, notamment à l'aide de modèles, qu'il nous sera possible d'estimer la contribution des différentes sources de phosphore qu'elles soient d'origines humaines ou naturelles.

Les bandes riveraines

Les rives du lac Plaisant sont pour près du tiers d'entre elles adéquates, 28 % des rives appartenant à la classe A de l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR), qualité excellente. Plus de la moitié des rives sont d'une qualité intermédiaire, 52 % appartenant à la classe B et 20 % à la classe C de l'IQBR. Malgré que l'on doive améliorer ces dernières afin de minimiser leur impact sur l'intégrité écologique du lac, elles ne peuvent expliquer à elles seules les floraisons de cyanobactéries qui ont eu lieu en 2007 au lac Plaisant.

Les installations septiques

Un autre facteur contribuant aux apports en matière organique et en phosphore en milieu résidentiel est la présence de fosses septiques. Rappelons que les installations septiques conformes à la réglementation (Q-2, r.8) ont été conçues pour éliminer les micro-organismes pathogènes d'origine humaine et non pas pour retenir le phosphore des effluents domestiques. Évidemment, les installations septiques non conformes contribuent aux apports de phosphore vers les cours d'eau et les lacs. Cependant, une installation septique conforme libère également une certaine quantité de phosphore (de l'ordre de 1 à 2 grammes/habitant/jour) qui, selon le type de sol, pourra être transportée vers le lac (GRIL, 2009). Il est à noter qu'au Québec il y a une corrélation étroite entre l'augmentation des habitations par région administrative, dans les deux dernières décen-

nies, et le nombre de lacs par région qui figurent sur la liste des lacs touchés par les algues bleu-vert (MDDEP, 2009). Rappelons que les résidences riveraines occupent 95% des rives du lac Plaisant. Ainsi, les installations septiques, qu'elles soient conformes ou pas, doivent être considérées comme une source de phosphore en raison du nombre élevé de résidences présentes autour du lac Plaisant.

Le réseau routier

Le seul drainage routier présent sur le bassin versant se trouve sur le 7e rang (ou route 351) qui passe au sud du lac Plaisant. En fait, le ruisseau qui fait office d'exutoire du lac Plante passe par le fossé pour ensuite se jeter dans le lac Plaisant. Il en résulte que les eaux provenant de ce fossé routier sont acheminées directement au lac. Le secteur sud du lac Plaisant accumule donc les sédiments et le sable épandu en hiver. Il en résulte une augmentation de la charge sédimentaire vers le lac en provenance de la route après les pluies et lors de la fonte des neiges au printemps. Comme les sédiments transportés par les eaux de ce fossé contiennent du phosphore, ces sédiments peuvent contribuer à l'enrichissement du lac en phosphore.

Les tributaires et le bassin versant

Les concentrations en phosphore mesurées en 2009 nous ont permis d'identifier le tributaire T-Plais 1, situé au sud du bassin versant, comme pouvant contribuer aux apports en phosphore vers le lac Plaisant. Au mois de juillet 2009, suite à de fortes pluies, les eaux de ce tributaire dépassaient le critère phosphore qui vise à prévenir l'eutrophisation des lacs. Nous avons mentionné précédemment que le territoire traversé par ce cours d'eau est très hétérogène : route, lacs ou étangs, sablière à proximité et milieux humides. L'effet cumulé de ces différentes sources de perturbation contribue certainement aux apports en phosphore vers le lac. De plus, la présence d'un lac artificiel, le lac Milette situé en amont de ce tributaire, peut augmenter la teneur en phosphore des eaux de ce cours d'eau. L'ennoiement des terres qui résulte de la création d'un lac artificiel peut causer un apport en phosphore si cette couche n'a pas été enlevée avant l'ennoiement du terrain. La décomposition de la matière organique issue des sols inondés peut continuer à contribuer aux apports en phosphore et en azote pendant des décennies (Carignan, 2008). Il faudra apporter une attention particulière pour ce cours d'eau afin d'identifier et de préciser les causes de ces dépassements du critère phosphore lors de fortes pluies.

Concernant l'exutoire du lac Plaisant, nous avons observé à la station T-Plais 2 que les concentrations en phosphore étaient près de 10 fois inférieures aux concentrations en phosphore présentes dans les eaux des tributaires T-Plais 1 et T-Plais 3, et ce, pour les deux dates de prise d'échantillons, soit mai et juillet 2009 (tableau 7). Ces observations suggèrent qu'une proportion importante du phosphore entrant dans le lac y demeure, donc n'est pas exportée via l'exutoire du lac. Afin de vérifier la validité de cette hypothèse, différents calculs devront être réalisés, tel le calcul du renouvellement des eaux

du lac Plaisant qui permettra par la suite d'appliquer différents modèles de capacité de support du lac en phosphore[‡‡].

La contribution des différentes sources de phosphore

Dans cette étude, nous avons pu identifier les différentes sources de phosphore pouvant contribuer à l'eutrophisation du lac Plaisant. Les sources de pollution qu'elles soient ponctuelles (ex. : installations septiques) ou diffuses (ex. : ruissellement des eaux sur le territoire du bassin versant) peuvent toutes contribuer à l'enrichissement du lac Plaisant. Jusqu'à présent, nous n'avons pu quantifier la contribution des différentes sources de phosphore qu'elles soient d'origine naturelle ou humaine. La prochaine étape consiste donc à réaliser des modèles qui serviront à estimer la proportion du phosphore qui provient du bassin versant (ex. : milieux humides, réseau routier, etc.) et de la ceinture résidentielle autour du lac (bandes riveraines, installations septiques, etc.). Ces modèles, élaborés avec l'aide de chercheurs universitaires et de professionnels du MDDEP, permettront de calculer la capacité de support en phosphore du lac Plaisant.

Qu'est-ce que le calcul de la capacité de support en phosphore?

Le calcul de la capacité de support en phosphore des lacs permet, en théorie, d'estimer le degré de développement humain pouvant prendre place dans un bassin versant sans mettre en péril la qualité de l'eau du lac récepteur. Concrètement, la capacité de support est définie comme la quantité de phosphore qu'un lac peut recevoir sans engendrer d'effets indésirables. En utilisant des modèles appropriés, il devient possible de détailler et de calculer les concentrations de phosphore observées dans les lacs. Ces outils nous donnent la possibilité d'estimer la concentration naturelle, c'est-à-dire avant la présence humaine, et d'évaluer l'importance des apports en phosphore provenant de l'ensemble des activités humaines ainsi que la portion associée à chacune des grandes catégories d'utilisation du sol. Le calcul de la quantité maximale de phosphore pouvant être ajoutée dans un plan d'eau, tout en demeurant dans les limites acceptables de qualité de l'eau, dépend évidemment de ce que l'on entend par « acceptable ». La quantité maximale de phosphore peut, par la suite, être transposée en unités utiles à l'aménagement, par exemple en nombre d'habitations, et servir à évaluer le développement encore possible ou les efforts à consentir pour respecter cette limite.

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

D'ici à ce que la contribution des multiples sources de phosphore soit quantifiée, différentes actions doivent cependant être entreprises. Plusieurs avenues sont donc proposées dans la section *Recommandations* de ce rapport. Bien que le lac Plaisant soit

[‡‡] Une façon de calculer la capacité de support en phosphore d'un lac se fait à l'aide de modèles utilisant les bilans de masse en phosphore. Ces modèles compilent tous les entrants et sortants de phosphore, à la manière d'un budget, ce qui implique énormément de mesures sur le terrain et une connaissance adéquate des coefficients d'exportation associés à tous les usages.

considéré comme oligotrophe en 2009, certains signes d'eutrophisation ont été observés, telles l'anoxie de l'hypolimnion et la présence de teneurs en phosphore sédimentaire comparables à d'autres lacs nord-américains aux prises avec des problèmes d'eutrophisation. Retenons que c'est par une approche prudente d'aménagement du bassin versant du lac Plaisant qu'il sera possible de prévenir et d'éviter que l'état de santé du lac ne se dégrade davantage.

Futures recherches

Pendant la saison 2010, l'OBVRLY poursuivra l'étude du lac afin de réaliser le suivi de l'état de santé du lac Plaisant. En plus d'effectuer le calcul de capacité de support en phosphore du lac, une caractérisation des plantes aquatiques et des algues sera réalisée. Ces mesures supplémentaires permettront de suivre l'évolution de l'eutrophisation du lac Plaisant. Par conséquent, un rapport complémentaire sera rédigé en 2010-2011 et pourra donc être annexé au présent document afin d'augmenter les informations acquises dans cette première phase de l'étude du lac Plaisant.

RECOMMANDATIONS

Le problème des cyanobactéries et de l'eutrophisation des lacs et cours d'eau ne peut être résolu par l'entremise d'une seule action. C'est l'ensemble des interventions conjuguées des riverains et de la municipalité qui permettra d'atteindre les objectifs de restauration préalablement établis par les usagers du lac Plaisant. Les solutions et les idées sont nombreuses. Les solutions dites miracles sont très coûteuses et ne fonctionnent généralement pas à long terme. Enfin, nous recommandons plutôt d'agir à la source par l'adoption d'actions qui limiteront les apports en nutriments, comme le phosphore, vers le lac.

1. Assurer le suivi de la conformité des installations septiques

C'est dans le cadre du PAPA[§§] que la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton a procédé en 2009 à l'inventaire des installations septiques des résidences riveraines du lac Plaisant. Cet inventaire permettra à la municipalité d'évaluer la performance des installations septiques résidentielles de ce secteur et de proposer des stratégies de résolution de problème pour les installations septiques non conformes. Cet inventaire permet de classer les installations septiques existantes en fonction de leur degré d'impact sur l'environnement[***] : A - aucune contamination, B - source de contamination indirecte des eaux de surface et/ou des eaux souterraines et C - source de contamination directe des eaux de surface et/ou des eaux souterraines. Suite à cette caractérisation, un suivi de la conformité des installations septiques devra être maintenu et la mise aux normes des installations non conformes devra être exigée par la municipalité en vertu du *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées* (Q-2, r.8). Ce règlement concerne les résidences isolées et les autres bâtiments qui rejettent exclusivement des eaux usées d'origine domestique et qui ne sont pas raccordés à un système d'égout autorisé en vertu de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'Environnement (LQE).

Nous avons déjà mentionné que les installations septiques conformes à la réglementation (Q-2, r.8) ont été conçues pour éliminer les micro-organismes pathogènes d'origine humaine et non pas pour retenir le phosphore des effluents domestiques. Comme aucune fosse conforme ne retient le phosphore, toutes les résidences situées en milieu riverain devraient être munies d'installations septiques capables d'éliminer le phosphore. Le MDDEP a financé des études afin d'évaluer des systèmes tertiaires de déphosphatation conçus pour éliminer complètement le phosphore provenant des eaux usées domestiques et il a émis ses recommandations à cet effet[†††].

[§§] Programme d'aide à la prévention d'algues bleu-vert (PAPA) du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT)

[***] Voir : MDDEP, 2007.*Guide de réalisation d'un relevé sanitaire des dispositifs d'évacuation et de traitement des eaux usées des résidences isolées situées en bordure des lacs et des cours d'eau, à l'intention des municipalités et des propriétaires riverains*, [en ligne]. http://www.menv.gouv.qc.ca/publications/2007/ENV20071003.htm

[†††] Voir : *Réduction du phosphore dans les rejets d'eaux usées d'origine domestique, position du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs,* [en ligne].

2. Assurer le suivi de la revégétalisation des bandes riveraines

La municipalité de Saint-Élie-de-Caxton et les comités de riverains travaillent à sensibiliser les riverains à l'importance d'une ceinture végétale depuis quelques années. L'inventaire des rives effectué en 2009 par la municipalité permettra d'effectuer le suivi de la revégétalisation conformément au *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau* adopté en 2008. Ce dernier stipule que tout propriétaire riverain doit avoir revégétalisé une largeur de 10 à 15 mètres de rive, selon la pente, d'ici le 1er novembre 2012. Bien que l'adoption de ce règlement soit précurseur dans la région, il offre un cadre normatif minimal pour la protection des milieux aquatiques. Plusieurs études démontrent que la largeur requise de la bande riveraine dépend des objectifs visés. La largeur requise pour des fins de stabilisation des berges sera d'un minimum de 3 mètres (Gonthier et Laroche, 1992) alors qu'une bande riveraine de plus de 45 mètres sera adéquate pour la création d'habitats fauniques (Carlson *et al*., 1992). Lorsque l'objectif visé par l'instauration d'une bande riveraine concerne l'élimination du phosphore par le contrôle des eaux de ruissellement, plusieurs facteurs physiques propres à un terrain riverain donné sont à considérer. La pente et le type de sol du terrain riverain sont les principaux facteurs qui influenceront la rétention des sédiments provenant des eaux de ruissellement par la végétation, ce qui explique que dans certains cas une bande riveraine de plus de 30 mètres est nécessaire pour assurer son rôle d'assainissement. Retenons que l'efficacité d'une bande riveraine à retenir les sédiments et le phosphore augmente en fonction de la largeur de la bande riveraine et diminue selon la pente du terrain (Gangbazo et Gagnon, 2007).

L'établissement d'une bande riveraine nécessite une compréhension de la dynamique végétale et des différents rôles des plantes présentes naturellement en milieu riverain. En résumé, les arbres et les arbustes jouent un rôle pour la stabilisation des berges et l'ombrage dans la zone littorale du lac, alors que les plantes herbacées prélèvent les sédiments et les nutriments des eaux de ruissellement (Carlson *et al*., 1992). La méthode préconisée de renaturalisation des rives consiste à cesser de couper la pelouse et de laisser la nature (plantes herbacées, arbustes et arbres) recoloniser la rive. Cependant, certains terrains riverains offrent de mauvaises conditions à l'établissement naturel de la végétation : sol pauvre, pente élevée, présence de murets, présence d'enrochement. Dans ces derniers cas, la plantation d'espèces indigènes est conseillée dans le respect des exigences des plantes, de la nature du sol, du degré d'ensoleillement et de la place dans le talus. Un moteur de recherche en ligne via le site Internet de la Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) permet d'identifier rapidement les végétaux recommandés en fonction des caractéristiques propres au site à revégétaliser[‡‡‡]. La revégétalisation des rives artificielles (ex. murets, enrochement) ou des cas particuliers (une rive exposée aux vagues, les pentes abruptes et les sites à forte érosion) doit être faite selon les règles du génie végétal.

---

http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/reduc-phosphore/index.htm

[‡‡‡] …tels la zone de rusticité, la localisation sur le talus, l'humidité du sol, l'exposition, le type de sol, la hauteur de la plante et son type de croissance : http://www.fihoq.qc.ca/html/recherche.php. Il existe aussi un répertoire des végétaux adaptés aux bandes riveraines : http://www.fihoq.qc.ca/Repertoire_vegetaux_couleur.pdf.

Pour plus d'informations concernant la revégétalisation des bandes riveraines, consultez :

Le *Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau* :
http://www.st-elie-de-caxton.com/affairesmunicipales/ReglementsMunicipaux/RÈGLEMENT%202008-006%20REVÉGÉTALISATION%20DES%20RIVES.pdf

Protection des rives, du littoral et des plaines inondables :
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/index.htm

Végétalisation de la bande riveraine :
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/vegetalisation-bande-riveraine.pdf

3. Promouvoir l'utilisation de savons sans phosphate

Depuis une dizaine d'années, divers produits nettoyants écologiques sont disponibles sur les tablettes des commerces québécois. Cependant, la mention « savon écologique » ou « savon biodégradable » n'assure pas l'absence de phosphore dans les produits nettoyants. Bien que ces savons contiennent de faibles concentrations en phosphore, parfois moins de 2,2 %, l'apport en phosphore de ces savons vers le lac n'est pas négligeable lorsque l'on considère l'ensemble des résidences présentes autour du lac. Les détergents pour lave-vaisselle sont ceux qui affichent les concentrations les plus élevées en phosphate avec une teneur permise par la réglementation de 8,7 %. Notons que plus de la moitié des ménages québécois possèdent un lave-vaisselle et que ceux-ci contribuent pour environ 7 % de la teneur en phosphate de nos eaux usées. L'adoption de lois interdisant la présence de phosphore dans les détergents à lave-vaisselle au Québec et les détergents domestiques au Canada est prévue en 2010. D'ici à ce que ces lois entrent en vigueur, l'utilisation de produits domestiques contenant des phosphates devrait être bannie pour les résidents riverains afin d'éliminer ce phosphore à la source.

Des listes de détergents sans phosphore sont disponibles à l'adresse des sites Internet suivants :

http://www.st-elie-de-caxton.com.sp017.alentus.com/milieuriverain/Pages/produitshygienes.aspx

http://rappel.qc.ca/images/stories/food/savons_phosphates.pdf

Note : Les données présentées sur ces sites Internet ne sont qu'à titre purement indicatif et démontrent qu'il existe des produits sans phosphate, alors que d'autres en ont une concentration significative. Pour en savoir plus, nous vous suggérons de communiquer directement avec le fabricant ou de rejoindre une des associations professionnelles pertinentes comme l'Association canadienne des produits de consommation spécialisés : http://www.ccspa.org/index-f.html ou l'Association canadienne de la savonnerie et de la détergence : http://www.healthycleaning101.org/french/SDAC-f.html.

4. Interdire l'utilisation d'engrais

Conformément à la réglementation municipale, il est essentiel d'interdire l'utilisation d'engrais partout en milieu riverain, qu'ils soient biologiques ou écologiques. Cette mesure vise à contrôler à la source des apports en nutriments responsables de l'eutrophisation des lacs et cours d'eau.

5. Gestion environnementale des eaux de ruissellement

Afin de limiter les apports diffus en sédiments et en nutriments provenant de l'ensemble du bassin versant du lac Plaisant, des mesures doivent être entreprises par l'ensemble des usagers. Globalement, les actions pour limiter le ruissellement visent à ralentir l'écoulement de l'eau de pluie et de la fonte des neiges afin de favoriser son absorption par le sol (GRIL, 2009). Rappelons que la végétation est le meilleur allié à la lutte contre l'érosion. Cependant, dans certaines situations, des techniques préventives ou correctives devront être envisagées dans la pratique d'activités forestières, de voirie, de construction ainsi que dans l'aménagement des terrains riverains. Le contrôle de l'érosion compte pour chaque mètre carré du bassin versant. Il en revient aux différents usagers du bassin versant d'identifier les problématiques d'érosion qui résultent de leurs activités et d'apporter les correctifs nécessaires au contrôle des eaux de ruissellement.

Voici quelques actions proposées aux riverains :

- Favoriser l'infiltration de l'eau dans le sol
- Éviter les sols laissés à nu et imperméabilisés
- Revégétaliser les terrains riverains dans leur ensemble et au-delà des rives soumises à la réglementation
- Aménager les mises à l'eau ou sentiers d'accès au lac à angle ou avec sinuosité pour éviter que les eaux de ruissellement atteignent le lac
- Favoriser la récupération et l'utilisation des eaux de pluie

Voici quelques actions proposées à la municipalité, aux producteurs forestiers et aux entrepreneurs en construction :

- Utiliser la méthode du tiers inférieur lors du nettoyage des fossés
- Aménager des bassins de sédimentation et des marais filtrants pour les eaux des fossés
- Adopter un « design » de développement (chantiers forestiers, résidentiels ou voirie) par phase afin de répartir dans le temps les effets de l'érosion
- Protéger les tas de terre, sable et autres matériaux
- Stabiliser les voies d'accès (ex. installation de ponceaux selon les règles environnementales)
- Utiliser des barrières à sédiments ou filtrantes sur les chantiers
- Revégétaliser tôt après exécution des travaux

« La protection des lacs et des cours d'eau naturels commence loin en amont dans le bassin versant. Les fossés routiers constituent certainement l'un des éléments importants de la problématique, mais il en va de même de nos attitudes et de nos attentes en matière de drainage routier. Il faut changer notre conception d'un fossé routier "propre" et s'habituer à y voir une végétation luxuriante » (MTQ, 1997).

Nous n'avons présenté ici qu'une infime partie des techniques de contrôle de l'érosion connues à ce jour. Plusieurs guides traitant de ce sujet sont disponibles, et ce, souvent gratuitement. Retenons que la somme de ces actions, généralement peu coûteuses, appliquées à l'ensemble du bassin versant du lac, permettront de réduire significativement les apports en sédiments vers le lac et les cours d'eau, condition obligatoire pour la préservation de l'état de santé du lac Plaisant.

Pour plus d'informations sur les méthodes de contrôle du ruissellement, consultez les documents et liens Internet suivants :

MRNF, 2001. *Saines pratiques, voirie forestière et installation de ponceaux*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune. MRNF.
http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/sainespratiques.pdf

MTQ, 1997. *Fiche de promotion environnementale : Entretien d'été, système de drainage et nettoyage de fossés*, Ministère des Transports du Québec, Direction de l'Estrie.
http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/ministere/environnement/gestion_eco.pdf

Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des marais du Nord (APPEL), SD. *Guide des bonnes pratiques dans la lutte à l'érosion et à l'imperméabilisation des sols*. http://apel.ccapcable.com/apel/pdf/guide_lutte-erosion-sol.pdf

Québec, 1998. *Guide des saines pratiques forestières dans les pentes du Québec.*
http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/amenagement/RN983036.pdf

Autres documents intéressants liés à la forêt : ministère des Ressources naturelles et de la Faune. http://www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/connaissances-activites-sols.jsp

Lien Internet du RAPPEL traitant des aspects économiques des méthodes de prévention de l'érosion : http://www.rappel.qc.ca/bassin-versant/lerosion.html

6. Exploitation forestière en forêt privée : Assurer le respect des normes environnementales

Afin de bien protéger le lac Plaisant, il est important de s'assurer du respect des normes et règlements applicables à l'exploitation forestière en bordure des cours d'eau et des milieux humides en forêt privée. Les activités de récolte du bois contribuent à l'augmentation du ruissellement des eaux par la mise à nu du sol. Plusieurs mesures sont proposées afin de diminuer les eaux de ruissellement vers les milieux aquatiques et humides (voir recommandation n° 5 : Gestion environnementale des eaux de ruissellement).

Pour plus de détails concernant les normes et la réglementation en forêt privée en vigueur en Mauricie, vous pouvez commander le document suivant au Syndicat des Producteurs de Bois de la Mauricie (SPBM) au coût de 45 $, tel. (819) 370-8368 :

Lupien, P., 2009. *Guide d'assistance réglementaire pour les conseillers et les travailleurs en forêt privée,* Fonds d'information de recherche et de développement de la forêt privée mauricienne (FIRDFPM), Syndicat des producteurs de bois de la Mauricie (SPBM), Trois-Rivières, 182 p.

7. Élaboration du plan directeur du bassin versant du lac Plaisant

Un plan directeur a comme finalité de définir des pistes de solutions permettant de remédier aux problèmes qui touchent un lac. Pour assurer sa réussite, le plan directeur de lac doit impliquer tous les acteurs concernés, soit les propriétaires riverains, les instances municipales et les promoteurs privés. À partir d'une approche structurée et planifiée, il permet la réalisation d'activités de restauration et de conservation environnementale d'un lac. L'élaboration d'un tel plan se réalise en quatre étapes :

- Acquérir des connaissances sur le lac et son bassin versant :
  - Le portrait : les grandes caractéristiques
  - Le diagnostic : détermination des problèmes et de leurs causes
- Prioriser les problèmes et déterminer les pistes de solutions
- Élaborer et mettre en œuvre un plan d'action
- Assurer le suivi de ce plan d'action afin d'en évaluer les résultats

Le présent document constitue le portrait et le diagnostic du bassin versant du lac Plaisant. Bien qu'il reste à acquérir d'autres informations, les résultats présentés dans cette étude permettent de cerner avec une relative précision les problématiques qui touchent le lac. Nous pouvons donc considérer que la première étape du plan directeur du bassin versant du lac Plaisant est en grande partie réalisée.

Les trois étapes suivantes du plan directeur concernent les acteurs de l'eau du lac Plaisant. Un comité restreint composé des représentants des différents secteurs d'activités (propriétaires riverains, acteurs municipaux et exploitant de la carrière/-sablière) devra être mis sur pied pour faciliter la réalisation du plan directeur du bassin versant du lac Plaisant. Il est conseillé de regrouper et de transcrire les éléments de réflexion pour les différentes étapes d'élaboration du plan directeur sous la forme d'un bref rapport. Ce document de référence, comme un guide, servira d'outil et d'aide à la décision, et au suivi du processus. Un document s'adressant aux riverains désirant élaborer un plan directeur de lac a été produit par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs afin de les aider dans leur démarche :

MDDEP, 2007. *Prendre son lac en main, Guide d'élaboration d'un plan directeur de bassin versant d'un lac et adoption de bonnes pratiques,* Direction des politiques de l'eau, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 130 p.
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf

Il est important de mentionner que différentes actions ont déjà été entreprises au lac Plaisant. L'adoption par la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton d'un règlement visant à protéger et revégétaliser la bande riveraine, conjuguée avec les efforts des riverains pour l'amélioration de celle-ci, sont des actions qui contribuent à l'amélioration de l'environnement du lac. Parallèlement à ces démarches, le suivi de l'évolution de l'état de santé du lac Plaisant doit se poursuivre afin de vérifier le maintien ou l'amélioration de l'intégrité écologique du lac. Le suivi de l'évolution du vieillissement prématuré (eutrophisation) du lac Plaisant peut être réalisé par la poursuite de la participation de l'association du lac au *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL), par le suivi physico-chimique des eaux du lac (mesures d'oxygène), par le suivi des plantes aquatiques, des algues et du périphyton. Ces derniers constituent d'excellents indicateurs de l'eutrophisation d'un lac. Le suivi peut aussi être effectué par l'identification des secteurs plus propices au ruissellement des eaux néfaste pour le lac.

Mentionnons que l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) a comme mandat de planifier et de coordonner des actions en matière de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV). Comme la zone de gestion de l'eau de l'OBVRLY inclut depuis 2009 le territoire du bassin versant de la rivière Yamachiche, un suivi de l'état des lacs et cours d'eau sera réalisé progressivement dans les prochaines années. C'est donc par la documentation de l'état de la situation des lacs et cours d'eau et par l'accompagnement de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton et de ses résidents que l'Organisme s'impliquera afin de maintenir ou d'améliorer la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leurs conseils, leurs recommandations et leur collaboration :

Serge Beaudry
Comité du lac Plaisant

Pierre-André Bordeleau, *M.Sc.*
Professionnel de recherche et d'enseignement, section de géographie, Université du Québec à Trois-Rivières

Michel Brodeur
Comité du lac Plaisant

Denis Leroux, *Ph.D.*
Professeur, section de géographie, Université du Québec à Trois-Rivières

Réal Vennes
Comité du lac Plaisant

Pour leur soutien technique et scientifique, nous tenons également à remercier les professionnels du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) :

Daniel Blais
Direction du patrimoine écologique

Manon Ouellet
Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), Direction du suivi de l'état de l'environnement

Louis Roy
Direction du suivi de l'état de l'environnement

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Localisation des bassins versants des lacs Plaisant, des Six et Héroux, bassin de la rivière Yamachiche, 2009 17

Carte 2 : Bassin versant du lac Plaisant, photo aérienne prise en 2008 22

Carte 3 : Carte bathymétrique illustrant le relief du fond du lac Plaisant et des profondeurs associées en mètres 23

Carte 4 : Topographie du bassin versant du lac Plaisant obtenue à partir d'un modèle d'élévation numérique 24

Carte 5 : Utilisation du territoire du bassin versant du lac Plaisant, 2009 27

Carte 6 : Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR), lac Plaisant, 2009 30

Carte 7 : Stations d'échantillonnage du lac Plaisant en 2009 37

Carte 8 : Prélèvements de cyanobactéries par le MDDEP au lac Plaisant en 2007 59

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac Plaisant en 2009 29

Figure 2 : Composition moyenne d'une rive du lac Plaisant en 2009, IQBR = A 31

Figure 3 : Composition moyenne d'une rive du lac Plaisant en 2009, IQBR = B 31

Figure 4 : Composition moyenne d'une rive du lac Plaisant en 2009, IQBR =C 32

Figure 5 : Stratification thermique d'un lac dimictique, tirée de Proulx, 2009..... 39

Figure 6 : Profils physico-chimiques du lac Plaisant, juillet et août 2009..... 41

Figure 7 : Profil physico-chimique du lac Plaisant, novembre 2009 43

Figure 8 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Plaisant obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2007.. 46

Figure 9 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Plaisant obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2008.. 46

Figure 10 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Plaisant obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2009.. 47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Hydrographie du bassin versant du lac Plaisant, 2009 21

Tableau 2 : Pourcentage d'utilisation du territoire du bassin versant du lac Plaisant, 2009 26

Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques de l'eau mesurés au lac Plaisant en 2009 38

Tableau 4 : Valeurs de saturation et de concentration en oxygène dissous requises pour la préservation de la vie aquatique 40

Tableau 5 : Données physico-chimiques, station F-Plais du lac Plaisant – saisons 2007, 2008 et 2009 45

Tableau 6 : Concentrations en phosphore sédimentaire mesurées et niveau trophique pour les trois lacs étudiés par l'OBVRLY en 2009 49

Tableau 7 : Concentrations des principaux paramètres physico-chimiques mesurés dans les tributaires du lac Plaisant en 2009 50

Tableau 8 : Résultats de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) 53

Tableau 9 : Limite des classes de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) 54

Tableau 10 : Résultats d'analyses des prélèvements de cyanobactéries au lac Plaisant en 2007 58

RÉFÉRENCES

Béland, J. 1961. *Rapport géologique, région de Shawinigan, comtés de St-Maurice, Champlain et Laviolette.* Ministère des Richesses naturelles, Québec. Géological report 97, 32 pages.

Binesse, M. 1983. *Protection et amélioration des cours d'eau : objectif faune aquatique*. MLCP. Dir. Gén. de la faune, 153 pages.

Campeau, S., Lavoie, I., Grenier, M., Boissonneault, Y. et S., Lacoursière. 2009. *Le suivi de la qualité de l'eau des rivières à l'aide de l'indice IDEC*. Guide d'utilisation de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC). Université du Québec à Trois-Rivières, 18 pages.

Carignan, R. 2008. *Évolution de l'état des lacs de la municipalité de Saint-Hippolyte entre 1998 et 2007*. Université de Montréal, Station biologique des Laurentides, décembre 2008, 59 pages.

Carlson, J.R., G.L. Conaway, J.L. Gibbs et J.C. Hoag. 1992. *Design Criteria for Revegetation in Riparian Zones of the Intermountain Area*, dans: Proceedings - Symposium on Ecology and Management of Riparian Shrub Communities. USDA. Intermountain Research Station. Report INT-289. p.16-17.

Commission géologique du Canada. 2008. *Géologie urbaine de la région de la Capitale nationale ; Formation précambriennes.* Ressources naturelles du Canada. http://cgc.rncan.gc.ca/urbgeo/natcap/his_precambrian_f.php

Gangbazo, G. et E. Gagnon. 2007. *Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspectives, Fiche n°7.* Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/fiches/bandes-riv.pdf

Gonthier, M. et R. Laroche. 1992. *La protection des rives en milieu agricole*. MAPAQ, dans : *Les bandes riveraines et la qualité de l'eau : Une revue de la littérature*, 8 pages. http://www.cuslm.ca/ccse-swcc/publications/francais/bandes.pdf

Goupil, J.-Y. 1998. *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables : guide des bonnes pratiques. Service de l'aménagement et de la protection des rives et du littoral* – Québec : Ministère de l'Environnement et de la Faune : distribué par les Publications du Québec. Envirodoq n°EN980461. Mise à jour en 2005.

Grenier, M., Campeau, S., Lavoie, I., Park, Y.-S. et Lek, S., 2006. *Diatom reference communities in Québec (Canada) streams based on Kohonen self-organizing maps and multivariate analyses. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63 : 2087-2106.

GRIL, 2007. *Les cyanobactéries dans les lacs québécois : Un portrait de la situation selon les chercheurs du GRIL*. Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique, 28 juin 2007, 10 pages. Révisé en avril 2008. https://oraprdnt.uqtr.uquebec.ca/pls/public/docs/GSC1285/F291210543_gril_cyanobacteries_28juin2007_rev_avril2008.pdf

GRIL, 2009. *Mémoire du GRIL sur l'état des lacs et rivières du Québec en regard des cyanobactéries*. Mémoire présenté par le Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique dans le cadre de la commission sur la situation des lacs au Québec en regard des cyanobactéries, 2 novembre 2009, 12 pages.

Guillemette, L. 2002. *Rapport de la diagnose écologique du lac Héroux situé à Saint-Boniface.* Rapport présenté à la municipalité de Saint-Boniface. *Pémesseau faune*. 27 pages.

Hade, A. 2003. *Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger.* Réimprimé au Canada en avril 2007. Les éditions Fides. 359 pages.

Hébert, S. et S. Légaré, 2000. *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Envirodoq n°ENV-2001-0141, rapport n°QE-123, 24 p ages et 3 annexes.

INSPQ, 2005*. Propositions de critères d'intervention et de seuils d'alerte pour les cyanobactéries*. Groupe scientifique sur l'eau, Unité Santé et environnement, Direction Risques biologiques, environnementaux et occupationnels. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Bibliothèque nationale du Canada. ISBN 2-550-43854-X. 4 pages. http://www.inspq.qc.ca

La fondation Historica du Canada. 2009. *L'encyclopédie canadienne.* [En ligne] http://www.thecanadianencyclopedia.com/index.cfm?PgNm=TCE&Params=F1SEC877080

Lapalme, R. 2006. *Protéger et restaurer les lacs.* Bertrand Dumont éditeur inc. 192 pages.

Lavoie, I., Campeau, S., Grenier, M. et Dillon, P., 2006. *A diatom-based index for the biological assessment of Eastern Canadian rivers: an application of correspondence analysis*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 63 : 1793-1811.

Lavoie, I., Hamilton, P., Campeau, S., Grenier, M. et Dillon, P. 2008. *Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada.* Presses de l'Université du Québec. D1557, 15BN, 978-2-7605-1557-4.

Lavoie, I., I. Laurion et W.F. Vincent. 2007. *Les fleurs d'eau de cyanobactéries, document d'information vulgarisée*. INRS rapport no 917, iii, 27 pages. http://www.ete.inrs.ca/doc/Cyanobacteries_revue_litterature_vulgarisee.pdf

MAMROT. 2007. *Programme d'aide à la prévention d'algues bleu-vert (PAPA)*. Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire. http://www.mamrot.gouv.qc.ca/amenagement/amen_algu_prog.asp

MDDEP. 2005. *Réseau de surveillance volontaire des lacs : Les méthodes.* Document d'interprétation des paramètres de qualité de l'eau utilisé dans le cadre du RSVL. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 5 pages. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsv-lacs/methodes.htm

MDDEP. 2006. *Le Réseau de surveillance volontaire des lacs de villégiature*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm

MDDEP. 2009. *Les fleurs d'eau d'algues bleu-vert en 2009 - Une responsabilité collective. Bilan provisoire des plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert au 15 septembre 2009.* Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Direction des politiques en milieu terrestre. 9 pages. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/bilan/saison2009/Bilan-alguesBV-150909.pdf

MNHW. 1990. *Guidelines for Canadian Recreational Water Quality* - Préparé par le groupe de travail fédéral-provincial sur la qualité des eaux de récréation du Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu de travail, Canada, Ministry of National Health and Welfare. 87 pages. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0123

Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. 2008. MRC Maskinongé. *Règlement 2008-006 relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau.* http://www.st-elie-de-caxton.com/affairesmunicipales/ReglementsMunicipaux/RÈGLEMENT2008-006REVÉGÉTALISATIONDESRIVES.pdf

Nürnburg, G. 1988. *Prediction of phosphorus release rates from total and reductant-soluble phosphorus in anoxic lake sediments*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, vol 45, p. 453-462.

Pageau, E. 1967. *Étude pédologique, comtés de Trois-Rivières et de Saint-Maurice.* Bulletin technique n°14, Division des sols, service de la recherche, Ministère de l'agriculture et de la colonisation du Québec. 80 pages. http://www.irda.qc.ca/_ftbFiles/Etude_pedo/Etude_pedo_56.pdf

Painchaud, J. 1997. *La qualité de l'eau des rivières au Québec : État et tendances*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec. 58 pages.

Parkyn, S. 2004. *Review of riparian buffer zone effectiveness*. MAF Technical Paper No: 2004/05. ISBN No: 0-478-07823-4. ISSN No: 1171-4662. 31 pages.

Proulx, C. 2009. *Le portail des ressources virtuelles du collège Bois-de-Boulogne*, http://www.colvir.net/prof/chantal.proulx/701/Chap6_contenu.htm

RAPPEL. 2008. *L'eutrophisation dans nos plans d'eau, c'est quoi,* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François (RAPPEL). http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_2_-_eutrophisation.pdf

Saint-Jacques, N. & Y. Richard. 1998. *Développement d'un indice de qualité de la bande riveraine : application à la rivière Chaudière et mise en relation avec l'intégrité biotique du milieu aquatique*, pages 6.1 à 6.41, dans ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Le bassin de la rivière Chaudière : l'état de l'écosystème aquatiques-1996. Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, Envirodoq n°EN980022.

SEMAT.1998. *Note technique interne sur l'utilisation du critère de 0,02 mg/L de phosphore total en amont de lacs en période d'étiage* - Service de l'évaluation du milieu aquatique et des travaux (SEMAT), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0393

Bibliographie

Deshaies, P. 2008. *Guide d'application du règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau.* Édition 2008. 28 pages. http://www.st-elie-de-caxton.com/milieuriverain/Pages/Revegetalisation.aspx

MDDEP. 2007. *Prendre son lac en main, Guide d'élaboration d'un plan directeur de bassin versant d'un lac et adoption de bonnes pratiques.* Direction des politiques de l'eau du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 130 pages. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf

MDDEP. 2006. *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm

MEF. 1996. *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec,* ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques. Envirodoq n°EN970102, 20 pages et 4 annexes.

MRNF. 2001. *Saines pratiques, voirie forestière et installation de ponceaux*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/sainespratiques.pdf

RAPPEL. 2005. *Donnez-moi de l'oxygène.* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François. http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_7_-_oxygene.pdf

RAPPEL. 2005. *Faut-il mépriser les plantes aquatiques,* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François. http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_10_-_plantes_aquatiques.pdf

RAPPEL. 2005. *Les matières en suspensions (MES), le cholestérol de nos lacs,* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François. http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_5_-_mes.pdf

RAPPEL. 2005. *Le phosphore : un engrais trop efficace,* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François. http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_3_-_phosphore.pdf

RAPPEL. 2005. *Les savons et les détergents : vers une solution écologique,* Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut de la rivière St-François. http://www.rappel.qc.ca/images/stories/food/savons_phosphates.pdf

Documents cartographiques consultés

Forêt Québec. 2001. *Les peuplements forestiers.* Feuillet 31I/10SO, échelle 1 : 20 000. Réalisé et diffusé par la Direction des inventaires forestiers.

MTFQ. 1956. *Mines and technical surveys. Shawinigan, Québec.* Feuillet 31I10 échelle 1:50 000, Carte levée par le service de la recherche, ministère des Terres et Forêts du Québec.

Bolduc, A.M. 1999. *Carte géologique des formations superficielles, région de Shawinigan.* Feuillet 31I10 échelle 1:50 000. Dossier public 2995, Commission géologique du Canada.