



ÉVALUATION DES SYMPTÔMES D'EUTROPHISATION DU LAC SAINT-ALEXIS - 2010 (PHASE 2)

Municipalité de Saint-Alexis-des-Monts

Juillet 2011



Photos page couverture :

Lac Saint-Alexis, photos prises en septembre 2010 © OBVRLY

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination et rédaction

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

Cartographie

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

Équipe terrain

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

Alexandre Gamelin, assistant terrain¹

Jean-Pierre Frappier, riverain³

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)

³ Prise de données dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEP

CETTE ÉTUDE A ÉTÉ RÉALISÉE POUR L'ORGANISME DE BASSINS VERSANTS DES RIVIÈRES DU LOUP ET DES YAMACHICHE (OBVRLY) ET LA MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXIS-DES-MONTS



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., 2011. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac Saint-Alexis - 2010, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 48 pages et 2 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 œuvrent 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.

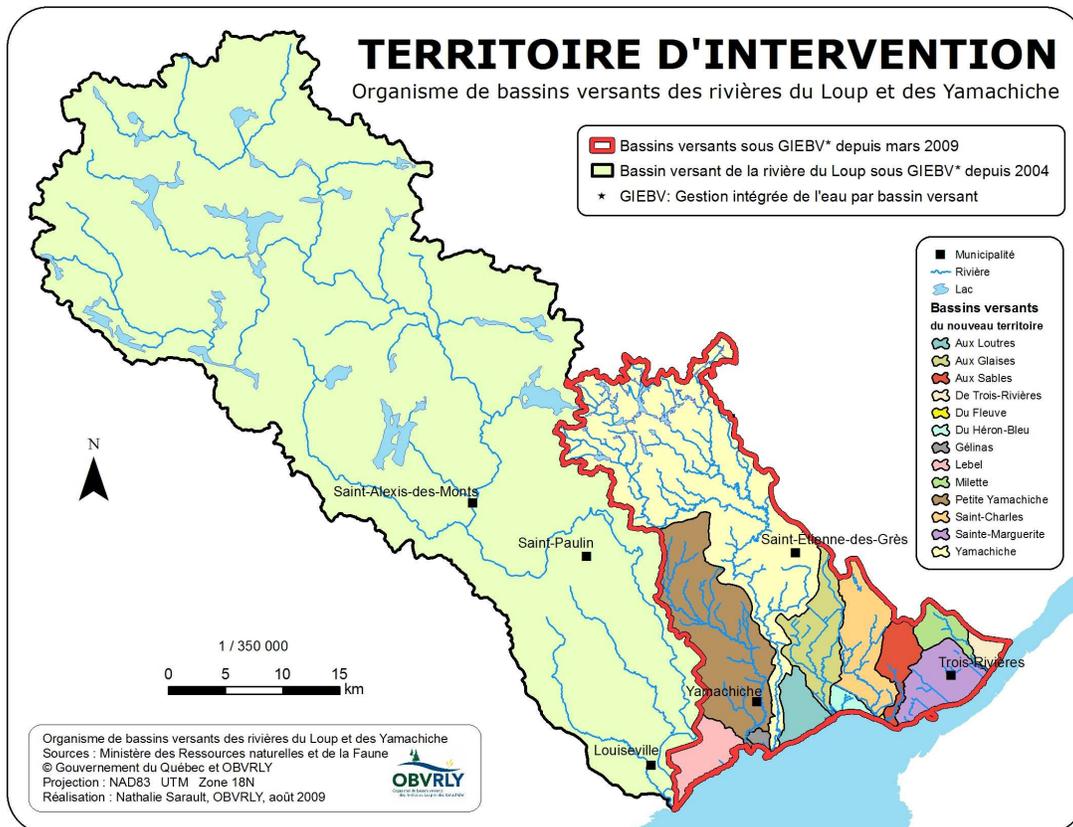


TABLE DES MATIÈRES

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
Bassin versant du lac Saint-Alexis	11
Indice de qualité de la bande riveraine (IQBR)	13
Résultats - IQBR.....	14
Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)	19
Résultats - RSVL	22
Profils physico-chimiques	25
Profils physico-chimiques et stratification thermique	25
Qu'est-ce que l'eutrophisation?.....	26
Résultats des profils physico-chimiques	28
Études antérieures	31
Évolution de l'état de santé du lac Saint-Alexis entre 1997 et 2010	31
Conclusion	33
Recommandations	35
Liste des cartes	43
Liste des figures	44
Liste des tableaux	45
Références	47
Annexe 1 : Données brutes des prélèvements physico-chimiques	49
Annexe 2 : Phases dans la caractérisation d'un plan d'eau	51



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) il y a quelques années au Québec, la population riveraine s'inquiète des répercussions de la dégradation de l'état de santé de leur lac. Situé au cœur de la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts, le lac Saint-Alexis a donc été sélectionné afin d'effectuer le suivi de son état de santé. Soulignons que cette étude coordonnée par l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) a été rendue possible par l'implication de riverains bénévoles du lac Saint-Alexis et la participation de la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts.

Rappelons que les municipalités et les organismes de bassin versant (OBV) ont le mandat de procéder au suivi de la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques et de produire un plan directeur de leurs plans d'eau. Pour réaliser ces tâches, il faut du temps et une expertise qui dépassent ce que peuvent fournir les membres bénévoles des associations et le personnel non spécialisé des municipalités. Afin d'éviter la réalisation d'études trop poussées pour des lacs qui n'en auraient pas besoin, l'OBVRLY propose une caractérisation des lacs qui s'effectue en trois phases :

1) l'identification des lacs problématiques consiste à caractériser les premiers symptômes d'eutrophisation* des lacs à partir des mesures physico-chimiques telles la concentration en oxygène et la conductivité, et à partir de la transparence.

2) l'évaluation des symptômes des lacs identifiés comme étant potentiellement problématiques à la phase 1. Elle consiste à mesurer les concentrations en nutriments (azote, phosphore, etc.), à caractériser le littoral des lacs par l'analyse des plantes aquatiques, la sédimentation et l'abondance du périphyton† et à caractériser les rives à partir de l'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR).

3) la détermination des causes de perturbations pour les lacs identifiés comme étant véritablement problématiques. Elle consiste à analyser le territoire naturel et occupé du bassin versant du lac, à mesurer la qualité de l'eau des ruisseaux se jetant dans le lac et à identifier les causes de perturbations que les lacs subissent sur le terrain et par secteur du bassin versant.

Comme le lac Saint-Alexis représente un centre d'intérêt pour la population et le tourisme, en 2010, nous y avons effectué simultanément les deux premières phases de caractérisation. Nous présentons donc dans ce rapport les résultats de ces deux phases d'étude et les recommandations qui en découlent.

* 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).

† Algues microscopiques de couleur brunâtre fixées à un substrat solide, telles les roches.



BASSIN VERSANT DU LAC SAINT-ALEXIS

Le lac Saint-Alexis est alimenté par un bassin hydrographique d'une superficie particulièrement élevée, soit de 79 km² (tableau 1). Sa principale source d'alimentation est le lac Sacacomie. D'ailleurs, le bassin versant du lac Saint-Alexis se nomme bassin versant Sacacomie en raison de la prédominance de ce dernier qui est d'une superficie de 9,5 km², ce qui en fait l'un des plus grands lacs de la région. D'une superficie de 0,25 km² et situé à l'exutoire de son bassin versant (carte 1), le lac Saint-Alexis occupe seulement 0,3 % de son bassin versant. Ainsi, son ratio de drainage (aire du bassin versant/aire du lac) est de 314, c'est-à-dire que le bassin versant a une superficie trois cents fois supérieure à la superficie du lac. En guise de comparaison, le ratio moyen de drainage d'un lac se situe entre 10 et 15. En général, les lacs ayant un ratio de drainage élevé auront tendance à être beaucoup plus productifs en raison des charges sédimentaires élevées provenant du bassin versant. Ainsi, l'eau acheminée vers le lac Saint-Alexis provient essentiellement de la rivière Sacacomie qui peut atteindre des débits très importants lors de crues.

Nous n'avons pas quantifié l'utilisation du territoire du bassin versant à cette étape, nous pouvons cependant mentionner que le bassin versant est majoritairement forestier (carte 1). Au nord-ouest, des activités de villégiature ont lieu essentiellement dans le secteur du lac Sacacomie et au sud-est du bassin versant, le secteur du lac Saint-Alexis est majoritairement urbain, car il est situé au cœur du village de Saint-Alexis-des-Monts.

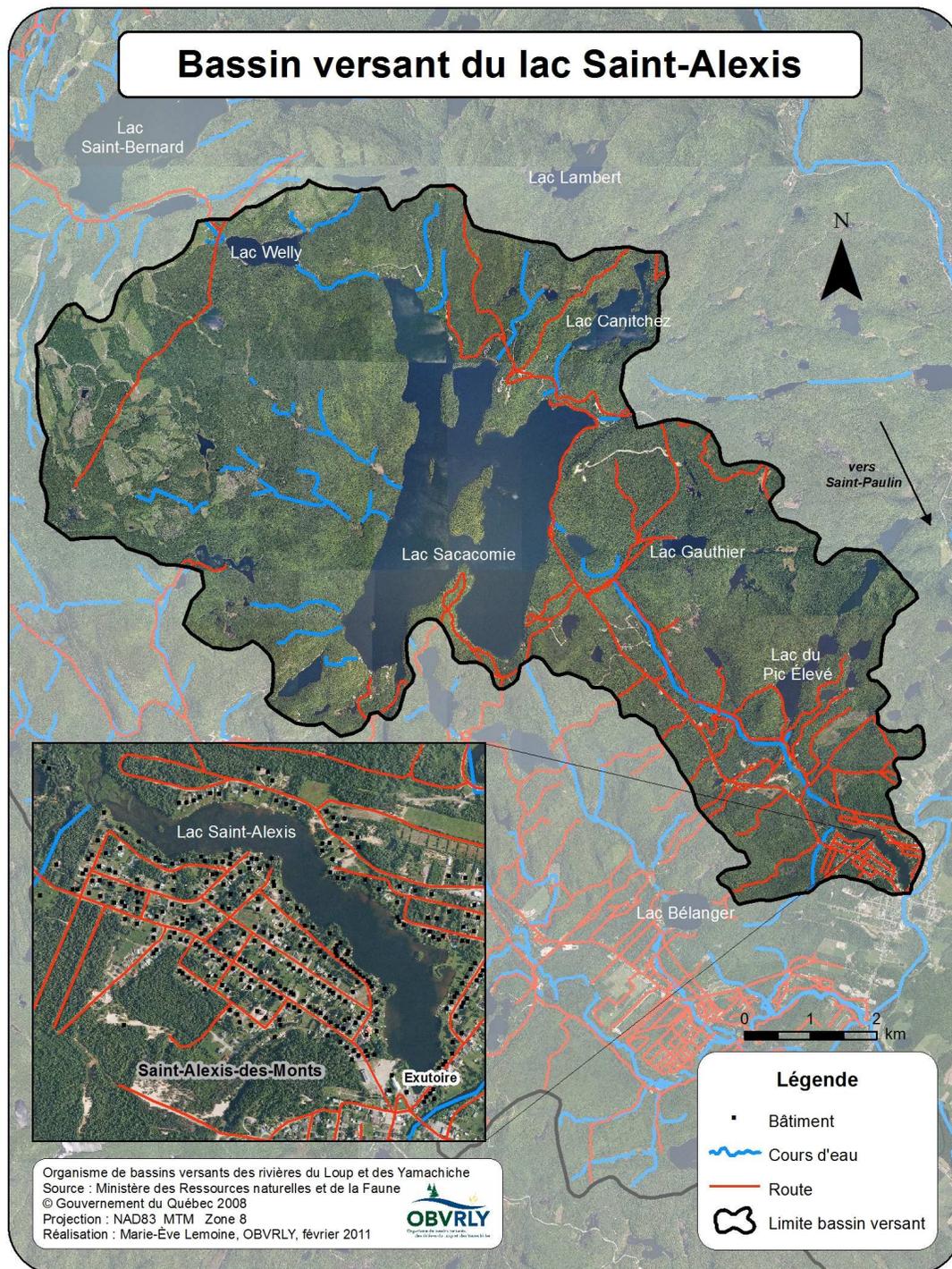
Le lac Saint-Alexis est un lac artificiel qui a été créé à partir de la rivière Sacacomie par l'érection d'un barrage tout près de son exutoire, près de la rivière du Loup dans laquelle il se jette (carte 1). C'est ce qui explique sa faible profondeur (profondeur maximale de 3,5 mètres). Il en résulte que ce lac possède une zone littorale[‡] qui s'étend sur toute sa superficie, alors qu'en général la superficie du littoral dépasse rarement 15 % de la superficie totale d'un lac.

Tableau 1 : Paramètres géographiques du bassin versant du lac Saint-Alexis et ratio de drainage

Paramètres	Valeur
a. Périmètre du lac	4.7 km
b. Superficie du lac	0.25 km ²
c. Périmètre du bassin versant	52 km
d. Superficie du bassin versant	79 km ²
e. Ratio de drainage (e = d / b)	314

[‡] La zone littorale correspond à la zone en bordure du lac et peu profonde exposée à une lumière suffisante pour que la photosynthèse soit produite (syn. zone photique).





Carte 1 : Bassin versant du lac Sacacomie et du lac Saint-Alexis, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts



INDICE DE QUALITÉ DE LA BANDE RIVERAINE (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, 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) 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. Voici la liste des paramètres mesurés sur 15 mètres de profondeur de la berge à partir d'un lac :

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

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 rives pour un plan d'eau donné. 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, par exemple la classe « A » (excellente qualité de la bande riveraine) et classe « E » (très faible qualité de la bande riveraine).

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



Résultats - IQBR

Au lac Saint-Alexis, le plus fort du développement résidentiel a eu lieu dans les années 1970. 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 à son vieillissement prématuré (eutrophisation). Comme le lac Saint-Alexis est situé au cœur du village de Saint-Alexis-des-Monts, les terrains résidentiels et urbains occupent la majorité des rives. Nous présentons donc les détails de la caractérisation des bandes riveraines effectuée au lac Saint-Alexis en 2010.

L'IQBR a été calculé à partir d'une caractérisation effectuée visuellement sur le terrain pour des tronçons homogènes, sur une profondeur de 15 mètres, et ce, pour tout le périmètre du lac. La qualité des rives du lac Saint-Alexis se situe à l'intérieur des classes C (qualité moyenne) à E (qualité très faible) pour la majorité d'entre elles (carte 2). Seulement quelques secteurs dont le secteur situé le plus au nord du lac appartiennent à la classe B de l'IQBR (bonne qualité), alors qu'aucune rive n'appartient à la classe A de l'IQBR (excellente qualité).

La rive typique (ou moyenne) d'une propriété privée du lac Saint-Alexis respecte les bonnes pratiques pour seulement la moitié de sa superficie, soit présence d'arbres, d'arbustes et d'herbacées naturelles. L'autre moitié de cette superficie est généralement occupée par des éléments susceptibles d'altérer le milieu aquatique, tels les pelouses, les sols nus et les infrastructures (figure 1).

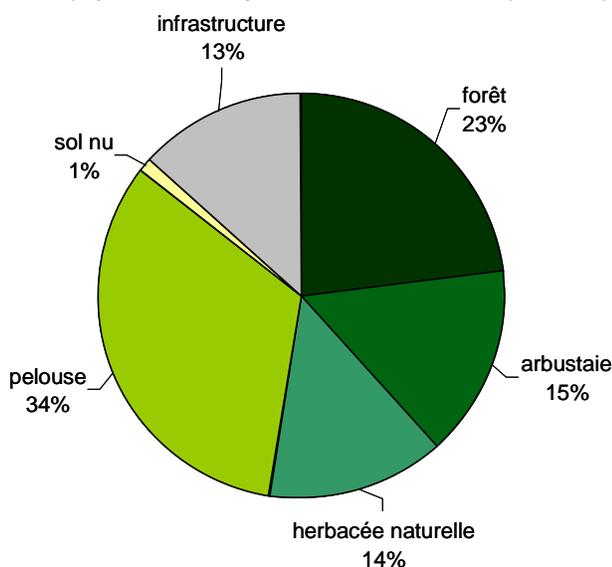
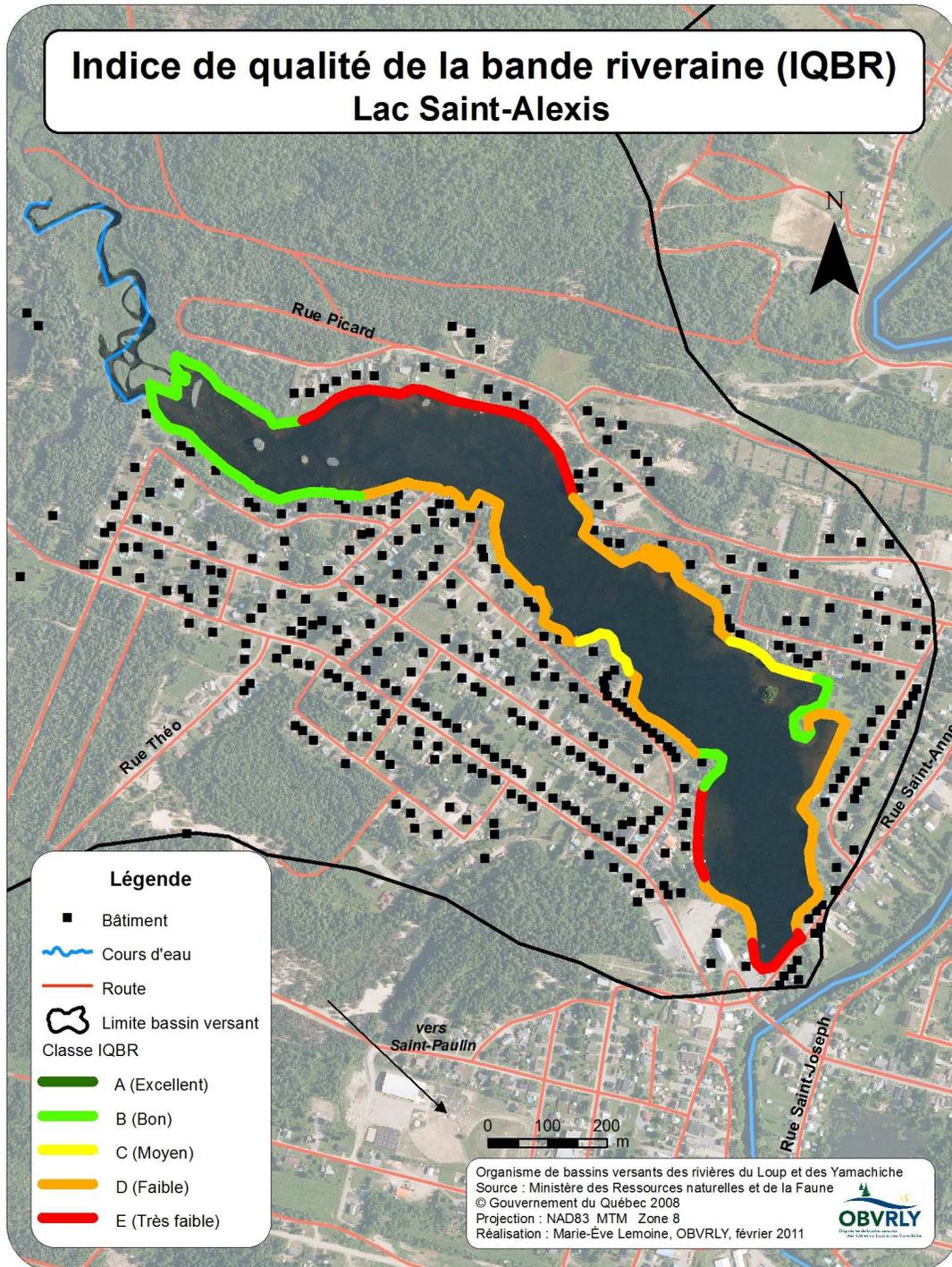


Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac Saint-Alexis en 2010

Tableau 2 : Proportion des classes de l'IQBR des rives du lac Saint-Alexis

Classe A (excellente qualité)	0 %
Classe B (bonne qualité)	29 %
Classe C (qualité moyenne)	7 %
Classe D (faible qualité)	43 %
Classe E (très faible qualité)	22 %





Carte 2 : Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR), lac Saint-Alexis, 2010



Lorsque nous analysons la composition des rives du lac Saint-Alexis, nous observons qu'aucune rive n'appartient à la classe A de l'IQBR. Généralement, les rives appartenant à la classe A de cet indice correspondent aux rives naturelles caractérisées par l'absence de composantes d'origine humaine. Comme le lac Saint-Alexis est situé en milieu urbain, il est normal qu'aucune de ses rives ne soit totalement naturelle.

Nous pouvons voir à la carte 2 que les rives du secteur nord du lac affichent une bonne qualité (IQBR, classe B). Notons que ce secteur est le moins développé, probablement en raison de la présence de milieux humides correspondant au delta de la rivière Sacacomie. D'autres secteurs habités du lac affichent aussi une bonne qualité des rives, ce qui pourrait confirmer que ces propriétés riveraines respectaient les bonnes pratiques en milieu riverain (carte 2). La composition moyenne des rives appartenant à la classe B de l'IQBR comporte seulement 8 % de sa superficie occupée par des éléments susceptibles d'altérer le milieu aquatique, telles les pelouses et les infrastructures (figure 2). Près de 30 % des rives du lac Saint-Alexis appartiennent à la classe B (tableau 2).

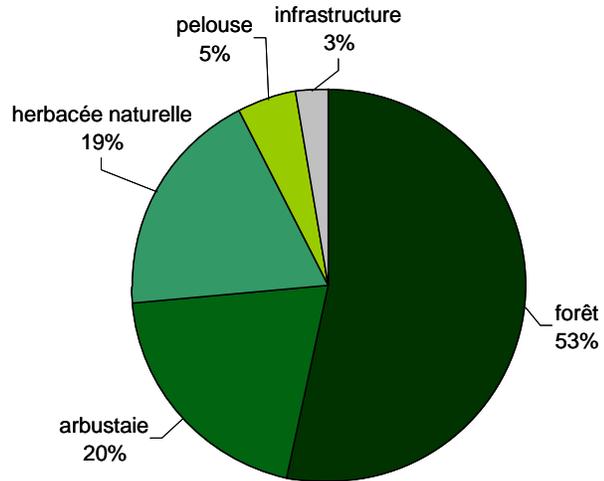


Figure 2 : Composition moyenne d'une rive du lac Saint-Alexis en 2010, IQBR classe B

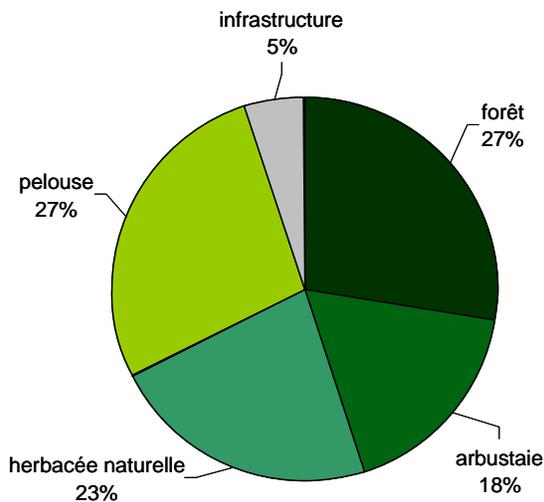


Figure 3 : Composition moyenne d'une rive du lac Saint-Alexis en 2010, IQBR classe C

Les rives du lac Saint-Alexis appartenant à la classe C de l'IQBR, de qualité moyenne, comprennent des composantes d'origine humaine telles les pelouses et les infrastructures qui représentent plus de 30 % des rives de cette classe (figure 3). Pour celles-ci nous remarquons une diminution de la présence d'arbres (forêt) de près de la moitié comparativement aux rives appartenant à la classe B de l'IQBR (figures 2 et 3). Cette catégorie de rives occupe moins de 10 % du pourtour du lac Saint-Alexis (tableau 2 et carte 2).



Après analyse de la composition moyenne d'une rive appartenant à la classe D de l'IQBR (rives de faible qualité), nous constatons une diminution importante de la présence de forêts, d'arbustes et d'herbacées naturelles. À l'inverse, nous observons une augmentation des superficies en pelouse et des superficies occupées par les infrastructures comparativement aux rives appartenant à la classe C de l'IQBR (figures 3 et 4).

Les rives appartenant à cette classe représentent près de 50 % du tour du lac (carte 2). 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 Saint-Alexis.

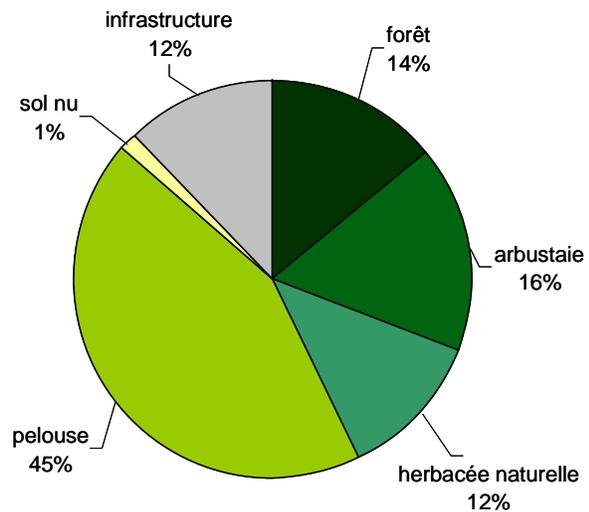
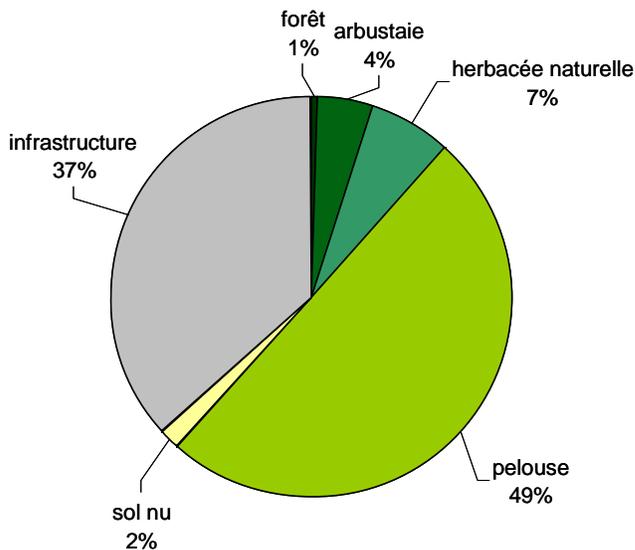


Figure 4 : Composition moyenne d'une rive du lac Saint-Alexis en 2010, IQBR classe D

Les rives appartenant à la classe E de l'IQBR, de très faible qualité, sont résolument artificialisées. En moyenne, les composantes humaines représentent près de 90 % de la composition des rives appartenant à cette classe. Les pelouses et les infrastructures, essentiellement des murets, sont les principales composantes de ces rives, alors que les composantes naturelles représentent seulement 12 %. Une attention particulière devra être portée à la revégétalisation de ces rives afin de préserver l'intégrité écologique du lac Saint-Alexis.



On retrouve ces rives fortement artificialisées, qui représentent plus de 20 % du pourtour du lac, dans le secteur sud et nord du lac Saint-Alexis (tableau 2 et carte 2).

Figure 5 : Composition moyenne d'une rive du lac Saint-Alexis en 2010, IQBR classe E



Nous pouvons remarquer que les pelouses et les infrastructures augmentent constamment entre les rives appartenant à la classe B et à la classe E de l'IQBR (figures 2 à 5). Afin de préserver l'intégrité écologique du lac Saint-Alexis, toutes les rives de celui-ci devront atteindre la classe A ou minimalement la classe B de l'IQBR. Or, on devra apporter une attention particulière à la revégétalisation de l'ensemble des rives du lac Saint-Alexis. Bien que l'état des rives de la classe B ne soit pas dramatique en termes 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 de cette nature peut contribuer à l'altération du milieu aquatique. D'ailleurs, toutes les rives des propriétés riveraines du lac Saint-Alexis devraient être minimalement revégétalisées sur 10 à 15 mètres de largeur, selon la pente, conformément à la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* adoptée par le MDDEP.

Rappelons que les mesures de revégétalisation des rives ne peuvent à elles seules corriger les problèmes d'eutrophisation que le lac Saint-Alexis peut subir. 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 donc être mises en place pour les bandes riveraines et, parallèlement à celles-ci, une meilleure gestion des eaux de l'ensemble du bassin versant devra être adoptée.

À retenir

Les rives du lac Saint-Alexis sont en mauvais état pour la majorité. Combiné à d'autres problématiques, cet état du milieu riverain peut contribuer au vieillissement prématuré du lac. Par conséquent, des efforts devront être déployés afin de revégétaliser l'ensemble des rives du lac Saint-Alexis.

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

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

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



RÉSEAU DE SURVEILLANCE VOLONTAIRE DES LACS (RSVL)

Afin d'évaluer différents symptômes d'eutrophisation et de dégradation du lac Saint-Alexis, un suivi a été effectué en 2009 par des riverains bénévoles dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*. Le RSVL est un programme offert par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) qui 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 MDDEP, les associations de propriétaires riverains et les organisations participant à la protection et la gestion des plans d'eau, tels les organismes de bassins versants et les municipalités. Au Québec, le réseau a été développé sur une base expérimentale en 2002 et 2003 et est accessible au public depuis 2004 (MDDEP, 2005).

En collaboration avec les partenaires, le RSVL poursuit quatre objectifs :

1. Acquérir des données afin d'établir le niveau trophique d'un grand nombre de lacs et suivre leur évolution dans le temps
2. Dépister les lacs montrant des signes d'eutrophisation et de dégradation
3. Éduquer, sensibiliser, soutenir et informer les associations de riverains et les autres participants
4. Dresser un tableau général de la situation des lacs de villégiature au Québec

Différentes activités de suivi sont effectuées, à savoir :

- L'échantillonnage de l'eau de surface du lac 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 de celui-ci. Le RSVL permet donc aux riverains et aux partenaires de mieux connaître et de mieux comprendre leur lac pour participer activement à sa protection.

Sous supervision scientifique de l'OBVRLY et à partir du protocole du RSVL, les riverains du lac Saint-Alexis ont réalisé cinq campagnes d'échantillonnage en 2009. Nous présentons donc dans ce chapitre les résultats issus de ce suivi ainsi que leur interprétation.



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 au-dessus de la fosse du lac. Voici les principaux paramètres :

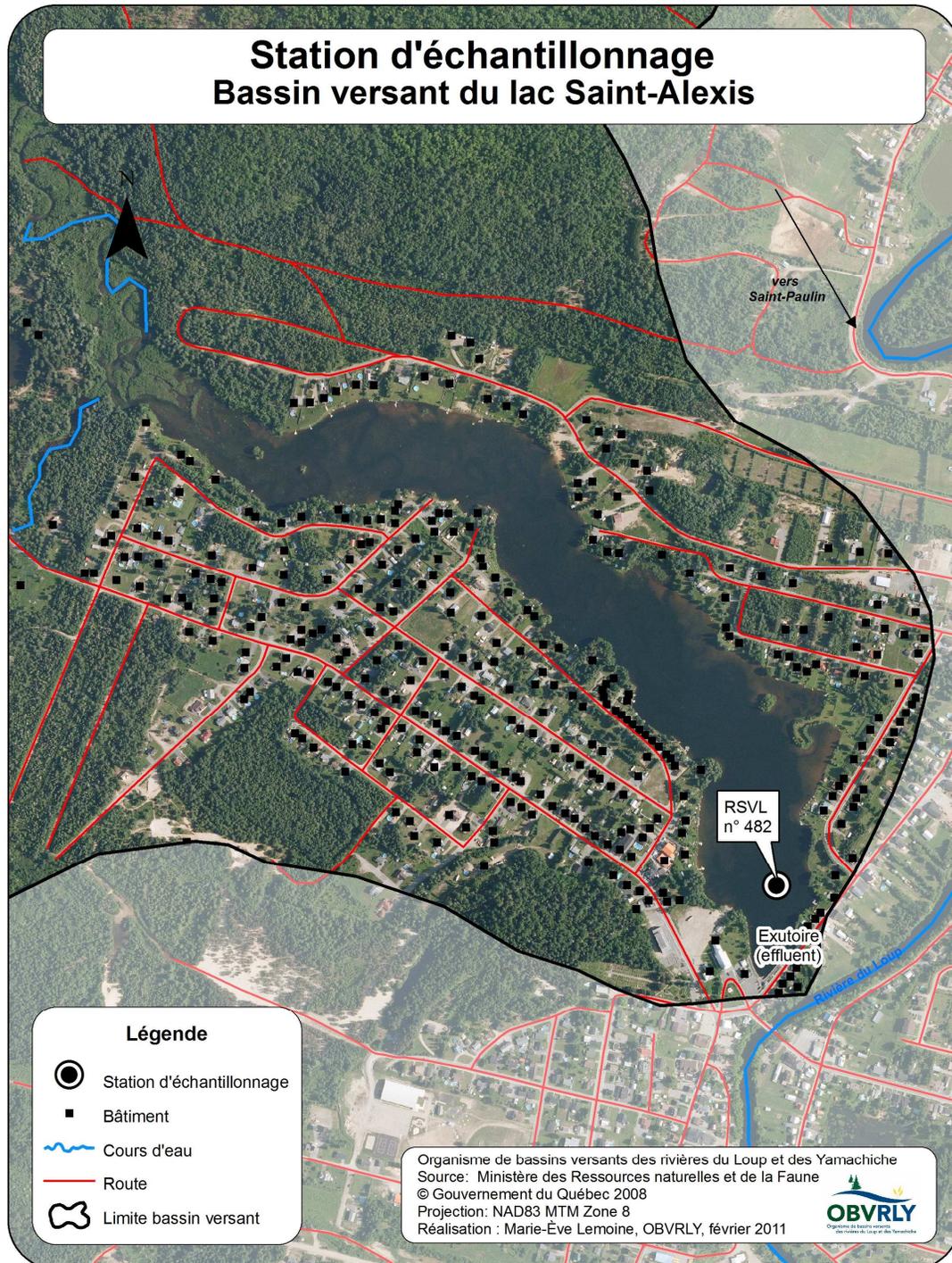
Le **phosphore total** est l'élément nutritif, dont la teneur limite ou favorise habituellement la croissance des algues et des plantes aquatiques. Il y a un lien entre la concentration de phosphore, la productivité du lac et son niveau trophique. Les lacs eutrophes ont une forte concentration de phosphore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

Le **carbone organique dissous** est également mesuré afin de tenir compte de l'effet de la coloration de l'eau sur les mesures 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).





Carte 3 : Station d'échantillonnage des mesures effectuées dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) et des mesures du profil physico-chimique, lac Saint-Alexis



Résultats - RSVL

C'est à partir de prélèvements d'eau effectués par les riverains du lac Saint-Alexis que les résultats présentés dans cette section ont été obtenus. Les échantillons d'eau pour l'analyse physico-chimique ont été prélevés à cinq reprises en 2009 conformément au protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEP. Ces échantillons ont été prélevés dans les eaux de surface au-dessus de la fosse dans le secteur sud du lac (carte 3).

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 présentons donc les résultats de ces mesures et leur interprétation.

La concentration moyenne de phosphore trace (3,8 µg/l) indique que les eaux du lac Saint-Alexis étaient très peu enrichies par cet élément nutritif (tableau 3). Ce lac était situé en 2009 dans la classe du niveau trophique ultra-oligotrophe (figure 6), ne révélant aucun problème à l'égard de cet élément nutritif. La concentration moyenne en chlorophylle « a » de 1,6 µg/l situait le lac dans la classe oligotrophe (figure 6). Cette concentration révélait une biomasse d'algues microscopiques en suspension qui était faible. Le niveau trophique obtenu à partir des valeurs de transparence mesurées en 2009 situait plutôt le lac Saint-Alexis dans la classe méso-eutrophe (figure 6), les eaux y sont donc relativement troubles (profondeur moyenne du disque de Secchi = 2,3 m). La concentration moyenne en carbone organique dissous (COD) de 3,3 mg/l (tableau 3) obtenue en 2009 indique que l'eau était légèrement colorée. La couleur a donc probablement une faible incidence sur la transparence de l'eau, confirmant la validité des mesures de la transparence.

Tableau 3 : Données physico-chimiques du lac Saint-Alexis – saison 2009

Date de prélèvement	Phosphore total (µg/l)	Chlorophylle « a » (µg/l)	Carbone Organique Dissous (mg/l)
24 mai 2009	5,5	1,3	2,2
13 juin 2009	4,2	2,2	2,7
19 juillet 2009	2,7	1,9	6,8
23 août 2009	2,9	1,2	2,7
20 septembre 2009	3,6	1,4	2,3
Moyenne 2009	3,8	1,6	3,3

Source : *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL), MDDEP



Classement du niveau trophique - Été 2009

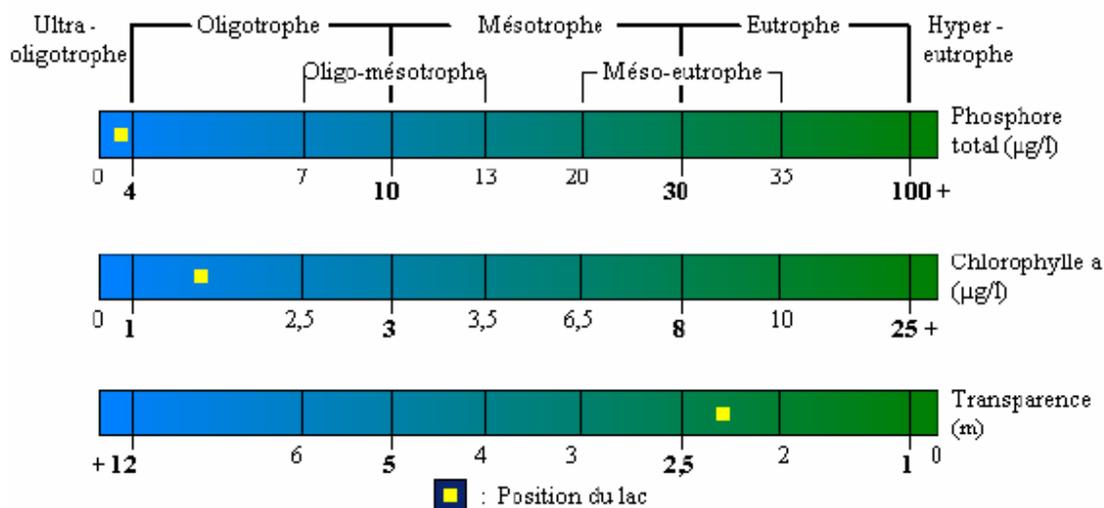


Figure 6 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Saint-Alexis obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2009 (tableau 3). Source : Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), MDDEP

Retenons que le lac Saint-Alexis se situait dans la classe oligotrophe en 2009 en regard du phosphore et de la chlorophylle « a ». Cependant, les mesures de transparence situaient plutôt le lac dans la classe eutrophe. Comme les concentrations en chlorophylle « a » et en COD étaient plutôt faibles, nous pouvons vraisemblablement attribuer la faible transparence de l'eau du lac Saint-Alexis à la présence de matières en suspension. Rappelons que ce lac a une faible profondeur, ce qui peut avoir comme effet la remise en suspension des sédiments par l'action des vagues.

Jusqu'ici, il est difficile d'établir le niveau de vieillissement prématuré (eutrophisation) du lac Saint-Alexis compte tenu des résultats contradictoires des mesures effectuées dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs. Rappelons que ces mesures permettent d'évaluer partiellement le niveau d'eutrophisation des lacs. C'est pourquoi d'autres mesures présentées au prochain chapitre ont été effectuées afin de considérer d'autres signes d'eutrophisation qui permettent d'évaluer avec plus de robustesse les symptômes d'eutrophisation du lac Saint-Alexis.

À retenir

Les résultats obtenus à partir des mesures effectuées dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs en 2009 situent le lac Saint-Alexis dans la classe oligotrophe d'une part et eutrophe d'autre part. À partir de ces mesures, nous ne pouvons donc pas établir que le processus d'eutrophisation est bien amorcé pour ce lac. Des mesures supplémentaires tels, le profil physico-chimique et l'analyse de la zone littorale (plantes aquatiques, périphyton et sédimentation) permettront une évaluation complète de l'état trophique du lac Saint-Alexis.



PROFILS PHYSICO-CHIMIQUES

Pour compléter l'information obtenue à partir du RSVL, nous avons réalisé des mesures supplémentaires. Ces mesures prises à différentes profondeurs du lac permettent d'observer entre autres le profil d'oxygène qui renseigne sur l'anoxie du lac (déficit en oxygène). Ces mesures ont été réalisées au même site d'échantillonnage que les mesures effectuées dans le cadre du RSVL, soit au-dessus de la fosse dans le secteur sud du lac (carte 3). C'est à l'aide d'un appareil multisonde que 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. Afin de bien comprendre les résultats de ces mesures, des explications sont d'abord présentées sur les relations entre le profil physico-chimique et la stratification thermique des lacs ainsi que l'effet de l'eutrophisation sur ces dernières.

Profil physico-chimique et 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 de fond du lac. En été, la couche d'eau supérieure appelée **épilimnion** présente une température plus élevée, car elle est 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.

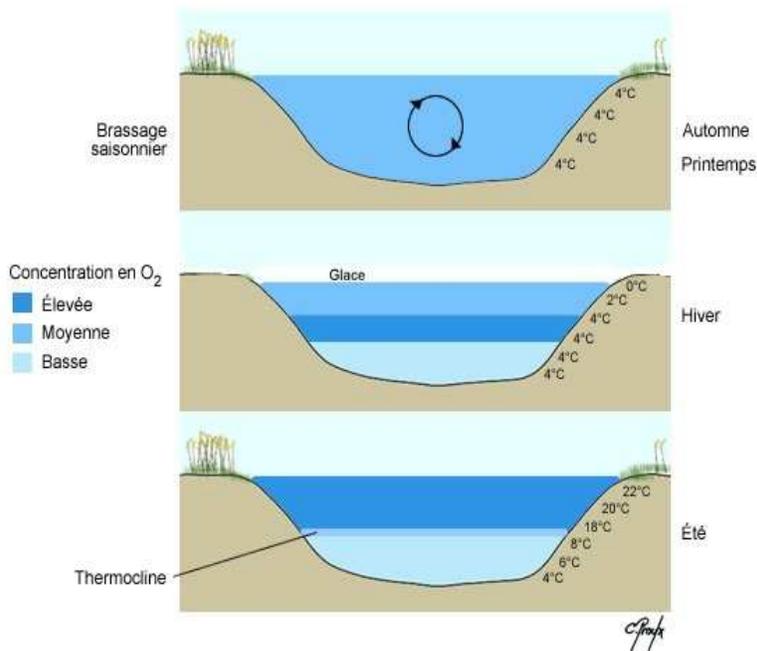


Figure 7 : Stratification thermique d'un lac dimictique[§]
Source : Proulx, 2009

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



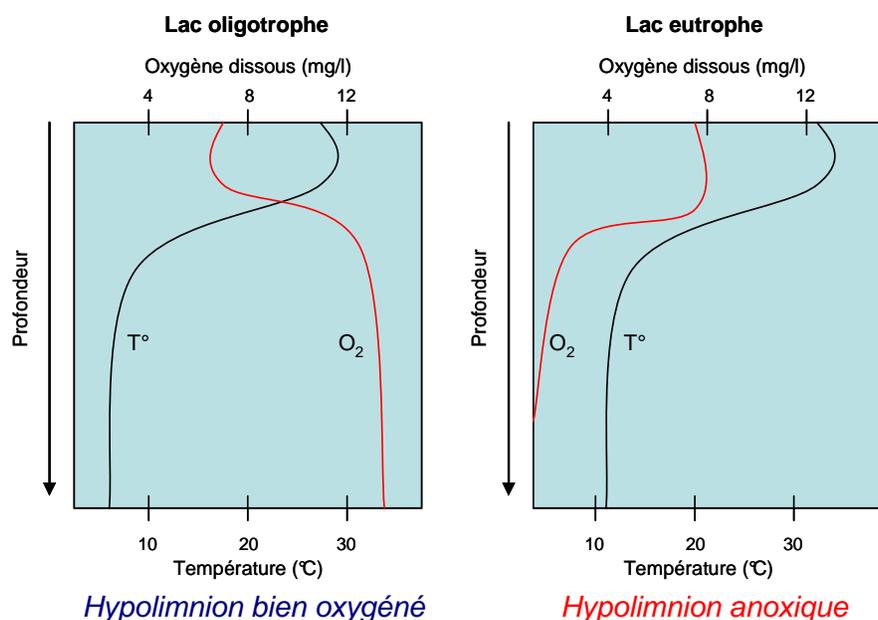
Qu'est-ce que l'eutrophisation?

Processus naturel :

L'eutrophisation est un processus de vieillissement naturel des lacs caractérisé par une augmentation de la productivité 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 végétaux, telles les algues et les plantes aquatiques. 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 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.

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 des profils physico-chimiques

Le profil de **température** réalisé au lac Saint-Alexis au mois de septembre 2010 illustre bien l'absence de stratification thermique pour les lacs peu profonds. Nous observons une diminution de la température de 3°C entre la surface et le fond du lac (figure 8). Cependant, la température des eaux profondes devrait atteindre 4°C pour que l'on puisse établir qu'il y ait véritablement stratification thermique dans ce lac. Conséquemment, nous pouvons établir que l'ensemble de la colonne d'eau du lac Saint-Alexis est représenté par l'épilimnion. Normalement cette couche d'eau devrait être bien oxygénée, car elle est soumise aux apports en oxygène provenant des échanges avec l'atmosphère.

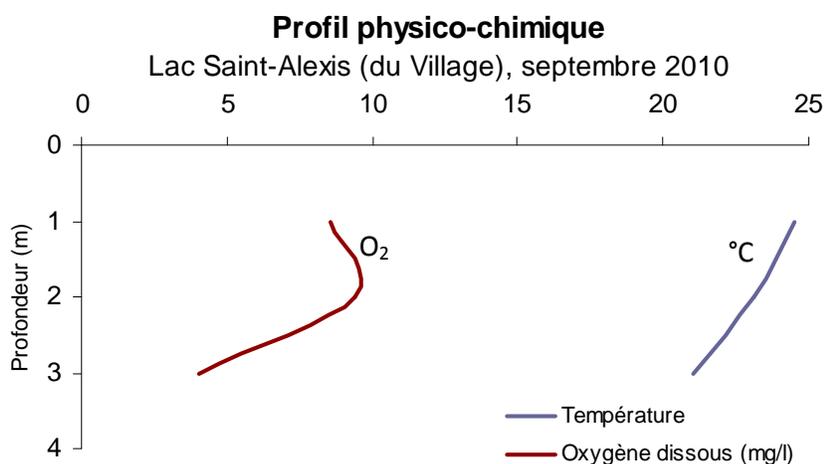


Figure 8 : Profil physico-chimique du lac Saint-Alexis, septembre 2010

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 (épilimnion) soumises au brassage. En contrepartie, les organismes biologiques, tels les poissons et les micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique consomment l'oxygène. Puisque la concentration en oxygène est liée à la température, il est de coutume d'exprimer ce paramètre en fonction du taux de saturation (%). Les critères de saturation en oxygène pour la préservation de la vie aquatique sont présentés au tableau 4.



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

Biotes (poissons) : → Température (°C)	D'eau froide	D'eau chaude
	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

Source : Painchaud, 1997. *Qualité de l'eau des rivières du Québec : état et tendance*. MENV.

Il est important de rappeler que ce lac ne présente pas de stratification thermique due à sa faible profondeur. La majorité des eaux de ce lac sont au-dessus du seuil de l'hypoxie, soit une valeur supérieure à 50 % de saturation. En effet, les eaux de surface se révèlent toutes en haut de 102 % de saturation (voir annexe 1). Par contre, près du fond du lac, il y a eu une concentration en oxygène de 45 %. Cette valeur sous le seuil de 50 % représente un signe de vieillissement prématuré du lac (eutrophisation). De plus, en dessous de ces concentrations, la majorité des espèces de poissons ne peuvent survivent.

En effet, les concentrations minimales en oxygène dissous nécessaires pour assurer le maintien des populations de salmonidés (truites) se situent entre 7 mg/l et 11 mg/l d'O₂ dissous en fonction du stade de développement des poissons (Binesse, 1983). Concernant l'oxygénation des eaux de surface (épilimnion) du lac Saint-Alexis en période estivale, nous observons des concentrations supérieures à 7 mg/l en oxygène dissous pour les deux premiers mètres (annexe 1). Ces concentrations en oxygène dissous correspondent à des taux de saturation en oxygène se situant entre 102 % et 110 %, ce qui représente des conditions optimales pour des espèces de poissons sensibles aux déficits en oxygène telle la truite. Toutefois, les concentrations en oxygène observées près du fond (à 3 mètres) diminuent rapidement pour atteindre 4,3 mg/l soit une saturation en oxygène de 45 %. L'espace vital pour les salmonidés (truites) diminue donc en s'approchant du fond du lac.

La **conductivité** traduit la minéralisation de l'eau qui participe à la productivité biologique d'un plan d'eau. La mesure moyenne de la conductivité du lac Saint-Alexis est de 43 µS/cm, dictant un apport en minéraux relativement élevé provenant de son bassin versant. Soulignons que les valeurs moyennes de conductivité obtenues pour 16 lacs à l'étude en 2010 dans la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts se situaient entre 12 µS/cm et 64 µS/cm (Boissonneault, 2011).

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 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). Le lac Saint-Alexis est définitivement neutre avec une eau dont le pH moyen est de 7,6. Cette valeur est située entre 6,5 et 9,0 représentant les limites selon les critères de la protection de la vie aquatique. Ce lac n'est donc pas considéré comme étant acide.

À retenir

En somme, le lac Saint-Alexis ne présente pas de stratification thermique en raison de sa faible profondeur. Les teneurs élevées en oxygène observées dans les eaux de surface sont dues à l'échange possible avec l'atmosphère. Dans les deux premiers mètres à partir de la surface de l'eau, les conditions d'oxygène permettent d'assurer le maintien des populations de salmonidés (truites). Cependant, l'oxygène dissous présente un faible déficit au fond du lac, ce qui laisse entrevoir un signe d'eutrophisation du lac Saint-Alexis. Les mesures de la conductivité qui sont relativement élevées semblent appuyer cette hypothèse.

À partir de ces mesures, nous ne pouvons établir sans aucun doute que le processus d'eutrophisation est amorcé pour ce lac. C'est à partir de mesures supplémentaires réalisées ultérieurement, telle l'analyse de la zone littorale (plantes aquatiques, périphyton et sédimentation), qu'il sera possible d'établir si le processus d'eutrophisation du lac Saint-Alexis est définitivement amorcé.



ÉTUDES ANTÉRIEURES

Une analyse du lac Saint-Alexis a été réalisée en 1997 par *FAPEL Consultants* pour le compte du *Comité Aleximontois pour la protection de l'environnement*. Afin de révéler l'état de santé du lac Saint-Alexis il y a plus de 10 ans, nous vous présentons les principales conclusions qui découlent de ce rapport (LeSauteur, 1997) :

- Les eaux du lac étaient neutres avec des mesures de pH se situant à $\pm 6,9$
- Le lac Saint-Alexis offrait des eaux relativement fraîches (entre 21 et 26°C) et bien oxygénées (8,0 à 8,5 mg/l), malgré sa faible profondeur
- Les eaux du lac étaient claires jusqu'au fond (3,5 m) et aucune floraison d'algues phytoplanctoniques n'a été observée

Les principales recommandations de ce rapport (LeSauteur, 1997) sont :

- Renaturaliser les rives du lac en raison de leur artificialisation
- Renaturaliser son environnement en reboisant 60 % de la superficie de tous les terrains dans les limites de son encadrement forestier

Il est important de mentionner que l'analyse du lac Saint-Alexis, réalisée par LeSauteur en 1997, visait à vérifier l'état de santé général du lac à partir de mesures usuelles. Les mesures effectuées à ce moment ne permettaient pas de considérer l'ensemble des signes d'eutrophisation qu'un lac peut présenter. Cependant, il est intéressant de posséder des données historiques sur l'état de santé d'un lac, car elles permettent d'évaluer son évolution, lorsque comparées avec des données actuelles.

Évolution de l'état de santé du lac Saint-Alexis entre 1997 et 2010

En comparant les données physico-chimiques et de transparence de l'étude de LeSauteur (1997) et de la présente étude, nous observons certaines différences qui portent à croire que l'état de santé du lac Saint-Alexis s'est dégradé entre 1997 et 2010. Voici les principales différences :

- En 1997, les eaux du lac étaient bien oxygénées dans toute la colonne d'eau avec des concentrations en oxygène dissous se situant entre 8,0 et 8,5 mg/l. En 2010, nous avons obtenu une concentration de 4,0 mg/l à 3 mètres, soit une concentration deux fois inférieure.
- La transparence mesurée à l'aide du disque de Secchi en 1997 était de 3,5 m ce qui traduit un lac mésotrophe à l'égard de ce paramètre, alors qu'en 2010 cette mesure était de 2,3 m traduisant un état eutrophe. Peut-être que la transparence aurait été plus élevée en 1997, car la mesure de 3,5 m correspond à la profondeur maximale du lac.



CONCLUSION

Cette étude visait à identifier les principaux symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac Saint-Alexis. Malgré que certains résultats de l'étude semblent contradictoires, nous avons observé plusieurs signes d'eutrophisation :

- Même si le lac Saint-Alexis ne présente pas de stratification thermique, l'oxygène dissous présente un faible déficit près du fond du lac, ce qui laisse entrevoir un signe d'eutrophisation. Les mesures de la conductivité de l'eau qui sont relativement élevées semblent appuyer cette hypothèse.
- Les mesures de transparence de l'eau situaient le lac dans la classe eutrophe. Rappelons que les concentrations en chlorophylle « a » et en COD étaient plutôt faibles, nous pouvons donc attribuer la faible transparence de l'eau du lac Saint-Alexis à la présence de matières en suspension. Rappelons que ce lac a une faible profondeur, ce qui peut avoir comme effet la remise en suspension des sédiments par l'action des vagues.

D'autre part, les mesures effectuées dans le cadre du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEP portent à croire que le lac Saint-Alexis est plutôt oligotrophe, c'est-à-dire sans problème apparent en regard de l'eutrophisation. En effet, les mesures du phosphore et de la chlorophylle « a » dans les eaux de surface classent le niveau trophique du lac Saint-Alexis dans la catégorie oligotrophe, correspondant aux lacs non productifs du point de vue biologique et sans problème apparent. Cependant, lors de nos visites terrain nous avons observé une densité élevée de macrophytes (algues et plantes aquatiques) sur toute sa superficie. Cette observation nous suggère que le lac Saint-Alexis est résolument productif et donc probablement en processus d'eutrophisation. De ce fait, la caractérisation des macrophytes, du périphyton et des sédiments devra être réalisée afin de mesurer avec plus de précision les symptômes d'eutrophisation (pour plus de détails, voir phase 2 à l'annexe 2).

Nous avons aussi tenté de comprendre, à partir des données disponibles, si la situation géographique du lac Saint-Alexis pouvait être un facteur favorisant le vieillissement prématuré (eutrophisation) de celui-ci. Or, après analyse nous avons constaté que ce lac était particulier à plusieurs égards :

- Le lac Saint-Alexis est artificiel, il a une faible profondeur et par conséquent, l'ensemble de sa superficie est caractérisé par la zone littorale. Les lacs de faible profondeur ont tendance à être plus vulnérables à l'eutrophisation, à la manière d'un étang.
- Le lac Saint-Alexis possède un bassin versant dont la superficie est 300 fois supérieure à sa propre superficie. Normalement, les lacs possèdent un bassin versant de 10 à 15 fois supérieur au lac en termes de superficie.
- Le lac Saint-Alexis est situé au cœur du village de Saint-Alexis-des-Monts, il est donc situé en milieu fortement urbanisé.



- Les rives du lac Saint-Alexis sont en mauvais état pour la majorité, soit pour plus de 70 % d'entre elles.

Jusqu'à maintenant nous pouvons stipuler que le lac Saint-Alexis est en processus d'eutrophisation qui provient à la fois de processus naturels et anthropiques. De façon naturelle, son immense bassin versant draine un territoire important. Il peut en résulter un apport important des charges sédimentaires, qui lorsque arrivées au lac, participe à son enrichissement en matière organique et en minéraux^{**}. Les débits élevés de la rivière Sacacomie observés lors de fortes crues appuient ce constat. De plus, comme le lac Saint-Alexis est de faible profondeur, il est plus vulnérable à l'eutrophisation, tel un étang. Additionnés à ces facteurs naturels, la forte urbanisation de son environnement immédiat et le mauvais état écologique de ses bandes riveraines placent le lac Saint-Alexis dans un état de vulnérabilité face au processus de vieillissement prématuré du lac.

Ces constats traduisent l'inquiétude de la population riveraine du lac Saint-Alexis face à la détérioration de son état de santé. De plus, l'examen des résultats de l'étude réalisée par *FAPEL Consultants* en 1997 et des résultats de la présente étude suggère que l'état de santé du lac Saint-Alexis s'est dégradé entre 1997 et 2010.

^{**} Les minéraux contiennent des nutriments, tel le phosphore, qui participe à l'eutrophisation d'un plan d'eau. Ce phénomène se traduit par l'augmentation de la productivité biologique du lac (croissance des végétaux aquatiques, etc.) et dans certains cas par une diminution de la qualité de l'eau restreignant ainsi plusieurs usages récréatifs.



RECOMMANDATIONS

Les résultats suggèrent que le processus d'eutrophisation du lac Saint-Alexis est amorcé. Les recommandations qui sont émises dans cette section concernent dans un premier temps la poursuite de l'acquisition d'informations sur l'état de santé du lac Saint-Alexis, informations nécessaires à la compréhension de l'amplitude des problèmes d'eutrophisation que le lac peut subir. Dans un deuxième temps, ces recommandations concernent l'acquisition d'informations qui servira à définir des pistes de solutions qui permettront de remédier aux problèmes qui touchent le lac. Notons que le problème de l'eutrophisation 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. 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. Effectuer la caractérisation du littoral du lac Saint-Alexis par l'analyse des plantes aquatiques, la mesure de la sédimentation et de l'abondance du périphyton :

- 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
- L'inventaire des plantes aquatiques permet aussi d'identifier la présence d'espèces envahissantes

Note : cette recommandation consiste à terminer *l'évaluation des symptômes d'eutrophisation - phase 2* débutée en 2010 (voir annexe 2 pour plus de détails).

2. Effectuer une étude qui permettra de déterminer les causes de perturbations à partir des activités suivantes :

- Analyse du territoire naturel et occupé du bassin versant du lac
- Mesure de la qualité de l'eau des tributaires du lac
- Identification de sources ponctuelles, tels les foyers d'érosion, et diffuses de pollution provenant d'activités susceptibles de contribuer à la dégradation de l'état de santé du lac



Note : cette recommandation (n°2) consiste à effectuer la *détermination des causes de perturbations - phase 3* (voir annexe 2 pour plus de détails).

3. Assurer le suivi de la conformité des installations septiques

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a élaboré un guide visant à accompagner les municipalités et les propriétaires riverains dans la réalisation de l'inventaire des installations septiques des résidences isolées situées en bordure des lacs et des rivières^{††}. Cet inventaire permettra 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 devons mentionner 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 qui ont évalué 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^{‡‡}.

4. Assurer le suivi de la revégétalisation des bandes riveraines

La municipalité de Saint-Alexis-des-Monts et les comités de riverains devront travailler à sensibiliser les riverains à l'importance d'une ceinture végétale dans la préservation de l'intégrité écologique du lac Saint-Alexis. Idéalement, toutes les rives des propriétés riveraines du lac Saint-Alexis devraient être minimalement revégétalisées sur 10 à 15 mètres de largeur, selon la pente, conformément à la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* adoptée par le MDDEP. Soulignons que cette politique offre un cadre normatif minimal pour la protection des milieux aquatiques. Plusieurs études démontrent que la largeur requise de la bande riveraine dépend des

^{††} 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.*

<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 :*

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



objectifs. 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 coll.*, 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 coll.*, 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 Web 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 fait selon les règles du génie végétal.

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 de Saint-Élie-de-Caxton* :

<http://www.st-elie-de-caxton.com/milieuriverain/>

MDDEP. *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables* :

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/index.htm>

MDDEP. *Végétalisation de la bande riveraine* :

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/vegetalisation-bande-riveraine.pdf>

^{§§} ...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.fihq.qc.ca/html/recherche.php>. Il existe aussi un répertoire des végétaux adaptés aux bandes riveraines : http://www.fihq.qc.ca/Repertoire_vegetaux_couleur.pdf.



5. Promouvoir l'utilisation de savons sans phosphates

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 phosphates. 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 phosphates de nos eaux usées. Ainsi, 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 phosphates sont disponibles aux liens 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 Web ne sont qu'à titre purement indicatif et démontrent qu'il existe des produits sans phosphates, 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.ccsa.org/index-f.html>) ou l'Association canadienne de la savonnerie et de la détergence (<http://www.healthycleaning101.org/french/SDAC-f.html>).

6. Interdire l'utilisation d'engrais

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 des cours d'eau.

7. 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, 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 pour les 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 pour la municipalité, les producteurs forestiers et les 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
- Adopter une gestion optimale des eaux de pluie

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, permettra 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.

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

BOUCHER, I., 2010. *La gestion durable des eaux de pluie, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. « Planification territoriale et développement durable », 118 pages. [www.mamrot.gouv.qc.ca]

RÉSEAU environnement, 2010. *Guide de gestion des eaux pluviales, stratégies d'aménagement, principes de conception et pratique de gestion optimale pour les réseaux de drainage en milieu urbain*. Pour le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), 364 pages et 3 annexes. [www.mddep.gouv.qc.ca/eau3pluviales/guides.htm]

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

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

8. Exploitation forestière en forêt privée : assurer le respect des normes environnementales

Afin de bien protéger le lac, 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.

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), 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 pages.

Pour plus d'informations sur les méthodes de contrôle du ruissellement en milieu forestier, consultez les documents et liens 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>

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>

9. Assurer le suivi des barrages de castors

Il est important d'assurer un suivi préventif des barrages de castors situés dans le bassin versant d'un lac afin de minimiser leurs impacts sur les plans d'eau situés en aval. Plusieurs techniques d'intervention visant à diminuer les effets de la présence des castors sur un territoire sont bien documentées. Ces techniques proposent, pour la plupart d'entre elles, une cohabitation entre les usagers et les populations de castors présentes sur le territoire. Elles visent à éviter les interventions d'urgence par l'adoption d'une stratégie de gestion préventive des populations de castors. Rappelons que la destruction des barrages de castors ne peut qu'aggraver la problématique d'enrichissement d'un lac en nutriments.



Pour plus d'informations sur les techniques visant à prévenir et contrôler les activités du castor, vous pouvez commander le document suivant au coût de 15,95 \$:

Fondation de la faune du Québec, 2001. *Guide d'aménagement et de gestion du territoire utilisé par le castor au Québec*. 112 pages, ISBN 2-551-21389-5

http://www.fondationdelafaune.qc.ca/initiatives/guides_pratiques/30

10. Élaboration du plan directeur du bassin versant du lac Saint-Alexis

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 :
 - Portrait : les grandes caractéristiques
 - 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 contient plusieurs éléments du portrait et du diagnostic du bassin versant du lac Saint-Alexis. Bien qu'il reste à acquérir d'autres informations (voir phase 3, à l'annexe 2), les résultats présentés dans cette étude permettront de cerner avec une précision relative les problématiques qui touchent le lac Saint-Alexis. Nous pouvons donc considérer que la première étape du plan directeur du bassin versant du lac Saint-Alexis est bien amorcée.

Les trois étapes suivantes du plan directeur concernent les acteurs de l'eau du lac Saint-Alexis. Un comité restreint composé des représentants des différents secteurs d'activités (propriétaires riverains, acteurs municipaux, exploitants forestiers, etc.) devra être mis sur pied pour faciliter la réalisation du plan directeur du bassin versant du lac. 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 pages.

http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf



LISTE DES CARTES

Carte 1 : Bassin versant du lac Sacacomie et du lac Saint-Alexis, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts	12
Carte 2 : Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR), lac Saint-Alexis, 2010	15
Carte 3 : Station d'échantillonnage des mesures effectuées dans le cadre du <i>Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)</i> et des mesures du profil physico-chimique, lac Saint-Alexis	21



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac Saint-Alexis en 2010	14
Figure 2 : Composition moyenne d'une rive du lac Saint-Alexis en 2010, IQBR classe B.....	16
Figure 3 : Composition moyenne d'une rive du lac Saint-Alexis en 2010, IQBR classe C	16
Figure 4 : Composition moyenne d'une rive du lac Saint-Alexis en 2010, IQBR classe D.....	17
Figure 5 : Composition moyenne d'une rive du lac Saint-Alexis en 2010, IQBR classe E.....	17
Figure 6 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Saint-Alexis obtenu à partir des moyennes estivales des données physico- chimiques en 2009	23
Figure 7 : Stratification thermique d'un lac dimictique.....	25
Figure 8 : Profil physico-chimique du lac Saint-Alexis, septembre 2010	28



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Paramètres géographiques du bassin versant du lac Saint-Alexis et ratio de drainage	11
Tableau 2 : Proportion des classes de l'IQBR des rives du lac Saint-Alexis	14
Tableau 3 : Données physico-chimiques du lac Saint-Alexis – saison 2009	22
Tableau 4 : Valeurs de saturation et de concentration en oxygène dissous requises pour la préservation de la vie aquatique.....	29



RÉFÉRENCES

- BINESSE, M., 1983. *Protection et amélioration des cours d'eau : objectif faune aquatique*, MLCP. Dir. Gén. de la faune, 153 pages.
- 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, Saint-Paulin*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 27 pages et 4 annexes.
- 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.
- 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. [en ligne]
<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>
- 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.
- 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.
- LESAUTEUR, T., 1997. *Analyse et gestion du lac Saint-Alexis*, Saint-Alexis-des-Monts, pour le compte du comité Aleximontois pour la protection de l'environnement par FAPEL Consultants, 15 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>



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

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 (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. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/rapport.pdf



ANNEXE 1 : DONNÉES BRUTES DES PRÉLÈVEMENTS PHYSICO-CHIMIQUES

Lieu : Lac Saint-Alexis

Date de prélèvement : 1^{er} septembre 2010

Heure : 10 h 00

Météo : Soleil, 30°C

Projection : UTM, NAD 83

Latitude : 18T 064 2644

Longitude : 5147 316

Prélevé par : Yann Boissonneault

Tableau I. Données brutes du profil physico-chimique du lac Saint-Alexis

Profondeur (mètre)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	O ₂ dissous (mg/L)	O ₂ dissous (% saturation)	pH
1	24,5	42	8,5	102	7,8
2	23,1	42	9,4	110	8,4
3	21,0	45	4,0	45	6,6
Moyenne	-	43	-	-	7,6



ANNEXE 2 : PHASES DANS LA CARACTÉRISATION D'UN PLAN D'EAU

OBVRLY – novembre 2010

Par Yann Boissonneault avec la collaboration de Pierre Deshaies

Le programme de caractérisation des plans d'eau de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche comprend trois phases : 1) l'identification des lacs problématiques, 2) l'évaluation des symptômes des lacs identifiés et 3) la détermination des causes de 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
 - Mesures de **transparence** aux deux semaines en saison estivale
 - 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 de la bande riveraine (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

^{†††} 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



qui consiste à identifier les causes spécifiques et explicatives des perturbations que les lacs peuvent subir.

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**^{tttt} 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 de 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 de 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. »

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

