



IDENTIFICATION DES LACS PROBLEMATIQUES - 2010

- Phase 1 -

Municipalités de :
Saint-Alexis-des-Monts
Saint-Boniface
Saint-Élie-de-Caxton
Saint-Mathieu-du-Parc
Saint-Paulin

Mars 2011



ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination

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

Rédaction

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*¹
Luc Lévesque, biologiste, *B.Sc.*¹

Cartographie

Marie-Ève Lemoine, géographe, *B.Sc.*²

Équipe terrain

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*¹
Alexandre Gamelin, assistant terrain¹

Révision

Nathalie Sarault, directrice²

¹ Consultant : *Boissonneault, suivi hydrobiologique des cours d'eau*, www.boissonneault.ca

² Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

CETTE ÉTUDE A ÉTÉ RÉALISÉE POUR L'ORGANISME DE BASSINS VERSANTS DES RIVIÈRES DU LOUP
ET DES YAMACHICHE (OBVRLY)



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

BOISSONNEAULT, Y. et L. LÉVESQUE, 2011. *Identification des lacs problématiques - 2010 (phase 1), municipalités de Saint-Alexis-des-Monts, Saint-Boniface, Saint-Élie-de-Caxton, Saint-Mathieu-du-Parc et Saint-Paulin*. Rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 27 pages et 4 annexes.

© 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'infiltré 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.

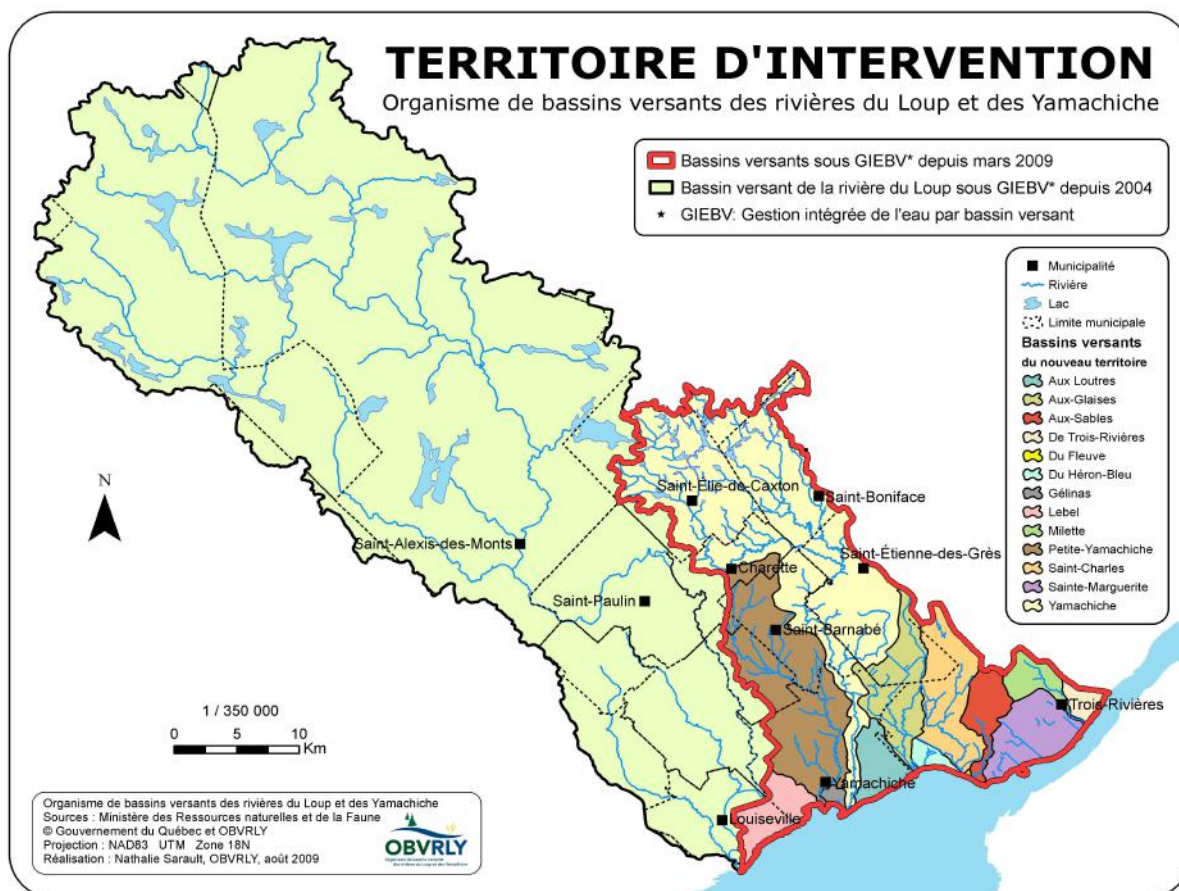


TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation	3
Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)	5
Table des matières	7
Introduction	9
Matériel et méthode	10
1^{er} diagnostic des symptômes d'eutrophisation d'un lac	11
La stratification thermique.....	11
Qu'est-ce que l'eutrophisation ?	12
Description des paramètres physico-chimiques.....	13
Résultats	15
Municipalité de Saint-Alexis-des-Monts - 14 lacs.....	15
Municipalité de Saint-Boniface – lac des îles	18
Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton – 12 lacs.....	19
Municipalité de Saint-Mathieu-du-Parc – 4 lacs	22
Municipalité de Saint-Paulin – 2 lacs	24
Conclusion	25
Recommandations	26
Références	27
Annexe 1 : Phases dans la caractérisation d'un plan d'eau	29
Annexe 2 : Les facteurs expliquant la distribution de l'oxygène	33
Annexe 3 : Cartes de localisation des lacs à l'étude	35
Annexe 4 : Fiches descriptives des lacs à l'étude	45



INTRODUCTION

Les lacs sont très nombreux au Québec et représentent une richesse collective non négligeable. Depuis des dizaines d'années, ils représentent un moteur économique d'importance puisque le tourisme dépend souvent de la proximité des plans d'eau. Depuis l'avènement de floraisons de cyanobactéries (algues bleu-vert) au Québec il y a quelques années, la population riveraine s'inquiète des répercussions de la dégradation de l'état de santé de leurs lacs. L'examen de l'état de santé des lacs du territoire d'intervention de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) s'imposait donc.

C'est en 2010 qu'a débuté le suivi de trente-trois lacs situés sur le territoire des municipalités de Saint-Alexis-des-Monts, Saint-Boniface, Saint-Élie-de-Caxton, Saint-Mathieu-du-Parc et Saint-Paulin. Cette étude consiste en une première phase de caractérisation des premiers symptômes d'eutrophisation* afin d'identifier les lacs qui nécessiteront une attention particulière.

Le programme de caractérisation des plans d'eau de l'OBVRLY comprend trois phases : 1) l'identification des lacs problématiques, 2) l'évaluation des symptômes des lacs identifiés et 3) la détermination des causes des perturbations (voir annexe 1 pour plus de détails). Nous présentons donc les résultats de la première phase de caractérisation pour ces trente-trois lacs. Ainsi, il sera possible de constater les signes de vieillissement prématuré (eutrophisation) de ces lacs et de déterminer ceux pour lesquels la phase 2 est requise. Soulignons qu'à moyen et long terme, tous les lacs habités ou subissant des pressions humaines devront passer à la phase 2. Cette approche de caractérisation des lacs en trois phases permet aux instances régionales (municipalités, OBV, etc.) d'adopter une gestion de leurs plans d'eau qui soit ciblée. Conséquemment, cette approche permet d'éviter d'investir des efforts trop importants pour des lacs qui n'en auraient pas besoin.

Ce rapport présente donc les résultats regroupés de la caractérisation de l'ensemble de ces lacs. Il devrait permettre aux instances concernées d'établir les priorités du point de vue de la gestion des plans d'eau. Pour les riverains concernés par un lac donné, des fiches vulgarisées des résultats de cette étude sont annexées à ce rapport, et ce, pour chacun des trente-trois lacs.

* Enrichissement des eaux par des nutriments, tels l'azote et le phosphore, se traduisant par une prolifération des végétaux aquatiques ou des cyanobactéries et par une diminution de la teneur en oxygène des eaux profondes (Office québécois de la langue française, 2007).



MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les travaux de l'étude se montrent comme étant sommaires puisque, différemment d'une étude complète, aucun relevé n'a été effectué concernant l'ensemble des symptômes d'eutrophisation, les caractéristiques des bassins versants, la faune ichtyologique, pour ne nommer que ces quelques exemples. De ce fait, seulement cinq paramètres physico-chimiques de l'eau ont été étudiés lors des sorties sur le terrain, soit :

- la température (°C) ;
- l'oxygène dissous (mg/L et % de saturation) ;
- le pH ;
- la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- la transparence.

Les quatre premiers relevés mentionnés ci-dessus ont été analysés à l'aide d'un appareil multisonde de type YSI Pro plus. Cette sonde multiparamètres a permis d'évaluer les paramètres physico-chimiques à chaque mètre de la colonne d'eau pour les douze premiers mètres de profondeur, pour ensuite enregistrer les données aux deux mètres, et ce jusqu'au fond du lac, ou à un maximum de 30 mètres de profondeur, longueur maximale du câble. La transparence a été effectuée à l'aide d'un disque de Secchi, tout en respectant le protocole du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP, 2009).

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur un total de 33 lacs répartis à travers les municipalités mentionnées plus bas. La mesure des paramètres physico-chimiques a été réalisée *in situ* pour chaque lac à partir de la fin du mois d'août jusqu'à la fin septembre 2010, période pendant laquelle le processus de stratification thermique est complété. Chaque lac possédait une station d'échantillonnage située au-dessus de la fosse la plus profonde, de façon à considérer la stratification thermique la plus complète. Une seule mesure des paramètres physico-chimiques a été prise pour chacun des plans d'eau.

La zone d'étude pour l'identification des lacs problématiques est distribuée à travers cinq municipalités de la Mauricie, soit Saint-Alexis-des-Monts, Saint-Paulin, Saint-Élie-de-Caxton, Saint-Mathieu-du-Parc et Saint-Boniface (annexe 3). L'ensemble de ces plans d'eau fait partie des bassins versants des rivières du Loup et Yamachiche.



1^{ER} DIAGNOSTIC DES SYMPTÔMES D'EUTROPHISATION D'UN LAC

Afin de bien comprendre les résultats des mesures réalisées dans le cadre de cette étude, des explications sont d'abord présentées sur les relations entre les profils physico-chimiques et la stratification thermique des lacs ainsi que l'effet de l'eutrophisation sur ces relations.

La stratification thermique

Tiré et adapté de Hade, 2003 et Lapalme, 2006

Pour les lacs ayant une profondeur suffisante, la stratification thermique correspond à une différence de température entre les masses d'eau en surface et au 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 continu 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.

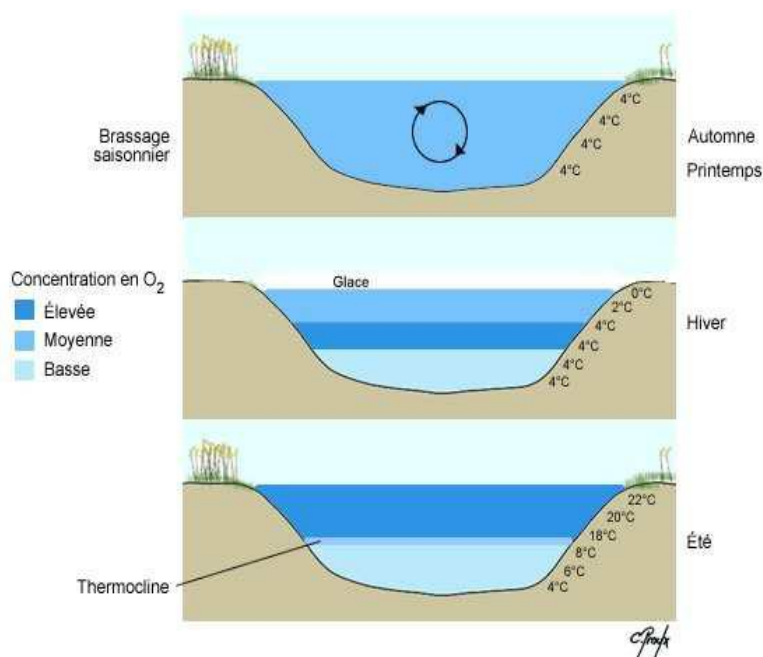


Figure 1 : Stratification thermique d'un lac dimictique[†]
Source : Proulx, 2009

[†] Lac dont les eaux de surface et de profondeur se mélangent deux fois par an.



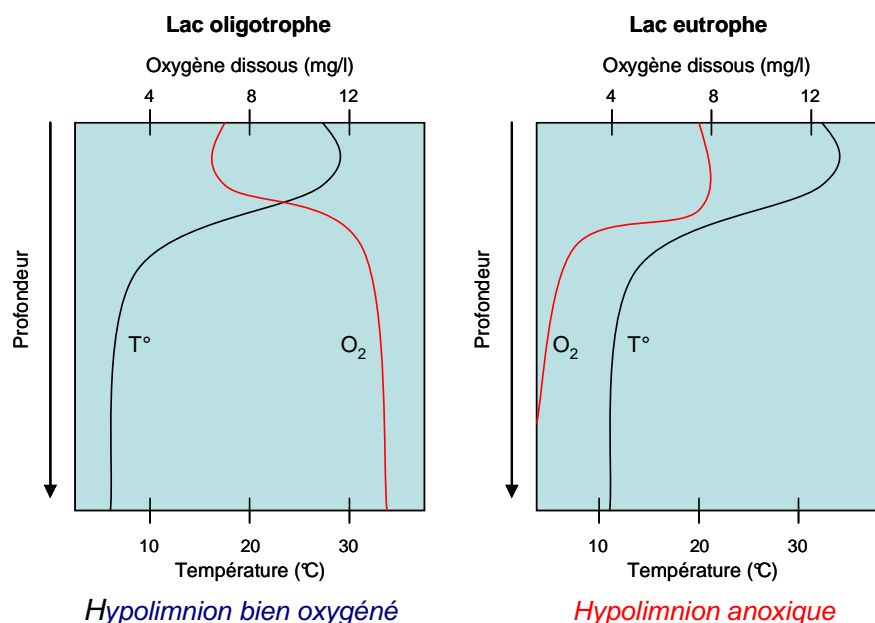
Qu'est-ce que l'eutrophisation ?

Processus naturel

L'eutrophisation est un processus de vieillissement naturel des lacs caractérisé par une augmentation de la productivité biologique 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 provenant 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.



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 baisse 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 aquatiques 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, est donc un bon indicateur du vieillissement prématuré des lacs (eutrophisation).



Description des paramètres physico-chimiques

Les mesures de **température** permettent d'identifier la profondeur des limites des deux principales masses d'eau soit l'épilimnion et l'hypolimnion.

L'**oxygène** est un élément indispensable à la vie aquatique. Sa concentration dans les eaux est déterminée par plusieurs processus physiques et biologiques très variables dans le temps. 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 (épilimnion) 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. La concentration d'oxygène dissous dans la partie profonde du lac (l'hypolimnion) est un indicateur du métabolisme du lac. Une faible concentration en oxygène dissous est souvent liée à une forte décomposition de la matière organique provenant d'une biomasse élevée d'algues et de plantes aquatiques. Les lacs eutrophes sont souvent en manque d'oxygène dans l'hypolimnion (MDDEP, 2005). Puisque la concentration en oxygène est reliée à la température, il est de coutume d'exprimer ce paramètre en fonction du taux de saturation (%).

Dans cette étude, l'hypolimnion est considéré comme hypoxique lorsque le taux de saturation en oxygène est inférieur à 50 %. Cette mesure prise à différentes profondeurs permet donc de vérifier si les eaux de l'hypolimnion présentent un déficit en oxygène (hypoxie), révélant un signe d'eutrophisation du lac.

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 de valeurs de pH se situant entre 6 et 9, et un lac affichant une valeur de pH sous 5,5 sera considéré comme acide, seuil sous lequel les organismes aquatiques seront affectés (Binesse, 1983). Comme les valeurs de pH ne renseignent pas directement sur l'eutrophisation des lacs à l'étude, nous les présentons seulement dans les fiches vulgarisées rédigées pour chaque lac (annexe 4).

La **conductivité** est un indice de l'abondance des ions dans les eaux de surface qui donne une bonne appréciation des matières en solution (sels, acides et bases) dans les eaux (Painchaud, 1997). Elle traduit donc la minéralisation de l'eau qui participe à la productivité biologique d'un plan d'eau, et par conséquent à l'eutrophisation. En général, une conductivité élevée traduit un apport important en minéraux provenant de son bassin versant. À titre informatif, les valeurs de conductivité observées dans les eaux des 33 lacs de la présente étude se situent entre 11 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 166 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La **transparence de l'eau** est mesurée à l'aide d'un disque de Secchi que l'on descend dans l'eau jusqu'à ce qu'il disparaisse de la vue. La transparence diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues et de matières en suspension 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).



Tableau 1 : Description des trois principaux niveaux trophiques des lacs à l'égard de certains paramètres physico-chimiques et biologiques, adaptée de : MDDEP, 2005

Niveau trophique	Âge	Description générale
Oligotrophe	Jeune	<p>Éléments nutritifs : faible concentration Conductivité : faible Phosphore [0 à 10 µg/l]</p> <p>Flore : biomasse réduite Chlorophylle a [0 à 3 µg/l]</p> <p>Transparence de l'eau : élevée Profondeur disque de Secchi : 5 mètres et +</p> <p>Oxygène dissous : élevée dans toute la colonne d'eau.</p>
Mésotrophe	Moyen	<p>Éléments nutritifs : concentration moyenne Conductivité : moyenne Phosphore [10 à 30 µg/l]</p> <p>Flore : biomasse moyenne Chlorophylle a [3 à 8 µg/l]</p> <p>Transparence de l'eau : moyenne Profondeur disque de Secchi : entre 2,5 et 5 mètres</p> <p>Oxygène dissous : en déficit près du fond à la fin de l'été</p>
Eutrophe	Vieux	<p>Éléments nutritifs : concentration élevée Conductivité : élevée Phosphore [> 30 µg/l]</p> <p>Flore : biomasse élevée Chlorophylle a [> 8 µg/l] Périphyton, algues microscopiques et filamenteuses abondants. Prolifération des plantes aquatiques.</p> <p>Transparence de l'eau : faible Profondeur disque de Secchi : < 2,5 mètres</p> <p>Oxygène dissous : déficits sévères dans la partie profonde du lac (hypolimnion) à la fin de l'été</p>



RÉSULTATS

Municipalité de Saint-Alexis-des-Monts - 15 lacs

Lacs Saint-Alexis, à la Perchaude, Caché et Lambert (secteur rivière aux Écorces)

La première phase consistait à caractériser les premiers symptômes d'eutrophisation des lacs à partir des profils physico-chimiques. Pour ces quatre lacs, nous avons observé des déficits en oxygène, soit des concentrations inférieures à 50 % de saturation, et ce, pour l'ensemble de l'hypolimnion (tableau 2). En effet, les graphiques sur l'oxygène dissous nous dévoilent des courbes typiques de lacs eutrophes, soit une courbe de type clinograde (voir annexe 2 et fiches associées à ces lacs, annexe 4), à l'exception des lacs Saint-Alexis et Caché, compte tenu de leur faible profondeur. De plus, la faible transparence de leurs eaux appuie ce constat. En effet, la transparence peut-être un indicateur biologique sur la productivité des plans d'eau, donc une faible transparence, comme observée pour ces quatre lacs, stipule une productivité plus élevée. Aussi, ces lacs affichent des valeurs de conductivité parmi les plus élevées dans cette étude. Notons que cette mesure est un indicateur de l'enrichissement d'un lac en minéraux. Ces plans d'eau sont donc considérés prioritaires (code rouge, tableau 2) et ils devront être suivis afin de réaliser une évaluation plus complète des symptômes d'eutrophisation (phase 2). Comme les lacs Saint-Alexis et à la Perchaude faisaient déjà l'objet d'une phase 2 en 2010[‡], nous recommandons de passer à cette deuxième phase pour les lacs Lambert et Caché. Soulignons ici que les lacs Caché et Saint-Alexis ne possèdent pas de stratification thermique durant la saison estivale. Ce facteur devrait être pris en considération afin de ne pas confondre les deux systèmes (lacs versus étangs) qui peuvent faire varier les paramètres physico-chimiques ou biologiques très différemment les uns des autres (Carignan, 2010).

Lacs Bélanger, d'en Bas et du Milieu

Annoté d'un code de priorité orange dans le tableau 2, les lacs Bélanger, d'en Bas et du Milieu affichent des déficits en oxygène pour 67 % à 83 % de leur masse d'eau comprise dans l'hypolimnion. En ce qui concerne le lac Bélanger, en observant plus précisément son profil en oxygène dissous, nous pouvons voir qu'il est de type hétérograde positif (annexe 2). Effectivement, il semble y avoir une production plus élevée d'oxygène à la profondeur correspondant au métalimnion. Ceci pourrait être occasionné par une forte biomasse algale à cette profondeur et ainsi produire de l'oxygène par la photosynthèse. Notons aussi que la transparence de l'eau coïncide pratiquement avec cette profondeur et qu'il est normal que la biomasse algale affecte cette mesure à ce niveau. En ce qui a trait aux lacs d'en Bas et du Milieu, ils ont tous deux une courbe typique des plans d'eau avec une tendance eutrophe avec un profil d'oxygène de type clinograde (voir annexe 2 et fiches associées à ces lacs, annexe 4). Par ailleurs, ces trois lacs révèlent des valeurs de

[‡] Boissonneault, Y. 2011. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac Saint-Alexis - 2010, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts*. Rapport présenté à l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) et

Boissonneault, Y. 2011. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac à la Perchaude - 2010, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts*. Rapport présenté à l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY).



conductivité relativement élevées lorsque nous les comparons aux données sur les lacs de référence (non problématiques) annotés d'un code bleu au tableau 2. Dans un deuxième temps, nous recommandons pour ceux-ci d'entreprendre une évaluation plus complète des symptômes d'eutrophisation (phase 2) afin de vérifier s'ils sont véritablement en processus de vieillissement prématuré (eutrophisation).

Lacs Carolus et des Pins rouges

Les lacs Carolus et des Pins Rouges (identifiés par un code jaune au tableau 2) devront être sous surveillance, car des signes plus avancés d'eutrophisation pourraient apparaître si les pressions humaines augmentaient dans l'ensemble de leur bassin versant. Pour l'instant, nous pouvons affirmer à partir des résultats obtenus que ces lacs présentent des conditions plutôt normales, que ce soit au point de vue des concentrations en oxygène, de la transparence ou de la conductivité. Nous pouvons donc leur attribuer le niveau trophique préliminaire : oligotrophe.

Lac de l'Aqueduc

Concernant le lac de l'Aqueduc, celui-ci montre une proportion importante de l'hypolimnion en déficit d'oxygène, soit 82 % de saturation en oxygène. Cependant, comme ce lac est non habité, la morphologie du lac et les caractéristiques de son bassin versant, telle la présence de milieux humides, pourraient expliquer ces déficits en oxygène. Les faibles valeurs de conductivité observées traduisent de faibles apports en minéraux provenant de son bassin versant. Comme il n'y a pas d'occupation sur le pourtour, ce plan d'eau n'est pas considéré comme prioritaire, mais une analyse complémentaire pourrait être envisageable afin de mieux saisir les différents processus affectant les faibles concentrations en oxygène observées.

Lacs Sacacomie, Rouge, à la Coureuse, Larose (à l'Île) et à l'Eau Claire

En dernière analyse, les lacs désignés par un code bleu représentent les conditions de référence à l'égard des concentrations en oxygène dans l'hypolimnion et des valeurs de conductivité. À partir des mesures effectuées en 2010, ces derniers n'affichent donc pas de déficit en oxygène, ni de signes d'enrichissement en nutriments. En effet, ils possèdent tous un profil en oxygène typique des lacs oligotrophes, soit orthograde ou hétérograde positif (voir annexe 2). De plus, la transparence élevée de leurs eaux appuie dans le même sens cette conclusion.



Tableau 2 : Synthèse des profils physico-chimiques réalisés en 2010 pour 15 lacs situés sur le territoire de la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts

Lac	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité (µS/cm)		Transparence * (m)	Niveau trophique préliminaire **	Code de priorités
		Moyenne	Maximum			
Sacacomie	0	13	13	12,8	oligotrophe	5
Rouge	0	16	17	8,4	oligotrophe	5
à la Coureuse	0	21	22	5,2	oligotrophe	5
Larose (à l'Île)	0	20	20	4,9	mésotrophe	5
à l'Eau Claire	0	16	16	4,1	mésotrophe	5
de l'Aqueduc	82	12	17	2,6	mésotrophe	4
des Pins Rouges	27	23	26	6,2	oligotrophe	3
Carolus	44	21	68	5,5	oligotrophe	3
Bélanger	67	24	48	5,4	oligotrophe	2
d'en Bas	71	24	55	5,2	oligotrophe	2
du Milieu	83	25	45	3,7	mésotrophe	2
Lambert	100	64	166	4,2	mésotrophe	1
Caché	100	33	90	3,5	mésotrophe	1
à la Perchaude	100	57	110	2,5	eutrophe	1
Saint-Alexis	100	43	45	2,3	eutrophe	1

* La transparence a été établie à partir d'une seule lecture du disque de Secchi.

** Notons que le niveau trophique préliminaire a été déterminé à partir de l'unique mesure de la transparence de l'eau. Afin d'établir le niveau trophique réel d'un lac, une analyse complète des symptômes d'eutrophisation du lac (phase 2) doit être réalisée.



Municipalité de Saint-Boniface – lac des îles

La phase initiale consistait à caractériser les premiers symptômes d'eutrophisation du lac des Îles à partir des profils physico-chimiques (annexe 1). Pour ce lac, nous avons observé des déficits en oxygène, soit des concentrations inférieures à 50 % de saturation, pour l'ensemble de son hypolimnion, soit pour 92 % de cette masse d'eau (tableau 3). En effet, le graphique sur l'oxygène dissous présenté dans la fiche de ce lac (annexe 4) nous dévoile une courbe typique d'un lac eutrophe, soit un profil de type clinograde (annexe 2). La donnée de transparence fournie par le disque de Secchi situe le lac des îles dans la classe mésotrophe. Ce lac affiche des valeurs de conductivité relativement faibles, supposant que les apports en nutriments venant de son bassin versant sont aussi relativement faibles. Cependant, comme des déficits en oxygène y ont été observés, ce plan d'eau est considéré comme prioritaire et devra être suivi afin de réaliser une évaluation plus complète des symptômes d'eutrophisation (phase 2).

Tableau 3 : Synthèse du profil physico-chimique réalisé en 2010 pour le lac des Îles, situé sur le territoire de la municipalité de Saint-Boniface.

Lac	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		Transparence * (m)	Niveau trophique préliminaire **	Code de priorités
		Moyenne	Maximum			
des îles	92	31	32	4,2	mésotrophe	1

* La transparence a été établie à partir d'une seule lecture du disque de Secchi.

** Notons que le niveau trophique préliminaire a été déterminé à partir de l'unique mesure de la transparence de l'eau. Afin d'établir le niveau trophique réel d'un lac, une analyse complète des symptômes d'eutrophisation du lac (phase 2) doit être réalisée.



Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton – 12 lacs

Lacs Garand et du Barrage

La première phase de l'étude consistait à caractériser les premiers symptômes d'eutrophisation des lacs à partir des profils physico-chimiques (voir annexe 1). Pour le lac Garand nous avons observé des déficits en oxygène, soit des concentrations inférieures à 50 % de saturation, et ce, pour l'ensemble de l'hypolimnion (tableau 4). En effet, le graphique sur l'oxygène dissous présenté dans la fiche associée à ce lac (annexe 4) nous démontre une courbe typique d'un lac eutrophe, soit un profil de type clinograde (voir annexe 2). De plus, la transparence appuie dans le même sens cette affirmation avec une cote trophique préliminaire situant son statut trophique dans la classe mésotrophe. En d'autres termes, il affiche des valeurs de conductivité parmi les plus élevées dans cette étude. Notons que la mesure de la conductivité est un indicateur de l'enrichissement d'un lac en nutriments. En considérant que ce lac est *naturel*, la conductivité nous indique qu'il y a bel et bien un apport en nutriments venant de son bassin versant immédiat. Le lac Garand est donc considéré prioritaire (code rouge, tableau 4) et il devra être suivi afin d'évaluer les symptômes d'eutrophisation (phase 2) avec plus de précision. Comme le lac du Barrage est peu profond et non stratifié, nous n'avons pu évaluer son niveau d'eutrophisation à partir des concentrations en oxygène. Cependant, nous pouvons présumer que le lac du Barrage affiche les mêmes conditions d'eutrophisation que le lac Garand situé immédiatement en amont, car ils sont hydrologiquement connectés. De plus, l'environnement immédiat du lac du Barrage est fortement occupé par les activités humaines de type résidentiel. Or, les lacs Garand et du Barrage devront être suivis conjointement lors de l'étude phase 2.

Lac Baribeau

Annoté d'un code de priorité orange dans le tableau 4, le lac Baribeau affiche des déficits en oxygène pour 77 % de sa masse d'eau comprise dans l'hypolimnion. En observant plus précisément son profil en oxygène dissous sur la fiche associée à ce lac (annexe 4), nous pouvons constater qu'il est de type clinograde (annexe 2). Effectivement, il semble y avoir une consommation d'oxygène plus excessive en dessous de la thermocline, ce qui est typique des lacs eutrophes. Notons aussi que la faible transparence de l'eau enregistrée appuie cette hypothèse, démontrant ainsi qu'il pourrait y avoir une grande quantité d'algues dans la colonne d'eau. Par ailleurs, ce lac révèle des valeurs de conductivité relativement faibles laissant croire que les apports en nutriments venant de son bassin versant sont moindres. Dans un deuxième temps, nous recommandons pour ce lac d'entreprendre l'évaluation complète des symptômes d'eutrophisation (phase 2) afin de vérifier sa vulnérabilité à cet égard.

Lac Paterson

Le lac Paterson présente un manque d'oxygène dans 40 % de ses eaux profondes, l'hypolimnion (tableau 4). Le profil physico-chimique du lac nous informe d'une perte graduelle en oxygène dissous tout au long de la descente en profondeur. Celui-ci est peu habité, et fait intéressant, les mesures de la conductivité augmentent de plus de quatre fois vers le fond, ce qui nous laisse croire que des apports en minéraux proviendraient de son bassin versant. Par ailleurs, la mesure de transparence nous démontre un lac de type mésotrophe appuyant les hypothèses mentionnées ci-haut. Pour l'instant, nous pouvons



affirmer en regardant les données que ce lac présente des résultats mitigés du point de vue des concentrations en oxygène, de la transparence et de la conductivité. Donc, une analyse plus exhaustive (phase 2) serait nécessaire afin d'évaluer avec plus de précision les symptômes d'eutrophisation.

Grand lac Long et Petit lac Long

En ce qui concerne le Petit lac Long et le Grand lac Long, ils affichent des déficits en oxygène pour 21 % à 70 % de l'hypolimnion. D'abord, le Petit lac Long nous dévoile une courbe en oxygène dissous de type hétérograde positive (annexe 2 et fiche associée à ce lac, annexe 4). Nous y observons une production plus élevée en oxygène à la profondeur correspondant au métalimnion. Ceci pourrait être occasionné par une forte concentration d'algues phytoplanctonique à cette profondeur, produisant de l'oxygène à partir de la photosynthèse. Notons que la transparence de l'eau coïncide avec cette profondeur et qu'il est fort probable que la biomasse algale affecte cette mesure à ce niveau. Retenons cependant que 50 % de l'hypolimnion présente des déficits en oxygène ce qui laisse présager l'amorce du processus d'eutrophisation. Les valeurs de conductivité qui sont relativement élevées (tableau 4) supposent l'apport de minéraux provenant de son bassin versant.

Concernant le Grand lac Long, trois stations ont été échantillonnées et chacune d'elle possède de légères différences. En premier lieu, la station C nous indique un profil physico-chimique à l'allure d'une courbe clinograde (annexe 2 et fiche associée à ce lac, annexe 4) typique des lacs eutrophes, à la différence de la station A qui montre un déficit en oxygène seulement près du fond. La station B nous précise un profil hétérograde positif (annexe 2), s'expliquant par la production plus intense d'oxygène à cette profondeur dû à la présence probable d'une importante biomasse d'algues. La conductivité est particulièrement élevée à la station C, avec une augmentation de près du double près des sédiments (tableau 4). Nous pouvons donc croire que ce plan d'eau n'est pas à l'abri des apports en nutriments venant de son bassin versant, signe d'un enrichissement graduel dudit lac. Fait important, nous avons observé des variations lors de la prise de données aux trois stations d'échantillonnage, alors certains secteurs du Grand lac Long pourraient être plus susceptibles d'un enrichissement que d'autres. Notons que pour le Petit lac Long et le Grand lac Long, l'évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) a aussi été réalisée en 2010 à la demande de la municipalité Saint-Élie-de-Caxton. Des résultats plus détaillés sont présentés dans le rapport de cette étude[§].

Lac à l'Eau Claire

Le lac à l'Eau Claire, désigné par un code bleu, représente les conditions de référence à l'égard des concentrations en oxygène dans l'hypolimnion et des valeurs de conductivité (tableau 4). À partir des mesures effectuées en 2010, ce dernier n'affiche donc pas de déficit en oxygène, ni de signes d'un enrichissement excessif en minéraux. En effet, il possède un profil en oxygène typique des lacs oligotrophes (orthograde). De ce fait, les valeurs en oxygène dissous augmentent dans l'hypolimnion. Les eaux fraîches et le confinement de ces eaux permettent de maintenir des concentrations élevées en oxygène dans l'hypolimnion. De plus, la valeur de la transparence appuie dans le même sens cette conclusion.

[§] Boissonneault, Y. 2011. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du Grand lac Long et du Petit lac Long - 2010, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*. Rapport présenté à l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY).



Étangs et lacs de faibles profondeurs non stratifiés

Les lacs Muise, Petit lac Rose, Ouellet, Bell et à la Perchaude devraient plutôt être considérés comme des étangs en raison de leur faible profondeur. Au besoin, ces derniers devront faire l'objet d'analyses supplémentaires, car les signes d'eutrophisation identifiés à l'aide des mesures de l'oxygène dissous sont difficiles à déceler compte tenu de leur faible profondeur. En effet, ces plans d'eau ne possèdent pas de stratification thermique en saison estivale et les échanges gazeux entre l'atmosphère et l'eau ne sont pas limités par ce processus. Dans l'ensemble, il peut y avoir des quantités d'oxygène suffisantes en tout temps et ainsi paraître en bonne santé. De plus, les mesures de transparence réalisées à l'aide du disque de Secchi n'ont pu être considérées en raison de la faible profondeur de ces lacs. Les valeurs de conductivité sont relativement élevées pour ces lacs, conditions normales pour des lacs de faibles profondeurs qui ont généralement tendance à être plus productifs (eutrophes). Retenons que ces lacs (ou étangs) sont plus vulnérables aux apports en nutriments provenant des activités qui ont lieu sur leur bassin versant. Notons que pour le lac Bell, l'évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) a aussi été réalisée en 2010 à la demande de la municipalité Saint-Élie-de-Caxton. Des résultats plus détaillés sont présentés dans le rapport de cette étude **.

Tableau 4 : Synthèse des profils physico-chimiques réalisés en 2010 pour 12 lacs situés sur le territoire de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

* La transparence a été établie à partir d'une seule lecture du disque de Secchi.

Lac	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité (µS/cm)		Transparence * (m)	Niveau trophique préliminaire **	Code de priorités
		Moyenne	Maximum			
à l'Eau Claire	0	16	16	4,1	mésotrophe	5
Long (station A)	27	48	78	6,1	oligotrophe	4
Long (station B)	21	44	50	5,7	oligotrophe	4
Long (station C)	70	56	96	5,2	oligotrophe	4
Petit lac Long	50	40	47	6,3	oligotrophe	4
Paterson	40	35	145	4,3	mésotrophe	3
Baribeau	77	17	18	3,8	mésotrophe	2
Garand	100	50	138	4,3	mésotrophe	1
du Barrage	0	32	41	5,2	oligotrophe	1
Lacs et étangs non stratifiés, car peu profond						
à la Perchaude	0	26	28	N/D	N/D	N/D
Bell	0	26	27	N/D	N/D	N/D
Ouellet	0	60	60	N/D	N/D	N/D
Petit lac Rose	0	32	32	N/D	N/D	N/D
Muise	0	30	31	N/D	N/D	N/D

** Notons que le niveau trophique préliminaire a été déterminé à partir de l'unique mesure de la transparence de l'eau. Afin d'établir le niveau trophique réel d'un lac, une analyse complète des symptômes d'eutrophisation du lac (phase 2) doit être réalisée.

** Boissonneault, Y. 2011. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac Bell - 2010, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*. Rapport présenté à l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY).



Municipalité de Saint-Mathieu-du-Parc – 4 lacs

Lac à la Pêche et Petit lac Gareau

Pour le lac à la Pêche et le Petit lac Gareau, nous avons observé des déficits en oxygène dans l'ensemble de la masse d'eau de l'hypolimnion, soit des concentrations inférieures à 50 % de saturation (tableau 5). En effet, les graphiques sur l'oxygène dissous nous dévoilent des profils typiques de lacs eutrophes, soit des courbes de type clinograde (voir annexe 2). Il est à noter que ces faibles concentrations en oxygène sont probablement dues à la consommation de l'oxygène par les bactéries lors de la décomposition aérobie de la matière organique. De plus, les données de transparence appuient dans le même sens cette affirmation pour le lac à la Pêche, pour lequel on attribue le niveau trophique préliminaire : mésotrophe. Notons que le Petit lac Gareau affiche des valeurs de conductivité parmi les plus élevées de cette étude. La mesure de la conductivité est un indicateur de l'enrichissement d'un lac en nutriments. Pour le lac à la Pêche, les valeurs de conductivité sont plus faibles. Nous observons une augmentation de la conductivité vers le fond pour ces deux lacs. À la lumière de ces résultats, ces plans d'eau sont donc considérés prioritaires (code rouge) et ils devront être suivis afin d'en évaluer les symptômes d'eutrophisation (phase 2) avec plus de précision.

Lac Gareau

Annoté d'un code de priorité orange dans le tableau 5, le lac Gareau affiche des déficits en oxygène pour 55 % de sa masse d'eau comprise dans l'hypolimnion. En observant la courbe du profil en oxygène dissous (voir fiche associée à ce lac, annexe 4), nous observons un profil de type hétérograde positif (annexe 2). Effectivement, il y a une augmentation des concentrations en oxygène dans la masse d'eau correspondant au métalimnion. Ceci pourrait être dû par une plus grande biomasse d'algue, libérant ainsi plus d'oxygène issu de la photosynthèse. La mesure de la transparence de l'eau coïncide avec cette profondeur, la biomasse algale affectait probablement cette mesure à cette profondeur. D'autre part, les valeurs de conductivité qui sont élevées augmentent vers le fond, dictant ainsi un enrichissement en minéraux. Malgré que le lac Gareau soit en meilleure santé que les deux lacs présentés précédemment, la phase 2 devrait être réalisée dans un deuxième temps afin de compléter l'évaluation des symptômes d'eutrophisation.

Lac Blanc

Le lac Blanc possède les caractéristiques d'un étang en raison de sa faible profondeur. Au besoin, ce dernier devra faire l'objet d'analyses supplémentaires, car les signes d'eutrophisation identifiés à l'aide des mesures de l'oxygène dissous sont difficiles à déceler compte tenu de sa faible profondeur. En effet, ce plan d'eau ne possède pas de stratification thermique en saison estivale et les échanges gazeux entre l'atmosphère et l'eau ne sont pas limités par ce processus. Dans l'ensemble, il peut y avoir des quantités d'oxygène suffisantes en tout temps et ainsi paraître en bonne santé. Par contre, la faible transparence observée en raison de la couleur brunâtre de l'eau et les observations visuelles nous confirment que ce lac est en processus avancé d'eutrophisation. Retenons que ce lac (ou étang) est plus vulnérable aux apports en nutriments provenant des activités qui ont lieu sur son bassin versant.



Tableau 5 : Synthèse des profils physico-chimiques réalisés en 2010 pour 4 lacs situés sur le territoire de la municipalité de Saint-Mathieu-du-Parc

Lac	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		Transparence * (m)	Niveau trophique préliminaire **	Code de priorités
		Moyenne	Maximum			
Gareau	55	46	70	5,3	oligotrophe	2
Petit lac Gareau	100	76	122	4,6	mésotrophe	1
à la Pêche	100	29	46	2,9	mésotrophe	1
Blanc	0	34	34	1,8	eutrophe	N/D

* La transparence a été établie à partir d'une seule lecture du disque de Secchi.

** Notons que le niveau trophique préliminaire a été déterminé à partir de l'unique mesure de la transparence de l'eau. Afin d'établir le niveau trophique réel d'un lac, une analyse complète des symptômes d'eutrophisation du lac (phase 2) doit être réalisée.



Municipalité de Saint-Paulin – 2 lacs

Lac Castor

Pour le lac Castor, nous avons observé un déficit en oxygène dans l'ensemble de l'hypolimnion, soit une concentration inférieure à 50 % de saturation (tableau 6). En effet, le graphique sur l'oxygène dissous nous dévoile une courbe typique d'un lac productif (eutrophe), soit un profil de type clinograde (voir annexe 2). Il est à noter que ces concentrations sont probablement dues à la consommation de l'oxygène par les bactéries lors de la décomposition aérobique de la matière organique. De plus, la valeur de transparence appuie dans le même sens cette affirmation, supposant un lac mésotrophe. D'autres parts, les valeurs de conductivité qui sont élevées augmentent de près du double vers le fond, dictant ainsi un apport potentiel en minéraux venant de son bassin versant. Ce plan d'eau est donc considéré prioritaire (code rouge) et il devra être suivi afin de compléter l'évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2).

Petit lac des Pins Rouges

Le Petit lac des Pins Rouges possède les caractéristiques d'un étang en raison de sa faible profondeur. Au besoin, ce dernier devra faire l'objet d'analyses supplémentaires, car les signes d'eutrophisation identifiés à l'aide des mesures de l'oxygène dissous sont difficiles à déceler compte tenu de sa faible profondeur. En effet, ce plan d'eau ne possède pas de stratification thermique en saison estivale et les échanges gazeux entre l'atmosphère et l'eau ne sont pas limités par ce processus. Dans l'ensemble, il peut y avoir des quantités d'oxygène suffisantes en tout temps et ainsi paraître en bonne santé. Pour l'instant, nous pouvons affirmer en regardant les données que ce lac présente des résultats plutôt normaux, que ce soit au point de vue des concentrations en oxygène, de la transparence et de la conductivité. Par contre, la faible transparence des eaux de ce lac le qualifie de mésotrophe. Retenons qu'en raison de sa faible profondeur ce lac est plus vulnérable aux apports en nutriments provenant des activités qui ont lieu sur son bassin versant.

Tableau 6 : Synthèse des profils physico-chimiques réalisés en 2010 pour 2 lacs situés sur le territoire de la municipalité de Saint-Paulin

Lac	Hypolimnion hypoxique (%)	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		Transparence * (m)	Niveau trophique préliminaire **	Code de priorités
		Moyenne	Maximum			
Castor	100	35	73	4,0	mésotrophe	1
Petit lac des Pins Rouges	0	18	18	2,6	mésotrophe	N/D

* La transparence a été établie à partir d'une seule lecture du disque de Secchi.

** Notons que le niveau trophique préliminaire a été déterminé à partir de l'unique mesure de la transparence de l'eau. Afin d'établir le niveau trophique réel d'un lac, une analyse complète des symptômes d'eutrophisation du lac (phase 2) doit être réalisée.



CONCLUSION

Ce rapport a pour but d'informer la population ainsi que les instances des régions concernées par la gestion des lacs. Il permet l'identification des lacs problématiques afin que les priorités d'intervention soient ciblées. La cote de priorité est attribuée aux lacs ayant des signes de vieillissement prématuré les plus élevés. Globalement, les résultats démontrent que les plans d'eau sont différents au point de vue de leurs conditions physico-chimiques. Pour l'instant, nous pouvons seulement confirmer que certains lacs présentant des signes d'eutrophisation devront être priorisés en ce qui a trait à la poursuite de l'évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2). Rappelons qu'à moyen ou long terme, tous les lacs devraient passer à la phase 2 afin de déterminer avec plus de certitudes leur vulnérabilité aux pressions humaines. Il est important de souligner que les mesures effectuées dans cette étude qui ont permis d'observer des signes d'eutrophisation pour certains lacs ne permettent pas d'identifier les sources de perturbations, qu'elles soient d'origine naturelle ou humaine. C'est seulement lors de la détermination des causes des perturbations – phase 3 (voir annexe 1), pour les lacs qui en auront besoin, qu'il sera possible de déterminer la nature des perturbations.

L'eutrophisation des plans d'eau est un processus qui n'est pas facilement réversible. Pour les plans d'eau présentant un stade avancé de vieillissement, une meilleure gestion des eaux de l'ensemble de leur bassin versant doit être amorcée afin de diminuer les apports en nutriments et par conséquent de préserver leur intégrité écologique. Soulignons que la santé de nos lacs commence par la santé de nos petits cours d'eau qui s'écoule sur leur bassin versant. Somme toute, la sensibilisation demeure un outil de premier plan; alors en transmettant les connaissances acquises lors de ces études aux gens du milieu, il sera possible de sensibiliser les usagers à la protection de ces joyaux que sont nos lacs.



RECOMMANDATIONS

Comme cette première phase vise l'identification des lacs problématiques, la principale recommandation que nous pouvons émettre à cette étape est le démarrage de l'évaluation plus complète des symptômes d'eutrophisation - phase 2 (voir annexe 1) pour les lacs prioritaires présentés ici-bas :

- Saint-Alexis-des-Monts * : **lac Caché et lac Lambert**
- Saint-Boniface : **lac des Îles**
- Saint-Élie-de-Caxton ** : **lac Garand et lac du Barrage**
- Saint-Mathieu-du-Parc : **Petit lac Gareau et lac à la Pêche**
- Saint-Paulin : **lac Castor**

* À la demande de la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts, les lacs Saint-Alexis et à la Perchaude identifiés comme prioritaires dans cette étude ont fait l'objet d'une phase 2 (évaluation des symptômes d'eutrophisation) en 2010.

** À la demande de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, les lacs Bell, Grand lac Long et Petit lac Long présentés dans cette étude ont fait l'objet d'une phase 2 (évaluation des symptômes d'eutrophisation) en 2010.



RÉFÉRENCES

- BINESSE, M., 1983. *Protection et amélioration des cours d'eau : objectif faune aquatique*. MLCP. Dir. Gén. de la faune, 153 p.
- CARIGNAN, R. et GRIL, 2010. *L'importance de la zone littorale comme indicateur de suivi de l'état de santé des lacs*, Station de biologie des Laurentides, Université de Montréal. Présentation lors du forum régional sur les lacs des Laurentides en juin 2010.
- HADE, A., 2003. *Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger*. Réimprimé au Canada en avril 2007. Les éditions Fides. 359 pages.
- LAPALME, R., 2006. *Protéger et restaurer les lacs*. Bertrand Dumont éditeur inc. 192 pages.
- 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 et CRE Laurentides, 2009. *Protocole de mesure de la transparence de l'eau*, 2^e édition mai 2009, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, et Conseil régional de l'environnement des Laurentides, ISBN 978-2-550-5573-9 (version imprimée), 8 pages.
- MRC des Laurentides, 2009. *Diagnose écologique sommaire du lac à l'île*, 29 pages.
- 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.
- PROULX, C., 2009. *Le portail des ressources virtuelles du collège Bois-de-Boulogne*,
http://www.colvir.net/prof/chantal.proulx/701/Chap6_contenu.htm



ANNEXE 1 : PHASES DANS LA CARACTÉRISATION D'UN PLAN D'EAU

OBVRLY – novembre 2010

Par Yann Boissonneault avec la collaboration de Pierre Deshaies

Rappelons que les municipalités et les organismes de bassin versant (OBV) ont le mandat de procéder au suivi de l'eau et des écosystèmes aquatiques et de produire un plan directeur de leurs plans d'eau. Pour en savoir plus sur ce sujet :

- *Prendre son lac en main, Guide d'élaboration d'un plan directeur de bassin versant de lac et adoption de bonnes pratiques*, MDDEP, 2007
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf
- *Guide synthèse: élaboration d'un plan directeur de bassin de lac et adoption de bonnes pratiques*, MDDEP, 2007
http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/guide_synthese.pdf

La caractérisation des lacs s'effectue en trois phases : 1) l'identification des lacs problématiques, 2) l'évaluation des symptômes des lacs identifiés et 3) la détermination des causes des perturbations. Cette façon de faire évite la réalisation d'études trop poussées pour des lacs qui n'en auraient pas besoin.

PHASE 1 : IDENTIFICATION DE LACS PROBLÉMATIQUES (1^{ÈRE} ANNÉE)

La première phase consiste à caractériser les premiers symptômes d'eutrophisation des lacs à partir des mesures suivantes :

a) **Profils physico-chimiques** de l'eau du lac. Mesure de la concentration en oxygène, de la température, du pH et de la conductivité des lacs :

- Ces mesures sont prises au-dessus de la fosse du lac à tous les mètres jusqu'au fond ;
- Ces mesures sont prises à l'automne, moment où la stratification thermique est maximale ;
- Une concentration en oxygène inférieure à 50 % dans l'hypolimnion^{††} représente un signe d'eutrophisation (vieillesse prématuré du lac). De plus, en dessous de ces concentrations en oxygène, la majorité des espèces de poissons ne peuvent survivre.

b) La **transparence de l'eau** mesurée à l'aide d'un disque de Secchi :

- Cette mesure est prise à l'automne, moment où la productivité biologique est maximale ;
- La transparence diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues phytoplanctoniques dans le lac ;
- Cette mesure permet donc d'évaluer les premiers signes de l'eutrophisation d'un lac. Les lacs eutrophes sont caractérisés par une faible transparence de leur eau.

Ainsi, il est possible de constater les signes de vieillissement prématuré (eutrophisation) des lacs et de déterminer ceux pour lesquels la phase 2 est requise. Notons qu'il n'est pas possible à cette étape de déterminer si l'eutrophisation est d'origine naturelle ou anthropique.

^{††} Un lac nordique comprend 3 strates de masses d'eau distinctes : l'épilimnion (la partie à la surface du lac), le métalimnion (la couche médiane / thermocline) et l'hypolimnion (la partie profonde du lac). Ce concept réfère à la stratification thermique d'un lac dimictique (dont les eaux de surface et de profondeur se mélangent deux fois par an, soit le printemps et l'automne).



PHASE 2 : ÉVALUATION DES SYMPTÔMES D'EUTROPHISATION DES LACS IDENTIFIÉS (2^E ANNÉE)

Pour les lacs identifiés comme étant potentiellement problématiques.

a) Analyse des résultats des lacs inscrits^{‡‡} au Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL^{§§}) à partir des paramètres suivants :

- Le **phosphore total**, un élément nutritif dont la teneur limite ou favorise habituellement la croissance des algues et des plantes aquatiques ;
- La **chlorophylle a**, un indicateur de la biomasse (quantité) d'algues microscopiques présentes dans le lac ;
- Le **carbone organique dissous** a une incidence sur la couleur de l'eau et permet de nuancer les résultats de la transparence ;
- 5 mesures de **transparence** ;
- Ces prélèvements sont réalisés par des riverains bénévoles sous supervision scientifique selon les protocoles du RSVL ;
- Ces analyses permettent d'estimer le niveau trophique, c'est-à-dire le degré d'eutrophisation du lac.

b) Caractérisation du littoral des lacs par l'analyse des plantes aquatiques, la sédimentation et l'abondance du périphyton^{***} :

- Caractérisation réalisée dans la zone littorale du lac, soit dans la zone peu profonde du pourtour du lac ;
- Les mesures de la sédimentation permettent de cibler les secteurs de la zone littorale du lac soumis aux accumulations sédimentaires et par conséquent aux apports en nutriments ;
- L'abondance des plantes aquatiques et du périphyton permet d'évaluer l'historique des apports sédimentaires et en nutriments dans un secteur donné du lac ;
- De plus, la forte abondance des plantes aquatiques et du périphyton constitue une conséquence de l'eutrophisation et par conséquent un signe supplémentaire du vieillissement prématuré du lac.

c) Caractérisation des rives à partir de l'Indice de qualité des bandes riveraines (IQBR) :

- Développé par le MDDEP, l'IQBR permet une évaluation de la condition écologique de l'habitat riverain et de son impact sur l'intégrité du lac^{†††} ;
- 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 ;
- Il est ainsi possible de cibler les secteurs du lac nécessitant des améliorations à cet égard.

Suite aux résultats obtenus, il est possible de mesurer avec plus de précision les différents symptômes d'eutrophisation des lacs et, pour un lac, de cibler les secteurs contribuant le plus au vieillissement prématuré de ce dernier. À partir de ces résultats, il est ensuite possible d'évaluer la pertinence d'entreprendre la troisième phase de l'étude qui consiste à identifier les causes spécifiques et explicatives des perturbations que les lacs peuvent subir.

^{‡‡} Généralement l'inscription au programme RSVL du MDDEP (coût de 500 \$) est aux frais des associations de lacs. Elle permet aux riverains de contribuer à l'étude et de s'impliquer. Pour les lacs qui ne possèdent pas d'associations de lac, les frais peuvent être ajoutés aux coûts de réalisation de cette 2^e phase.

^{§§} <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsv-lacs/index.asp>

^{***} Algues microscopiques de couleur brunâtre fixées à un substrat solide (roches, embarcations...).

^{†††} http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/index.htm



PHASE 3 : DÉTERMINATION DES CAUSES DE PERTURBATION (3^E ANNÉE)

Pour les lacs identifiés comme étant véritablement problématiques.

a) **Analyse** du territoire naturel et occupé **du bassin versant** du lac :

- Analyse réalisée à l'aide de la géomatique : quantification des territoires occupés par les milieux urbains, la villégiature, les infrastructures (chemins), les milieux humides, les forêts, etc. ;
- L'analyse du territoire du bassin versant permet d'estimer la contribution des territoires naturels et occupés à l'aide de modèles basés sur les coefficients d'exportation en phosphore ;

b) Mesure de la **qualité de l'eau des tributaires**⁺⁺⁺ du lac :

- Mesure des concentrations en phosphore, en carbone organique dissous (COD) et en matières en suspension ;
- Permet d'évaluer la contribution des cours d'eau en sédiments et en éléments nutritifs, éléments contribuant à l'eutrophisation des lacs.

c) **Identification des causes des perturbations** que les lacs subissent sur le terrain et par secteur du bassin versant :

- Localisation des foyers d'érosion sur le terrain ;
- Identification de sources ponctuelles et diffuses d'activités susceptibles de contribuer aux causes des perturbations ;

Cette dernière phase de l'étude intègre à la fois l'analyse du bassin versant du lac et de ses tributaires. Elle porte un diagnostic global (systémique) sur l'état de santé du lac. À l'aide des résultats des deux phases précédentes, elle émet des recommandations globales pour maintenir ou améliorer l'état de santé du lac.

« En résumé, cette approche de caractérisation des lacs en trois phases permet aux instances régionales (municipalités, OBV, etc.) d'identifier les lacs prioritaires à l'égard des perturbations qu'ils peuvent subir (phase 1), de mesurer les perturbations qu'ils subissent (phase 2) et d'identifier les causes de ces perturbations (phase 3). Cette approche est nécessaire à l'élaboration de plans de restauration ou de conservation de lacs; de plus, basée sur le principe de parcimonie, elle permet d'éviter d'investir des efforts importants pour des lacs qui n'en auraient pas besoin. »

⁺⁺⁺ Tributaires : cours d'eau qui se jettent dans le lac et qui drainent le bassin versant de celui-ci.



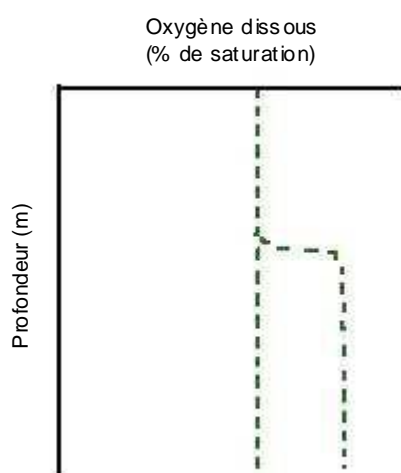
ANNEXE 2 : LES FACTEURS EXPLIQUANT LA DISTRIBUTION DE L'OXYGÈNE

Texte et figures adaptés de : Wetzel, G., R. 2001. *Limnology : Lake and river ecosystems, 3e edition*. Academic press. ISBN 0-12-744760-1. 1006 p.

Les différents patrons d'oxygène dissous

Le patron vertical de la concentration en oxygène dissous dépend de l'équilibre entre la production et la consommation en oxygène. Les courbes les plus souvent observées dans les lacs dimictiques^{§§§} que l'on retrouve sous nos latitudes sont les suivantes :

a. Courbe d'oxygène de type orthograde

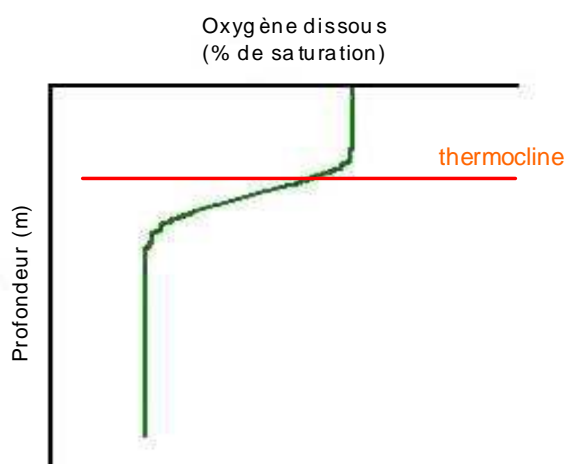


Dans un lac peu productif (**oligotrophe**), le patron orthograde est représenté par une oxygénation des eaux, de la surface jusqu'au fond. La courbe rectiligne présente des concentrations en oxygène distribuées à l'ensemble de la colonne d'eau suite au brassage printanier de l'eau (ligne pointillée rectiligne).

La courbe incurvée caractérisée par de plus fortes concentrations dans l'hypolimnion est le résultat d'une meilleure solubilité de l'oxygène à de plus faibles températures. Dans un lac oligotrophe, ce processus est souvent observé après la stratification thermique, soit lorsque l'eau de l'hypolimnion est bien confinée (ligne pointillée courbée vers la droite).

b. Courbe d'oxygène de type clinograde

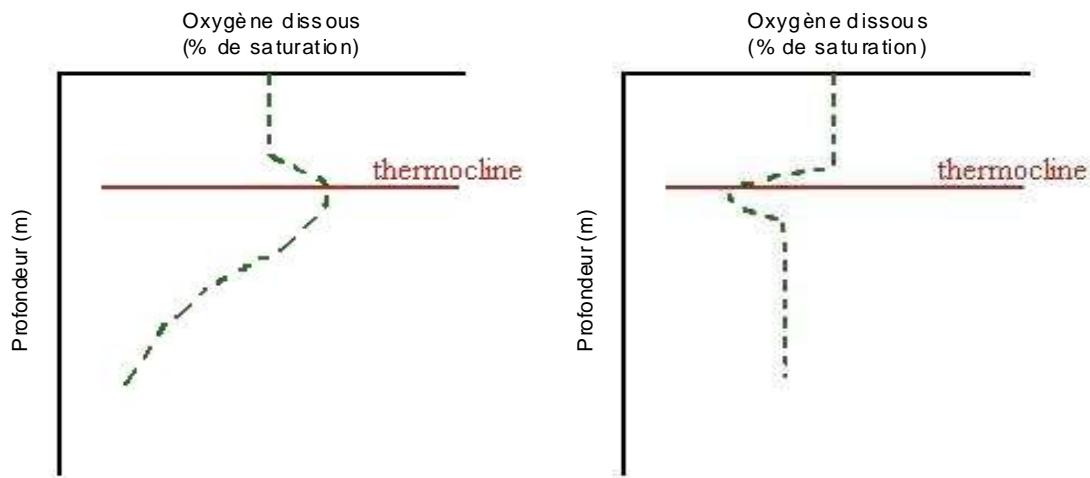
Dans un lac productif (**eutrophe**), le patron de type clinograde est le résultat d'une consommation excessive de l'oxygène dans les eaux profondes du lac. Comme l'eau de l'épilimnion est continuellement en contact avec l'atmosphère, la concentration en oxygène y est équivalente avec l'air ambiant. Au contraire, l'hypolimnion qui n'est pas en contact avec l'atmosphère lorsque le lac est stratifié perd graduellement de son oxygène. Cette diminution des concentrations en oxygène résulte de la dégradation de la matière organique provenant des végétaux morts qui sédimente vers le fond. Plus un lac reçoit d'apports nutritifs, plus les végétaux vont proliférer et ultimement sédimenter vers le fond, et plus forte sera la consommation en oxygène dans les eaux confinées de l'hypolimnion.



^{§§§} Lac dont les eaux de surface et de profondeur se mélangent deux fois par an.



c. Courbes d'oxygène de type hétérograde (positive ou négative)



Le dernier type de patron est hétérograde. Pour la courbe hétérograde positive (figure de gauche), nous observons des concentrations élevées en oxygène dans la couche d'eau correspondant au métalimnion. Cette couche d'eau transitoire à l'égard de la température comprend la thermocline. Ce phénomène est possible lorsque l'eau est suffisamment transparente pour permettre la photosynthèse produite par le phytoplancton à cette profondeur. L'oxygène s'y accumule en raison du confinement des eaux comprises dans la couche du métalimnion. Soulignons que des masses d'eau de températures différentes auront des densités différentes, par conséquent ces masses d'eau différentes ne peuvent se mélanger.

Pour la courbe hétérograde négative (figure de droite), nous observons une diminution des concentrations en oxygène dans la couche d'eau correspondant au métalimnion. Ce phénomène s'explique par la consommation de l'oxygène à cette profondeur qui résulte de la décomposition de la matière organique par les bactéries aérobiques ou par la respiration d'une forte biomasse zooplanctonique. Les faibles concentrations en oxygène persistent en raison du confinement des eaux comprises dans la couche du métalimnion. La morphométrie d'un lac est une caractéristique qui peut favoriser ce phénomène. Par exemple, pour un lac dont la pente est douce, du littoral vers le fond, une superficie importante des sédiments de fond sera en contact avec les eaux du métalimnion. Par conséquent, les apports sédimentaires riches en éléments nutritifs et en matière organique vers cette couche d'eau favoriseront une forte productivité biologique à l'intérieur de cette masse d'eau, conduisant alors à des déficits en oxygène.



ANNEXE 3 : CARTES DE LOCALISATION DES LACS À L'ÉTUDE



ANNEXE 4 : FICHES DESCRIPTIVES DES LACS À L'ÉTUDE

