



ÉVALUATION DES SYMPTÔMES D'EUTROPHISATION DU LAC BÉLANGER – 2012 (PHASE 2)

Municipalité de Saint-Alexis-des-Monts

Janvier 2013



Photos page couverture :

Lac Bélanger, photos prises en août 2012 © OBVRLY

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination et rédaction

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

Cartographie

Sébastien Lanneville, géographe, *B.Sc.*²

Équipe terrain

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

Sophie Lemire, biologiste, *M.Sc.*¹

Identification des macrophytes

Sophie Lemire, biologiste, *M.Sc.*¹

Révision

Nathalie Sarault, directrice, *B.Sc.*²

¹ Consultant : *Boissonneault, sciences, eaux et environnement*, 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) 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., 2013. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac Bélanger – 2012, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 58 pages et 3 annexes.

© OBVRLY, 2013

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: MDDEFP



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.

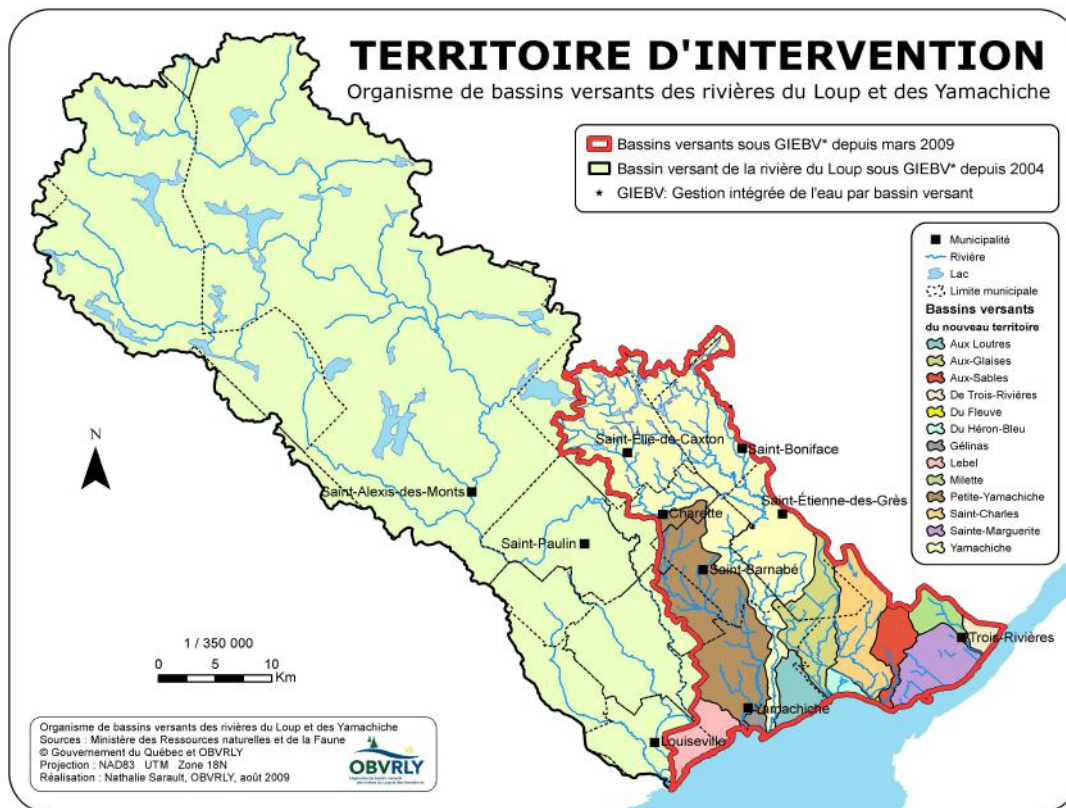


TABLE DES MATIÈRES

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
Bassin versant du lac Bélanger	11
Indice de qualité de la bande riveraine (IQBR)	13
Résultats - IQBR.....	14
Physico-chimie des eaux de surface	19
Résultats – Physico-chimie des eaux de surface	21
Profils physico-chimiques	23
Profils physico-chimiques et stratification thermique	23
Qu'est-ce que l'eutrophisation?.....	24
Résultats des profils physico-chimiques	26
Caractérisation du littoral du lac Bélanger	29
Les macrophytes	29
Matériel et méthode	31
Résultats et interprétation	34
Conclusion	40
Recommandations	43
Liste des cartes	51
Liste des figures	52
Liste des tableaux	53
Références	55



Annexe 1 : Données brutes des prélèvements physico-chimiques	59
Annexe 2 : Macrophytes inventoriés au lac Bélanger -2012	61
Annexe 3 : Phases dans la caractérisation d'un plan d'eau	63



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 dans la municipalité de Saint-Alexis-des-Monts, le lac Bélanger 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 grâce à 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 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.

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 herbiers, la sédimentation et l'abondance du périphyton† et à caractériser les rives à partir de l'indice de qualité des bandes riveraines (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 Bélanger présentait des signes d'eutrophisation lors de son suivi (phase 1) en 2010 (voir Boissonneault, 2011), nous avons effectué, en 2012, la deuxième phase de caractérisation : *Évaluation des symptômes d'eutrophisation du lac Bélanger*. Nous présentons donc dans ce rapport les résultats de cette phase 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 brunâtres fixées à un substrat solide, telles les roches.



BASSIN VERSANT DU LAC BÉLANGER

Le lac Bélanger est alimenté par un bassin hydrographique d'une superficie de 12 km² (tableau 1). Ses principales sources d'alimentation en eau de surface sont constituées du lac d'en Bas, lac du Milieu, lac Bellemare et du lac Rouge (lac d'en Haut). Ces derniers sont tous situés au nord-ouest du bassin versant (carte 1). D'une superficie de 0,3 km², le lac Bélanger occupe près de 2,5 % de la superficie de son bassin versant. Ainsi, son ratio de drainage (aire du bassin versant/aire du lac) est de 40, c'est-à-dire que le bassin versant a une superficie 40 fois supérieure à la superficie du lac. En guise de comparaison, le ratio de drainage moyen des lacs de la région se situe entre 10 et 15. Le lac Bélanger possède donc un ratio de drainage élevé en termes d'importance. En général, les lacs ayant un ratio de drainage élevé auront tendance à être beaucoup plus productifs en raison des charges sédimentaires élevées provenant de leur bassin versant. En raison de son ratio de drainage élevé, le lac Bélanger devrait être productif d'un point de vu biologique.

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 avec quelques milieux humides (carte 1). Les activités de villégiature sont principalement concentrées autour du lac, des résidences riveraines privées étant situées sur son pourtour (carte 1). Ce lac est encaissé et il est relativement profond, avec une profondeur maximale de près de 15 mètres.

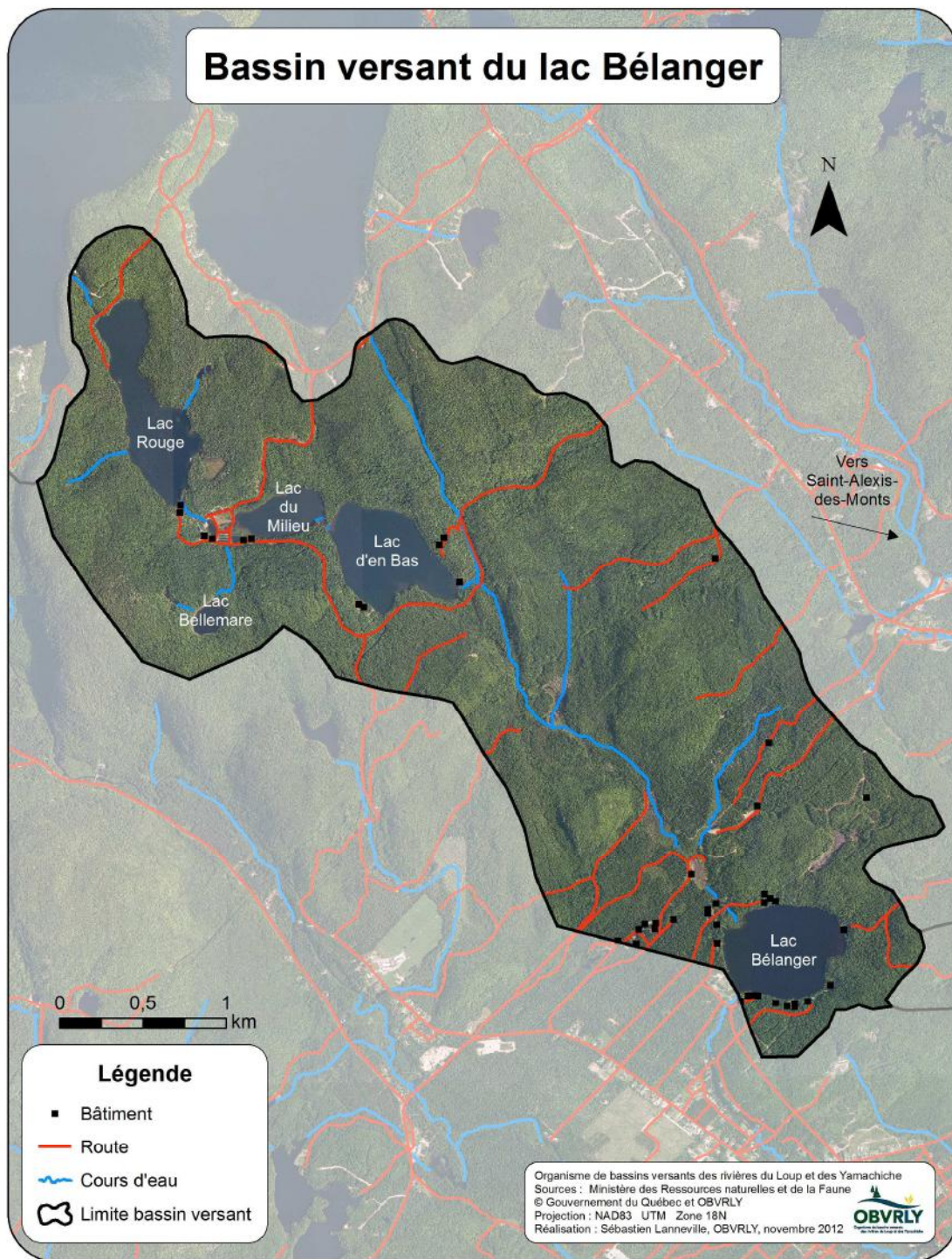
Tableau 1 : Paramètres géographiques du bassin versant du lac Bélanger et ratio de drainage

Paramètres	Valeurs
a. Périmètre du lac	2,3 km
b. Superficie du lac	0,3 km ²
c. Périmètre du bassin versant	18 km
d. Superficie du bassin versant	12 km ²
e. Ratio de drainage (e = d / b)	40

Notons que les lacs Rouge, du Milieu et d'en Bas situés dans le secteur nord-ouest du bassin versant du lac Bélanger ont fait l'objet d'une étude en 2010[‡]. Cette dernière visait essentiellement à identifier les lacs problématiques à l'égard de l'eutrophisation (phase 1; voir annexe 3).

[‡] 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. Document disponible en ligne au www.obvrly.ca





Carte 1 : Bassin versant du lac Bélanger, 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, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP) 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 Bélanger, le développement résidentiel a débuté il y a quelques décennies dans son périmètre, où la majorité des résidences sont situées. 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). Nous présentons dans cette section les détails de la caractérisation des bandes riveraines effectuée au lac Bélanger en 2012.

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 Bélanger se situe à l'intérieur des classes A (excellente qualité) et B (bonne qualité) pour la majorité d'entre elles (tableau 2 et carte 2).

La rive typique (ou moyenne) d'une propriété privée du lac Bélanger respecte les bonnes pratiques pour l'ensemble de sa superficie, soit présence d'arbres, d'arbustes et d'herbacées naturelles. Seulement un faible pourcentage (9 %) de cette superficie est généralement occupé par des éléments susceptibles d'altérer le milieu aquatique, telles les pelouses et les infrastructures (figure 1).

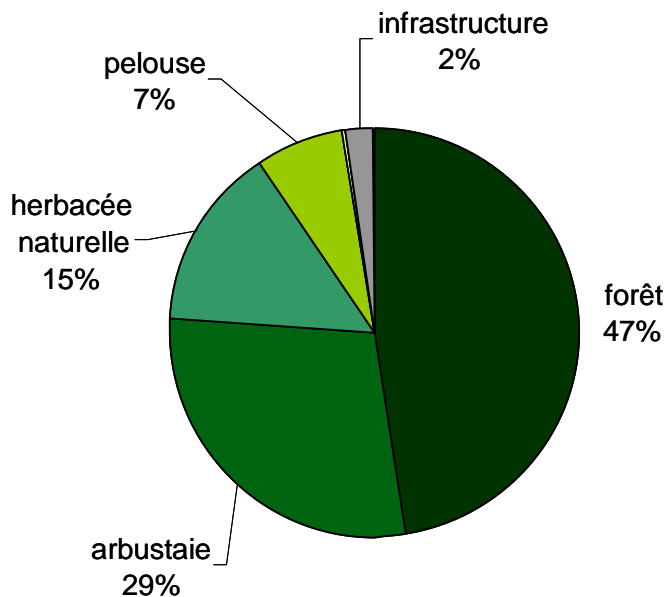
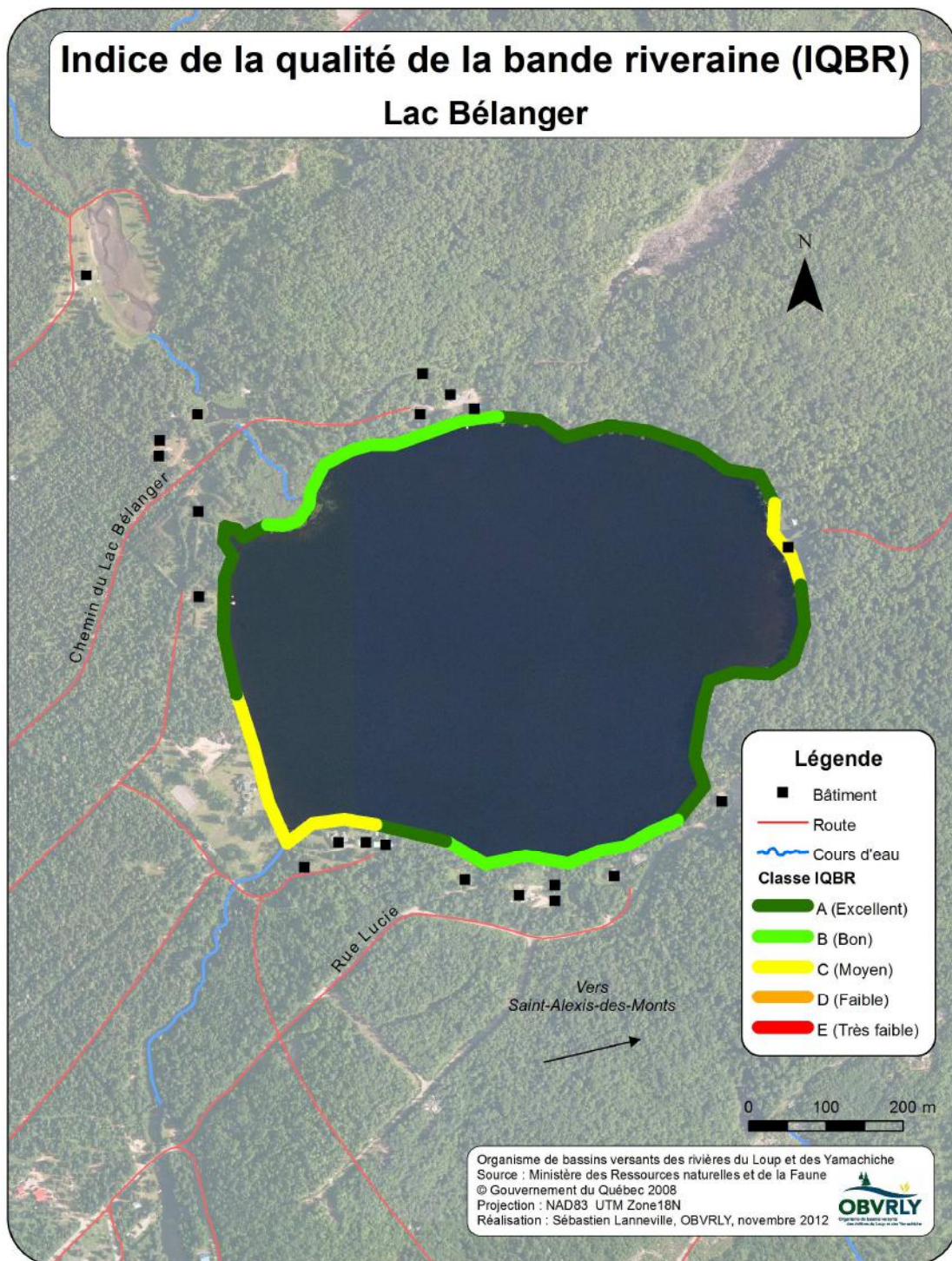


Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac Bélanger en 2012

Tableau 2 : Proportion des classes de l'IQBR des rives du lac Bélanger en 2012

Classe A (excellente qualité)	52 %
Classe B (bonne qualité)	29 %
Classe C (qualité moyenne)	19 %
Classe D (faible qualité)	0 %
Classe E (très faible qualité)	0 %





Carte 2 : Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR), lac Bélanger, 2012



Lorsque nous analysons la composition des rives du lac Bélanger appartenant à la classe A de l'IQBR (excellente qualité), nous observons qu'elles sont composées essentiellement de forêts (figure 2). Généralement, les rives appartenant à la classe A de cet indice correspondent aux rives naturelles caractérisées par l'absence de composantes d'origine humaine.

Nous pouvons voir à la carte 2 qu'une forte proportion des rives situées dans le secteur nord et est du lac Bélanger affiche une excellente qualité (IQBR classe A). La composition moyenne des rives appartenant à la classe A de l'IQBR comporte peu de superficies occupées par des éléments susceptibles d'altérer le milieu aquatique, tels les pelouses, les sols nus et les infrastructures (figure 2). Rappelons que 52 % des rives de ce lac appartiennent à cette classe.

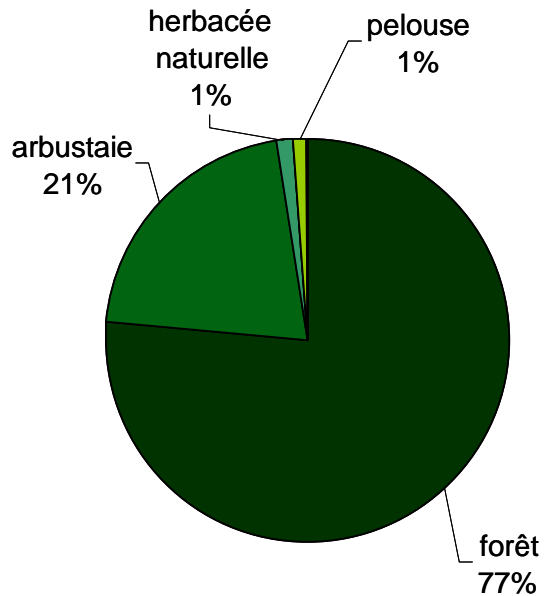


Figure 2 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe A de l'IQBR, lac Bélanger, 2012

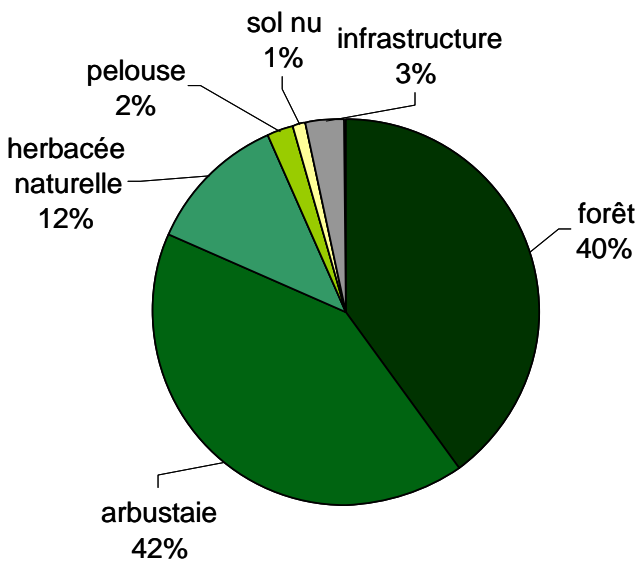


Figure 3 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe B de l'IQBR, lac Bélanger, 2012

Les rives du lac Bélanger appartenant à la classe B de l'IQBR (bonne qualité) comprennent des composantes d'origine humaine, tels la pelouse, les sols nus et les infrastructures qui représentent 6 % des rives (figure 3). Pour ces rives, nous remarquons donc une diminution de la présence d'arbres (forêt) bénéfique pour la santé du lac. Notons que 29 % des rives de ce lac appartiennent à la classe B de l'IQBR.



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

Les rives appartenant à cette classe représentent 19 % du pourtour du lac (carte 2). Cet état riverain est en partie expliqué par la présence de pelouse et d'infrastructures (murets, etc.). Les propriétaires des terrains riverains de ce secteur devront porter une attention particulière à la revégétalisation de leurs rives, afin de préserver leur intégrité écologique.

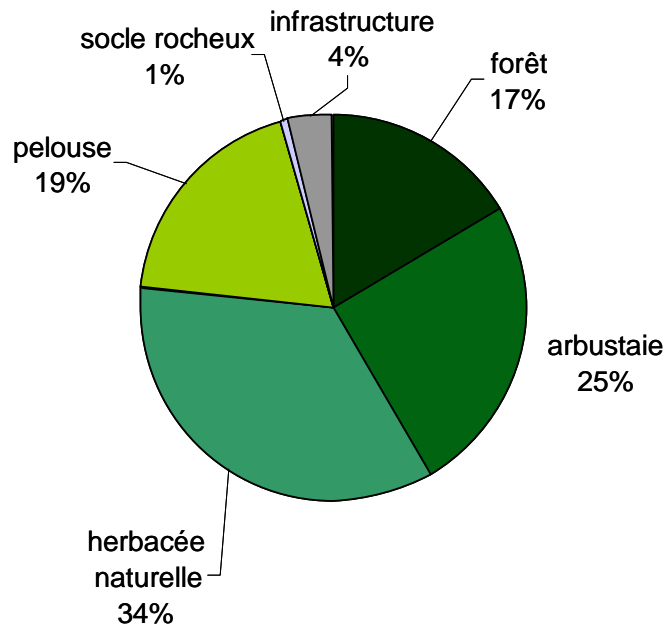


Figure 4 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe C de l'IQBR, lac Bélanger, 2012

Nous constatons que l'ensemble des rives du lac Bélanger appartient à la classe A et à la classe B de l'IQBR. La présence d'éléments anthropiques, tels les pelouses et les infrastructures affecte à la baisse la cote de l'IQBR. Afin de préserver l'intégrité écologique du lac, toutes les rives de celui-ci devraient atteindre la classe A de l'IQBR. Or, on devra porter une attention particulière à la revégétalisation des rives du lac Bélanger appartenant à la classe B et surtout à la classe C de l'IQBR. 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, l'ensemble des rives occupées par des propriétés riveraines devrait être minimalement revégétalisé 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 MDDEFP.

Rappelons que les mesures de revégétalisation des rives ne peuvent à elles seules corriger les problèmes d'eutrophisation qu'un lac 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 ruissellement de l'ensemble du bassin versant devra être adoptée.



À retenir

Les rives du lac Bélanger sont en bon état pour la majorité d'entre elles. Malgré ce bon état riverain, des améliorations devront être apportées par la revégétalisation des rives pour certains secteurs, afin de minimiser leurs impacts sur l'intégrité écologique de ce lac.

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

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

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



PHYSICO-CHIMIE DES EAUX DE SURFACE

Afin d'évaluer différents symptômes d'eutrophisation et de dégradation du lac Bélanger, un suivi a été effectué en 2012 à partir du protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*. Le RSVL est un programme offert par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) 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 MDDEFP, 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. Les données récoltées à partir du protocole du RSVL permettent d'évaluer le niveau trophique du lac, soit l'état d'avancement du vieillissement prématuré (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).

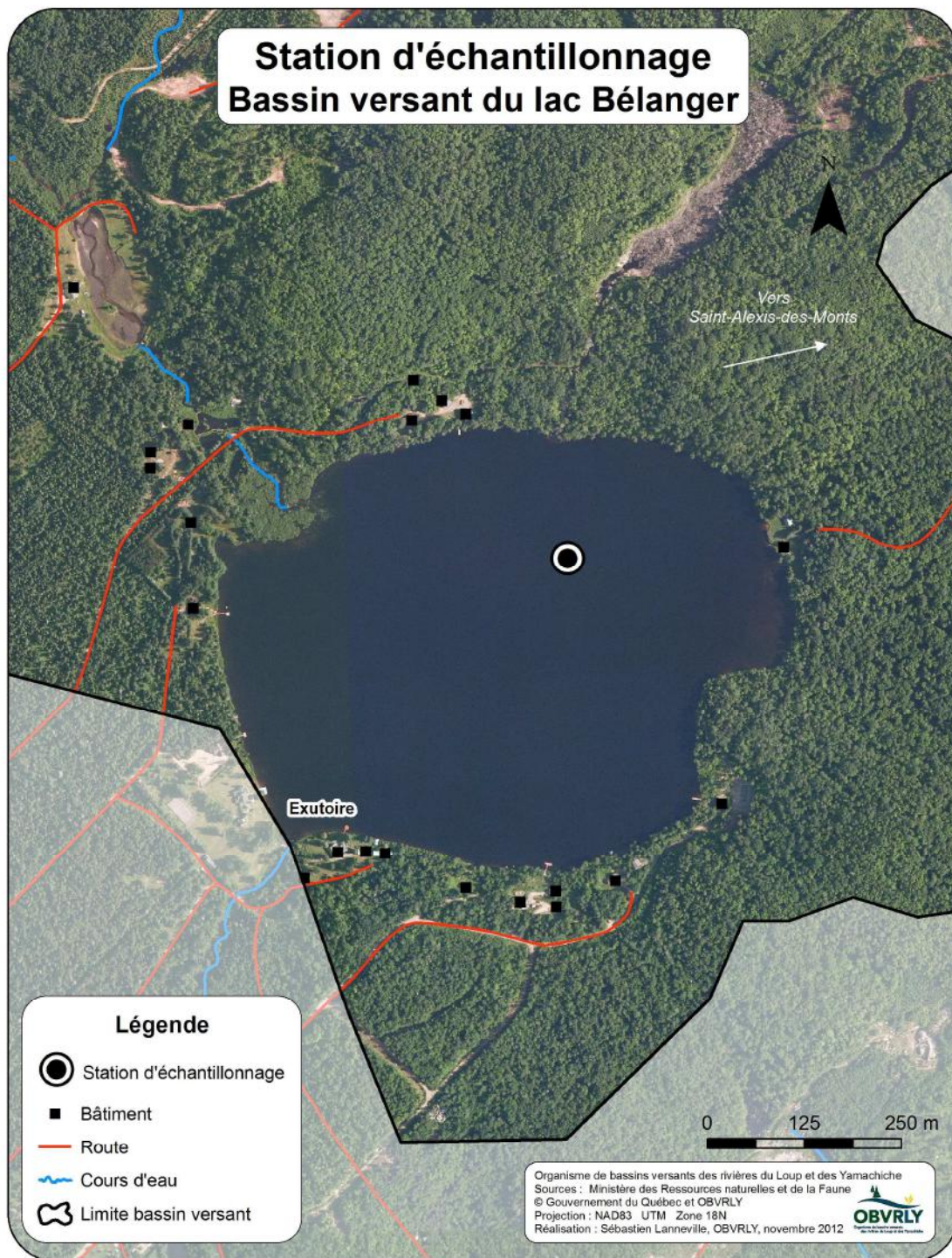
La **chlorophylle a** est un indicateur de la biomasse (quantité) d'algues microscopiques présentes dans le lac. La concentration de chlorophylle a augmente avec la concentration des matières nutritives. Il y a un lien entre cette augmentation et le niveau trophique du lac. Les lacs eutrophes sont souvent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

Selon le protocole du RSVL, l'OBVRLY a réalisé trois campagnes d'échantillonnage de l'eau en 2012. Nous présentons donc dans ce chapitre les résultats issus de ce suivi ainsi que leur interprétation.





Carte 3 : Station d'échantillonnage des mesures effectuées à partir du protocole du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) et des mesures des profils physico-chimiques, lac Bélanger - 2012



Résultats – Physico-chimie des eaux de surface

C'est à partir de prélèvements d'eau effectués au lac Bélanger que les résultats présentés dans cette section ont été obtenus. Les échantillons d'eau pour l'analyse physico-chimique ont été prélevés à trois reprises en 2012 conformément au protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEFP. Ces échantillons ont été prélevés dans les eaux de surface au-dessus de la fosse au milieu 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 (2,9 µg/l) indique que les eaux du lac Bélanger étaient très peu enrichies par cet élément nutritif (tableau 3). Ce lac était situé en 2012 dans la classe du niveau trophique ultra-oligotrophe (figure 5), ne révélant pas de problèmes à l'égard de cet élément nutritif. La concentration moyenne en chlorophylle a de 1,5 µg/l situait le lac dans la classe oligotrophe (figure 5). 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 2012 situait plutôt le lac Bélanger dans la classe mésotrophe (figure 5), les eaux y sont relativement troubles (profondeur moyenne du disque de Secchi = 3,7 m). La concentration moyenne en carbone organique dissous (COD) de 5,7 mg/l (tableau 3) obtenue en 2012 indique que l'eau était colorée. La couleur a donc une incidence sur la transparence de l'eau. Ces concentrations élevées de carbone organique dissous ne sont pas étrangères à la présence de milieux humides sur le territoire du bassin versant du lac Bélanger. Nous y reviendrons dans la section conclusion.

Tableau 3 : Données physico-chimiques du lac Bélanger – saison 2012

Date de prélèvement	Phosphore total (µg/l)	Chlorophylle a (µg/l)	Carbone organique dissous (mg/l)
03 juillet 2012	3,6	1,4	3,8
24 juillet 2012	2,1	1,3	3,6
20 août 2012	3,1	1,7	9,7
Moyenne	2,9	1,5	5,7

Source : *Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, CEAEQ*



Classement du niveau trophique du lac Bélanger - été 2012

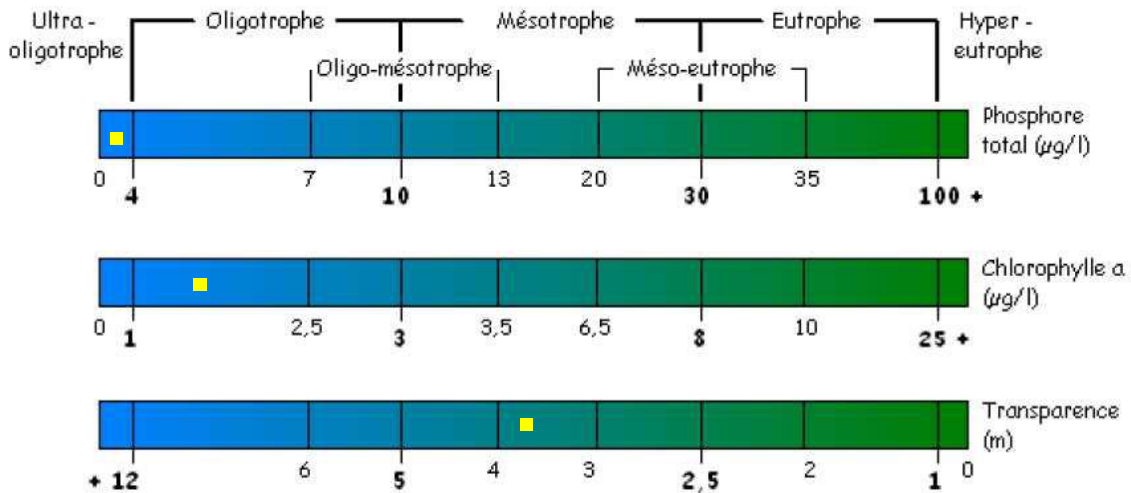


Figure 5 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Bélanger obtenu à partir des moyennes estivales des données physico-chimiques en 2012 (tableau 3). Modèle de la figure tirée de : *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*, MDDEFP

À retenir

Les résultats obtenus à partir des mesures effectuées selon le protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* en 2012 situaient le lac Bélanger dans la classe oligotrophe. À partir de ces mesures, nous ne pouvons donc pas établir que le processus d'eutrophisation est amorcé pour ce lac. Les résultats de mesures supplémentaires présentées aux chapitres suivants (ex. : les profils physico-chimiques et la caractérisation de la zone littorale) permettront de mieux évaluer les symptômes de vieillissement prématuré de ce lac.



PROFILS PHYSICO-CHIMIQUES

Pour compléter l'information obtenue à partir du protocole du RSVL, nous avons réalisé des mesures physico-chimiques supplémentaires. Ces mesures prises à différentes profondeurs du lac permettent d'observer entre autres les profils d'oxygène qui renseignent sur la présence de déficits en oxygène dans les eaux du lac. Ces mesures ont été réalisées au même site d'échantillonnage que les mesures physico-chimiques des eaux de surface, soit au-dessus de la fosse au milieu du lac (carte 3). C'est à l'aide d'un appareil multisonde de marque *YSI pro plus* 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 les profils physico-chimiques et la stratification thermique des lacs ainsi que l'effet de l'eutrophisation sur ces dernières.

Profils physico-chimiques 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.

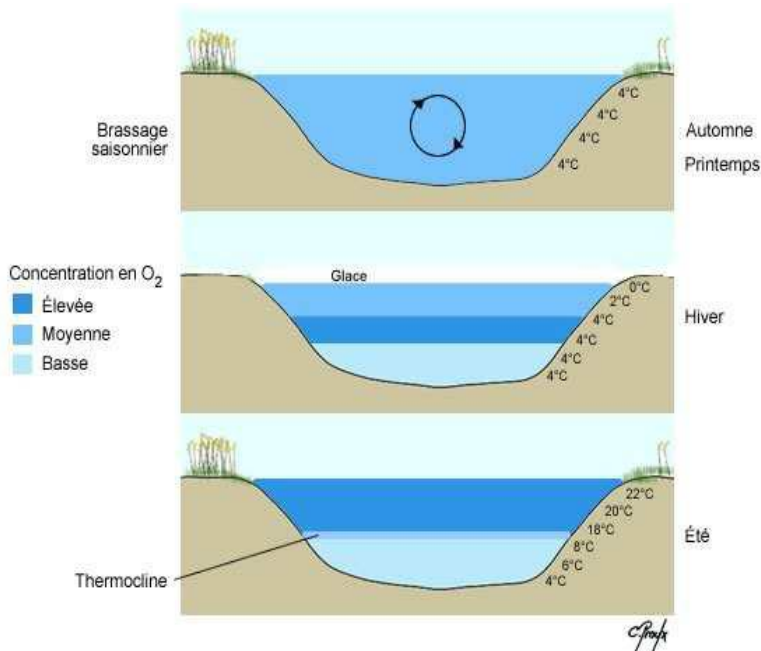


Figure 6 : Stratification thermique d'un lac dimictique[§]
Source : Proulx, 2009

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



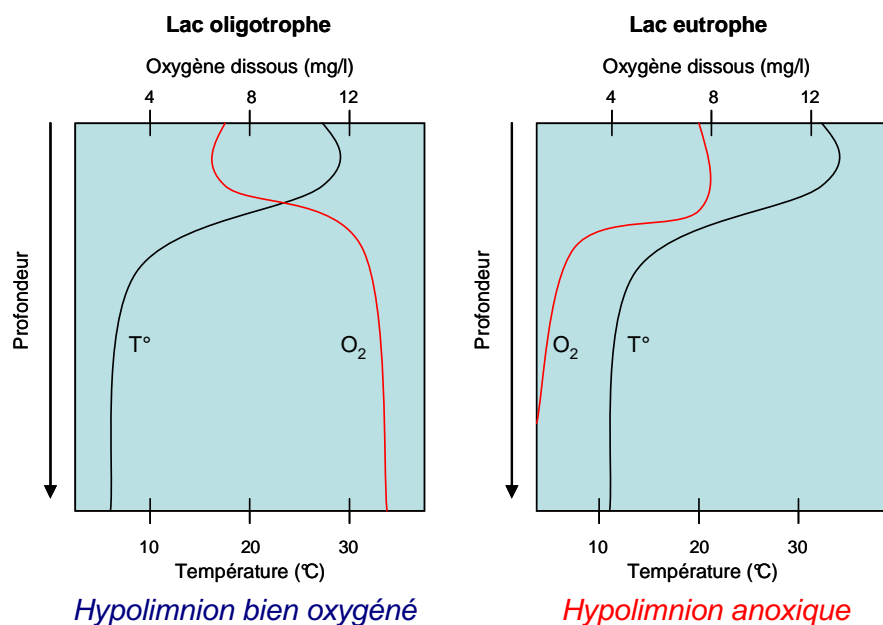
Qu'est-ce que l'eutrophisation?

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, 2008a).

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 et 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 Bélanger le 5 septembre 2012 illustre bien la stratification thermique observée en été dans les lacs sous nos latitudes. La thermocline se maintient à une profondeur de 6 mètres pour atteindre entre 4°C et 5°C sous cette profondeur (figure 7). On y retrouve donc deux masses d'eau bien distinctes à l'égard de leur température, soit l'épilimnion et l'hypolimnion séparés par la thermocline. Dans la mesure où un lac reçoit peu d'apports en nutriments, nous devrions observer des concentrations élevées en oxygène dans les eaux fraîches de l'hypolimnion en raison du confinement de ces dernières.

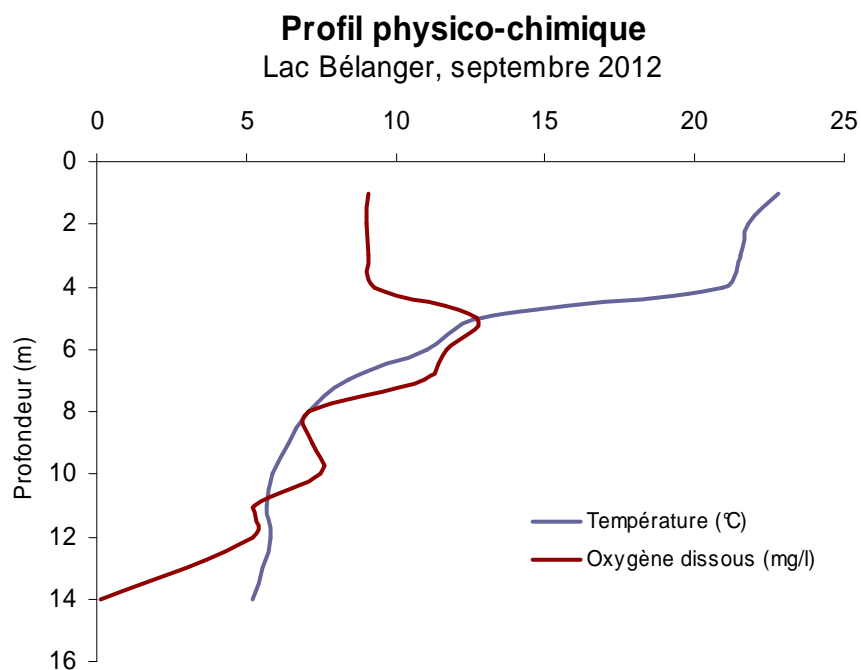


Figure 7 : Profil physico-chimique du lac Bélanger, septembre 2012

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

Lorsque nous observons les profils d'oxygène dissous de ce lac (figure 7), nous remarquons qu'une partie des eaux de l'hypolimnion a tendance à être hypoxique près du fond avec des valeurs de saturation en oxygène se situant entre 43 % et 1 % dans les trois derniers mètres (annexe 1). Cependant, les eaux dont les valeurs se situent sous le seuil de 50 % de saturation en oxygène représentent seulement un tiers des eaux de l'hypolimnion. L'accumulation de matière organique en décomposition au fond du lac peut expliquer ces déficits en oxygène observés à ces profondeurs. Les eaux de surface (épilimnion) soumises au brassage sont cependant bien oxygénées en raison des échanges avec l'atmosphère qui influencent leurs teneurs en oxygène.

Les concentrations minimales en oxygène dissous nécessaires pour assurer le maintien des populations de salmonidés (ex. : truites) se situent entre 7 mg/l et 11 mg/l d'oxygène dissous en fonction du stade de développement des poissons (Binesse, 1983). Concernant l'oxygénation des eaux de surface (épilimnion) du lac Bélanger en période estivale, nous observons des concentrations supérieures à 7 mg/l en oxygène dissous pour cette couche d'eau (annexe 1). Toutefois, les concentrations en oxygène observées diminuent progressivement pour atteindre moins de 7 mg/l dans les trois derniers mètres de l'hypolimnion (eaux profondes). L'espace vital pour la faune piscicole diminue donc en s'approchant du fond du lac.

Le profil d'oxygène de la figure 7 présente une courbe de type hétérograde positive. Pour cette courbe, nous observons des concentrations élevées en oxygène dans la couche d'eau correspondant au métalimnion (profondeur de 6 m à la figure 7). 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.

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 Bélanger est de 30 µS/cm, dictant un apport relativement élevé en minéraux provenant de son bassin versant. Soulignons que les valeurs moyennes de conductivité obtenues pour plus de 50 lacs à l'étude entre 2010 et 2012 dans les municipalités de Saint-Alexis-des-Monts et de Saint-Élie-de-Caxton se situaient entre 12 µS/cm et 64 µS/cm (Boissonneault, 2012).



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 Bélanger a une eau dont le pH moyen est de 7,4. Cette valeur est située entre 6 et 9 représentant les limites à l'intérieur desquelles la plupart des espèces aquatiques peuvent survivre.

À retenir

En somme, le lac Bélanger présente une stratification thermique bien marquée. Les teneurs élevées en oxygène observées dans les eaux de surface sont dues à l'échange possible avec l'atmosphère. Dans l'ensemble de la colonne d'eau, les conditions d'oxygène permettent d'assurer le maintien des populations de la majorité des espèces de poissons.

À partir de ces mesures, nous ne pouvons établir sans aucun doute que le processus d'eutrophisation n'est pas amorcé pour ce lac. C'est à partir de mesures supplémentaires présentées au chapitre suivant, soit la caractérisation du littoral (macrophytes, périphyton et sédimentation), qu'il sera possible d'établir si le lac Bélanger présente des signes d'eutrophisation.



CARACTÉRISATION DU LITTORAL DU LAC BÉLANGER

Le littoral est la zone aquatique peu profonde normalement située en bordure d'un lac. Elle comprend la zone photique comprise entre la surface de l'eau et la profondeur maximale d'un lac exposée à une lumière suffisante pour que la photosynthèse se produise. La profondeur de la zone photique peut être affectée par la transparence de l'eau qui influence l'atténuation lumineuse dans la colonne d'eau. D'un point de vue biologique, la zone littorale est généralement très productive. Les conditions lumineuses et les apports sédimentaires (souvent riches en nutriments) permettent l'établissement de communautés de macrophytes. Cette zone est fréquemment nommée pouponnière du lac, car de nombreux organismes aquatiques peuvent y trouver refuge et s'y reproduire.

Les macrophytes

Les macrophytes aquatiques représentent une composante du compartiment végétal de la zone littorale. Ils désignent les grands végétaux aquatiques (bryophytes, ptéridophytes et spermatophytes) et les algues visibles, c'est-à-dire identifiables à l'œil nu sur le terrain (Haury et coll., 2000). Les plantes aquatiques sont des végétaux qui possèdent des feuilles, une tige, des racines et de véritables vaisseaux (plantes vasculaires). Elles sont généralement enracinées dans les sédiments de la zone littorale des plans d'eau. Il ne faut donc pas confondre les plantes aquatiques avec les algues qui sont dépourvues de véritables feuilles, tiges et racines (RAPPEL, 2008b). On peut diviser les macrophytes en 3 grands groupes :

- Plantes aquatiques émergées (hélrophytes) dont les feuilles sont dressées à l'extérieur de l'eau
- Plantes aquatiques flottantes (ex. : lentilles d'eau) ou à feuilles flottantes (ex. : nénuphars)
- Espèces immergées (hydrophytes) de plantes aquatiques et d'algues

Les plantes aquatiques sont essentielles à la santé de l'écosystème aquatique. Il est donc normal d'avoir des plantes aquatiques dans son lac. Elles y jouent plusieurs rôles dont ceux de filtrer les particules en suspension, de capturer des éléments nutritifs présents dans l'eau et les sédiments, de stabiliser les sédiments du littoral, de réduire l'érosion des rives et de fournir un habitat et de la nourriture pour différentes espèces fauniques. Cependant, tout est question de quantité et de qualité. Ainsi, une forte densité de certaines macrophytes révèle des apports excessifs en nutriments qui eutrophisent prématurément le lac (RAPPEL, 2008b).

Par ailleurs, les connaissances disponibles sur l'écologie des macrophytes permettent de les utiliser dans une analyse de bioindication, à partir des communautés ou des espèces elles-mêmes (Dutartre et Bertrin, 2009). Ainsi, des espèces sont reconnues pour préférer s'établir en milieux oligotrophes, alors que d'autres espèces préféreront les milieux



eutrophes. L'envahissement de la zone littorale par les macrophytes (abondance relative des communautés de macrophytes) permet d'évaluer le degré d'eutrophisation d'un lac. Notons que le degré d'envahissement par les macrophytes est relié au phénomène d'eutrophisation. Il constitue donc une conséquence de l'eutrophisation et non une cause de ce phénomène (voir encadré 1). La caractérisation de la zone littorale est donc un outil complémentaire aux mesures déjà effectuées dans cette étude. Cette caractérisation permet ainsi d'évaluer avec plus de précision et de robustesse l'état de santé de ce lac.

Encadré 1 : Eutrophisation, envasement et macrophytes

Adapté de Fleurbec, 1987

Les lacs se répartissent en trois groupes principaux, suivant leur richesse en matière nutritive : les lacs oligotrophes (du grec *oligos* : peu et *trophê* : nourriture), les lacs eutrophes (du grec *eu* : bon) et les lacs mésotrophes (entre les deux). Cette richesse en matières nutritives détermine, jusqu'à un certain point, la quantité et la diversité des organismes vivants qui habitent le lac. Généralement, les lacs profonds aux eaux claires, encaissés dans le roc et bordés de rives sablonneuses, se classent parmi les lacs oligotrophes. La zone littorale de ces lacs reçoit très peu d'apports en matière organique et les **macrophytes** y sont peu diversifiés et peu abondants. Peu à peu s'installent les algues microscopiques et les autres végétaux, enrichissant le lac d'autant de matière organique qui servira de nourriture aux animaux ou, après décomposition, à d'autres végétaux. À un moment donné, la quantité de matière organique produite excédera la quantité utilisée par les organismes vivants ce qui entraînera une accumulation de débris organiques décomposés dans le lac. C'est donc le lac eutrophe, peu profond, aux eaux brunes et aux rives vaseuses; on parle de l'eutrophisation du lac, de son comblement. La zone littorale de ces lacs reçoit d'importants apports en matière organique et les **macrophytes** y sont diversifiés et abondants.

En résumé, 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 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. Cependant, 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 (les épandages d'engrais et de fumier à proximité du lac, les rejets des installations septiques non conformes, l'artificialisation des rives ainsi que les coupes forestières excessives). 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.

Mis à part les problèmes d'anoxie et les risques de prolifération de cyanobactéries qu'engendre l'eutrophisation des lacs, c'est d'abord l'**envasement** et l'envahissement de la zone littorale par les végétaux aquatiques qui conduisent à la perte d'usages récréatifs en bordure de ces lacs (baignade, nautisme, etc.).



Matériel et méthode

Le protocole de caractérisation de la zone littorale du lac Bélanger a été élaboré afin d'établir un portrait général de l'état de santé de la zone peu profonde du pourtour du lac : le littoral. Inspiré des travaux du RAPPEL portant sur l'inventaire du littoral du lac Memphrémagog (RAPPEL, 2005b), le présent protocole a été développé afin qu'il soit réalisable avec un effort d'échantillonnage réduit. Par conséquent, l'estimation des principaux paramètres a été effectuée à partir d'une évaluation visuelle sur le terrain pour des secteurs homogènes du littoral du lac. Ainsi, 12 secteurs ont été inventoriés au lac Bélanger.

Les secteurs de la zone littorale ont été déterminés et géoréférencés à l'aide d'un GPS directement sur le terrain. Par la suite, l'inventaire de la zone littorale a été effectué visuellement à l'aide d'un aquascope pour des profondeurs variant entre 0 et 2 mètres, et ce, pour chaque secteur du littoral. Pour ces différents secteurs, l'inventaire des macrophytes a été réalisé par l'estimation du recouvrement occupé par les différentes espèces (ou groupes taxonomiques**) de macrophytes. L'identification des macrophytes a été effectuée sur le terrain et en laboratoire lorsqu'un microscope était requis. Parallèlement, la caractérisation des sédiments de fond de la zone littorale a été réalisée par l'évaluation visuelle du type de substrat (ex. : sédiments fins, sable, gravier, etc.) et par l'estimation de la profondeur des sédiments récents à l'aide d'une tige graduée.

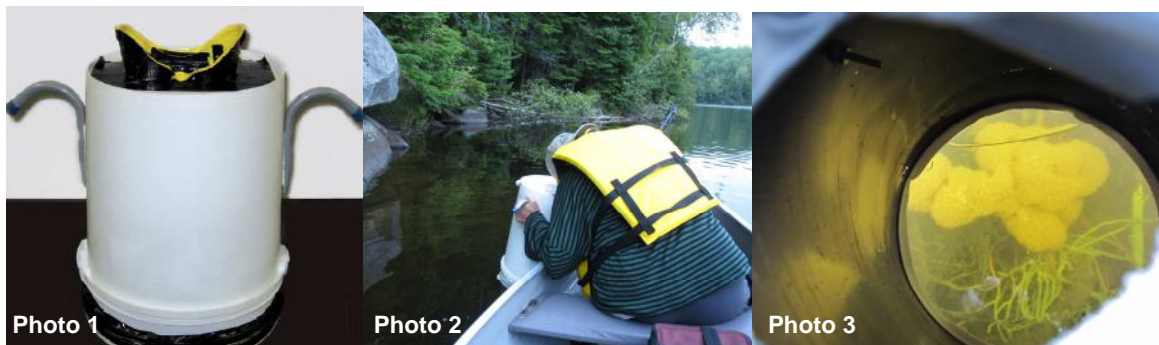


Photo 1 : Aquascope maison fabriqué à partir du protocole de Legendre, 2008. Photo : Legendre, 2008.

Photo 2 : Inventaire de la zone littorale au lac des Six. Photo : Yann Boissonneault, 2010.

Photo 3 : Vue subaquatique de la zone littorale du lac des Six à l'aide d'un aquascope. La masse globuleuse jaunâtre est une colonie de bryozoaires, des animaux primitifs anciennement confondus avec des végétaux. La masse verte constituée de projections correspond à une éponge d'eau douce (*Spongilla lacustris*). Photo : Sophie Lemire, 2010.

** Certaines espèces de macrophytes sont difficiles à identifier parce qu'elles requièrent une identification plus poussée. Dans certains cas, des espèces ont été jumelées dans un même groupe taxonomique.



Pourcentage de recouvrement des macrophytes

L'inventaire des macrophytes consiste d'abord à établir un portrait de l'envahissement par les végétaux aquatiques dans la zone littorale du lac. Le pourcentage de recouvrement total des macrophytes a donc été estimé pour chaque secteur de la zone littorale du lac. Comme les macrophytes atteignent leur développement maximal au mois d'août, l'inventaire de la zone littorale a été effectué à cette période. Les différentes classes de recouvrement des macrophytes indiquent le degré d'envahissement de la zone littorale.

Classes de recouvrement des macrophytes :

0 - 10 %
11 - 25 %
26 - 50 %
51 - 75 %
76 - 100 %

Source : RAPPEL, 2005b

Inventaire spécifique des macrophytes

Afin de dresser le portrait général des communautés de macrophytes, l'abondance relative des macrophytes a été calculée. Le pourcentage de recouvrement moyen a ainsi été estimé pour chaque espèce ou groupe taxonomique. Par la suite, il a été possible de mettre en évidence la distribution des espèces dominantes, leur occurrence et les espèces indicatrices des milieux eutrophes. De plus, cet inventaire a permis d'identifier les macrophytes considérés comme étant problématiques, soit à potentiel d'envahissement élevé. L'abondance relative des macrophytes a été estimée pour chaque secteur de la zone littorale du lac à partir d'une évaluation visuelle.

La présence excessive des algues filamenteuses et du périphyton^{††} a aussi été notée pour chaque secteur inventorié. Ces deux types d'algues sont indicatrices d'eutrophisation lorsqu'elles sont surabondantes, soit assez abondantes pour être visibles à l'œil nu.



Algues vertes filamenteuses
Source : Biggs et Kilroy, 2000



Algues brunes microscopiques
Source : Campeau *et coll.*, 2008

^{††} Algues microscopiques de teinte brunâtre qui tapissent le fond des plans d'eau.



Accumulation sédimentaire

La mesure de l'accumulation sédimentaire permet d'évaluer l'envasement des différents secteurs inventoriés. Pour chaque secteur de la zone littorale inventorié, cinq mesures d'épaisseur des sédiments ont été prises à l'aide d'une tige graduée. Par la suite, la moyenne de ces mesures a été calculée. Trois classes d'épaisseur des sédiments sont présentées afin de considérer l'importance de la sédimentation.

Classes d'épaisseur des sédiments :

0 - 10 cm
10 - 50 cm
50 cm et +

Source : RAPPEL, 2005b

Type de substrat

La caractérisation des différents types de substrats du fond a été effectuée dans la zone littorale. Elle permet par exemple d'identifier les secteurs de la zone littorale soumis aux apports en matière organique (vase). Comme certaines espèces de macrophytes ont des préférences distinctes pour le substrat dans lequel elles s'enracinent, il est possible d'en expliquer la présence dans un secteur donné. L'évaluation qualitative du substrat a été faite visuellement sur le terrain. Voici la liste des différents types de substrats.

Les types de substrats inventoriés :

Mince dépôt de particules fines
Particules fines
Sable
Gravier
Galets
Bloc
Roc

Source : RAPPEL, 2005b



Résultats et interprétation

Pourcentage de recouvrement des macrophytes

En 2012 au lac Bélanger, le recouvrement moyen de la zone littorale par les macrophytes était de 42 %, ce qui traduit une abondance de végétaux aquatiques intermédiaire en termes d'importance. Les différentes classes de recouvrement par les macrophytes étaient toutes représentées dans ce lac (carte 4). Les zones présentant les recouvrements par les macrophytes les plus importants étaient situées à proximité de l'exutoire du principal tributaire, au nord-ouest du lac, et dans une baie à l'est du lac (carte 4).

Inventaire spécifique des macrophytes

D'abord, l'inventaire des macrophytes nous a permis d'observer la présence de 25 espèces de macrophytes au lac Bélanger. Cette richesse élevée en espèce est typique des lacs mésotrophes. Les espèces les plus rencontrées (occurrence) sur l'ensemble de la ceinture littorale du lac étaient : *Ériocolon à sept angles* (83 % d'occurrence), *Éléocharide aciculaire* (75 % d'occurrence), *Vallisnérie d'amérique* et *Sagittaire graminioïde* (67 % d'occurrence chacune; tableau 5). Six autres espèces de macrophytes étaient présentes dans la moitié des secteurs inventoriés (50 % d'occurrence; tableau 5).

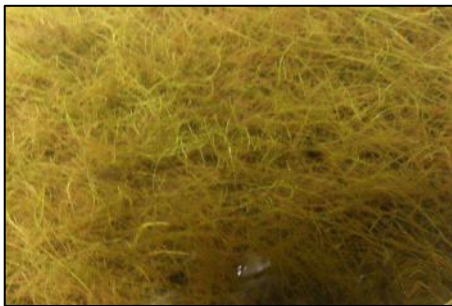
Les espèces les plus abondantes lorsque présentes dans un secteur inventorié étaient : *Éléocharide aciculaire* (19 % de recouvrement moyen), *Ériocolon à sept angles* (12 % de recouvrement moyen) et *Éléocharide des marais* (10 % de recouvrement moyen). Notons que des dix espèces les plus rencontrées au lac Bélanger, cinq d'entre elles sont typiques des milieux oligotrophes, bien qu'elles peuvent être rencontrées dans les milieux mésotrophes et eutrophes, et deux espèces sont typiques des milieux mésotrophes et eutrophes (tableau 5). Trois espèces n'ont pas de niveau trophique préférentiel identifié dans la littérature (tableau 5).



L'espèce dominante au lac Bélanger était sans contredit l'**Ériocaulon à sept angles**. On la retrouvait dans l'ensemble des secteurs inventoriés, et lorsqu'elle était présente, elle dominait la communauté de macrophytes. L'**Ériocaulon à sept angles** est une plante aquatique commune au Québec. Cette espèce se caractérise par ses feuilles longuement triangulaires disposées en rosette à la surface du sol (RAPPEL, 2008b). Elle colonise les eaux peu profondes (moins de 1 mètre) qui reposent généralement sur un substrat graveleux ou sableux. Typique des milieux oligotrophes, on la retrouve aussi dans les plans d'eau mésotrophes (Fleurbec, 1987). Compte tenu de sa petite taille, cette espèce ne limite que très peu les activités humaines. On la retrouvait dans 83 % des secteurs inventoriés, et lorsqu'elle était présente, elle occupait en moyenne 12 % de la zone littorale.



Ériocaulon à sept angles
Source : RAPPEL, 2008b.
Photo reproduite avec
l'autorisation du RAPPEL
obtenue en 2011.



Éléocharide aciculaire
photographiée à partir d'un
aquascope. Lac Saint-Alexis, 2011.

L'Éléocharide aciculaire et **l'Éléocharide des marais** sont des plantes aquatiques typiques des milieux aquatiques peu profonds, tels les étangs ou les marais. Formant des gazons serrés et possédant des tiges sans feuilles, elles ont l'allure de grands cheveux verts flottant à la surface de l'eau. Soulignons que ces espèces sont répandues sur toute l'Amérique du Nord (Marie-Victorin, 1995). Ces espèces étaient présentes sur plus de la moitié de la zone littorale du lac Bélanger et dominaient lorsqu'elles étaient présentes.

Les algues filamenteuses et le périphyton

Lors de nos visites terrain, nous avons observé la présence d'algues filamenteuses dans 17 % des secteurs inventoriés. Ces secteurs étaient situés au sud-ouest du lac à proximité de la décharge du lac (secteurs 01 et 02; carte 4). Rappelons que les algues filamenteuses sont indicatrices d'eutrophisation lorsqu'elles sont surabondantes.

L'accumulation d'algues périphytiques ou épiphytiques (algues brunes) a aussi été observée lors de nos visites terrain. Cette accumulation était présente dans 58 % des secteurs inventoriés, soit dans les secteurs 01 à 03, 05, 06, 08 et 09 (carte 4). Rappelons que la présence excessive de périphyton est aussi indicatrice d'eutrophisation.

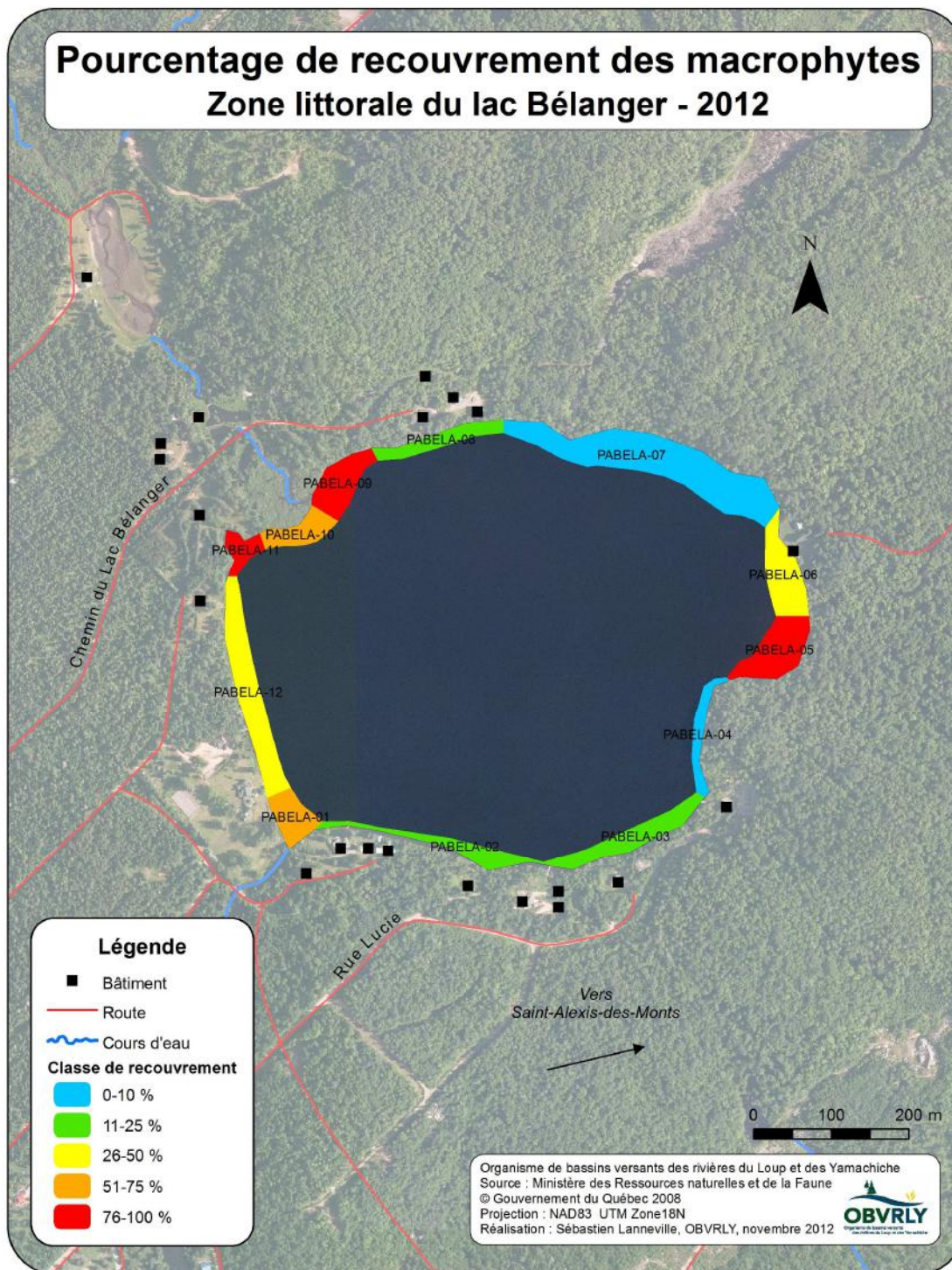


Tableau 5 : Occurrence, recouvrement moyen et niveau trophique préférentiel des macrophytes du lac Bélanger, 2012

Espèces	Occurrence (%)	Recouvrement moyen (%)	Niveau trophique préférentiel *
Ériocolon à sept angles	83	12	O/M
Éléocharide aciculaire	75	19	N/D
Vallisnérie d'amérique	67	1	M/E
Sagittaire graminioïde	67	1	O
Éléocharide des marais	50	10	N/D
Nymphée sp.	50	5	O/M/E
Potamot émergé	50	5	O/M
Brasénie de Schreber	50	2	O/M/E
Naïas souple	50	2	M/E
Rubanier flottant	50	2	N/D
Potamot nain	33	5	M/E
Isoète à spores épineuses	33	1	O
Utriculaire vulgaire	33	1	M/E
Pontédérie à feuilles en cœur	25	1	E
Potamot graminioïde	25	1	M
Rubanier à feuilles étroites	25	1	N/D
Myriophylle grêle	17	1	N/D
Utriculaire pourpre	17	1	M/E
Potamot de Robbins	8	2	M/E
Potamot spiralé	8	2	M/E
Cornifle nageante	8	1	E
Grand nénuphar jaune	8	1	O/M/E
Renouée amphibie	8	1	E
Rubanier sp.	8	1	N/D
Utricularia intermédiaire	8	1	M/E

* O = oligotrophe; M = mésotrophe; E = eutrophe; N/D = non disponible.
Tiré de Fleurbec, 1987





Carte 4 : Pourcentage des macrophytes, zone littorale du lac Bélanger - 2012



Type de substrat

Les types de substrats dominants rencontrés dans la zone littorale du lac Bélanger étaient principalement composés de dépôt de particules fines et de sable (tableau 6). La présence de minces dépôts de particules fines a été observée dans 58 % des secteurs inventoriés et la présence de particules fines correspondant à une accumulation sédimentaire et de matière organique a été observée dans 42 % des secteurs inventoriés (tableau 6). Ces derniers étaient situés dans la zone littorale des secteurs est et nord du lac pour la plupart (secteurs 06 et 08 à 11). Les autres secteurs du lac étaient plutôt caractérisés par la présence de sable recouvert de minces dépôts de particules fines.

Tableau 6 : Substrats rencontrés dans la zone littorale du lac Bélanger en 2012

Type de substrat	Occurrence (%)*
Mince dépôt de particules fines	58
Particules fines	42
Sable	42
Gravier	8
Galets	25
Bloc	17
Roc	17

* Pourcentage des secteurs inventoriés où nous avons noté la présence d'un type de substrat donné. Notons qu'un secteur donné de la zone littorale peut comporter plusieurs types de substrats.

Accumulation sédimentaire

L'accumulation moyenne des sédiments récents de la zone littorale du lac Bélanger était de 5 cm, ce qui représente une faible accumulation sédimentaire. C'est dans les secteurs 06, 09, 10 et 11 que nous avons observé les plus importantes accumulations sédimentaires (carte 4). L'épaisseur estimée des sédiments pouvait y atteindre 14 cm d'accumulations récentes, ce qui représente une accumulation intermédiaire de sédiments récents en termes d'importance. La plupart de ces secteurs étaient situés dans des baies ou à proximité de l'exutoire des tributaires.



À retenir

Voici les faits saillants de la caractérisation du littoral du lac Bélanger qui nous a permis de constater quelques signes d'enrichissement en nutriments et d'apports en sédiments qui notons-le étaient plus marqués dans certains secteurs du lac :

- Le recouvrement moyen de la zone littorale par les macrophytes était intermédiaire en termes d'importance et typique des milieux mésotrophes.
- La richesse spécifique relativement élevée (25 espèces de macrophytes inventoriées) est généralement typique des lacs mésotrophes.
- L'espèce dominante de macrophytes inventoriées au lac Bélanger était l'*Ériocolon à sept angles*, une espèce typique des milieux oligotrophes. Rappelons que, de par sa petite taille, cette espèce limite très peu les activités humaines. Les deux espèces co-dominantes appartenaient au genre *Éléocharide*, des espèces typiques des milieux humides, tels les étangs ou les marais. Ces dernières sont généralement associées aux milieux mésotrophes ou eutrophes.
- La présence d'algues filamenteuses a été observée dans 17 % des secteurs inventoriés. Ces secteurs étaient situés au sud-ouest du lac à proximité de la décharge du lac.



CONCLUSION

Cette étude visait à identifier les principaux symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac Bélanger. Bien que l'ensemble des mesures effectuées dans le cadre de cette étude ne suggère pas de problèmes sévères de vieillissement prématuré du lac (eutrophisation), nous avons observé certains signes d'eutrophisation pour ce lac :

- Les résultats obtenus à partir des mesures effectuées selon le protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* en 2012 situaient le lac Bélanger dans la classe oligotrophe. À partir de ces mesures, nous ne pouvons donc pas établir que le processus d'eutrophisation est amorcé pour ce lac.
- Toutefois, des déficits en oxygène dissous ont été observés dans les eaux profondes (hypolimnion) près des sédiments, ce qui laisse entrevoir un signe d'eutrophisation. Les mesures de la conductivité qui sont relativement élevées semblent appuyer cette hypothèse.

La ceinture littorale qui correspond à la zone peu profonde autour du lac reçoit une part importante des apports sédimentaires et en nutriments provenant du territoire. Ces apports en nutriments, comme le phosphore, sont reconnus pour contribuer à l'eutrophisation des plans d'eau. Par ailleurs, il est connu qu'une grande partie de la charge diffuse en phosphore est initialement séquestrée dans la zone littorale par les macrophytes, les épiphytes et les sédiments (Carignan, 2010). La caractérisation de la zone littorale du lac Bélanger a donc été effectuée afin de compléter les informations obtenues à partir des mesures effectuées dans cette étude, tels les profils physico-chimiques et les mesures réalisées selon le protocole du *Réseau de surveillance volontaire des lacs* du MDDEFP. La caractérisation du littoral a ainsi permis de confirmer que le lac Bélanger était relativement en bonne santé à l'égard de l'eutrophisation, malgré quelques signes d'eutrophisation. En voici les faits saillants :

- Le recouvrement moyen de la zone littorale par les macrophytes était intermédiaire en termes d'importance et donc typique des milieux mésotrophes. Les zones présentant les recouvrements par les macrophytes les plus importants étaient situées à proximité de l'exutoire du principal tributaire, au nord-ouest du lac, et dans une baie à l'est du lac
- La richesse spécifique relativement élevée (25 espèces de macrophytes inventoriées) est généralement typique des lacs mésotrophes.
- L'espèce dominante de macrophytes inventoriées au lac Bélanger était l'*Ériocolon à sept angles*, une espèce typique des milieux oligotrophes. Rappelons que, de par sa petite taille, cette espèce limite très peu les activités humaines. Cependant, les deux espèces co-dominantes appartenaient au genre *Éléocharide*, des espèces typiques des milieux humides, tels les étangs ou les marais. Ces dernières sont généralement associées aux milieux mésotrophes ou eutrophes.



- La présence d'algues filamenteuses (indicatrices d'eutrophisation lorsqu'elles sont surabondantes) a été observée dans 17 % des secteurs inventoriés. Ces secteurs étaient situés au sud-ouest du lac à proximité de la décharge du lac.

Nous avons tenté de comprendre, à partir des données disponibles, si la situation géographique du lac Bélanger pouvait être un facteur favorisant le vieillissement prématuré (eutrophisation) de celui-ci. Or, après analyse du ratio de drainage et de l'état écologique des bandes riveraines, nous avons constaté que ces facteurs ne favorisaient pas des apports importants en sédiments :

- Le lac Bélanger possède un bassin versant dont la superficie est quarante fois supérieure à la superficie de son lac, ce qui est relativement élevé en termes d'importance comme ratio de drainage. Par conséquent, les charges naturelles en sédiments et en éléments nutritifs peuvent être relativement élevées. Cependant, l'accumulation moyenne des sédiments récents de la zone littorale du lac Bélanger était de 5 cm, ce qui représente une faible accumulation sédimentaire. Elle pouvait atteindre 14 cm à certains endroits (près de l'exutoire du principal tributaire au nord-ouest du lac), ce qui représente une accumulation sédimentaire intermédiaire en termes d'importance.
- Les rives du lac Bélanger étaient de bonne qualité dans l'ensemble (excellente qualité à qualité intermédiaire). Malgré ce bon état riverain, des améliorations devront être apportées par la revégétalisation pour certains secteurs, afin de minimiser leurs impacts sur l'intégrité écologique de ce lac.

Cependant, d'autres facteurs pourraient expliquer les quelques signes d'eutrophisation observés dans le littoral du lac Bélanger :

- La présence de milieux humides près du lac dans le secteur nord. Les milieux humides sont des environnements productifs, donc riches en matières organiques et en nutriments. Il est reconnu que ces milieux, surtout s'ils sont récents (ex. : milieux humides créés par la présence de castors), jouent un rôle dans l'enrichissement des eaux des lacs en matières organiques et en nutriments (ex. : le phosphore) via les tributaires et les eaux de ruissellement. Les concentrations relativement élevées en carbone organique dissous (COD) observées dans les eaux du lac, qui confèrent une couleur brunâtre à l'eau, témoignent de cet enrichissement en matière organique. Afin de quantifier les apports en phosphore provenant de ces milieux, des modèles d'exportation en phosphore provenant du bassin versant devront être utilisés.
- Dans le passé, le niveau d'eau du lac Bélanger a été élevé par l'érection d'un barrage situé à l'exutoire du lac. L'envolement des terres qui résulte de l'élévation du niveau de l'eau peut causer un apport en phosphore. La décomposition de la matière organique issue des sols inondés peut contribuer aux apports en phosphore et en azote pendant des décennies (Carignan, 2008).



Les principaux lacs situés en amont du bassin versant du lac Bélanger (lac Rouge, lac du Milieu et d'en Bas) ont fait l'objet d'un suivi – phase 1 en 2010 (voir Boissonneault, 2011). Dans cette étude qui vise à identifier les lacs problématiques à l'égard de l'eutrophisation, deux lacs présentaient des signes d'eutrophisation, tels des déficits en oxygène dans les eaux profondes (hypolimnion). Or, nous pourrions croire que les signes d'eutrophisation observés aux lacs du Milieu et d'en Bas contribuent à la dégradation de l'état de santé du lac Bélanger. Cependant, l'évaluation complète des symptômes d'eutrophisation (caractérisation – phase 2) n'a pas été effectuée pour les lacs du Milieu et d'en Bas. Ce suivi nous permettrait de confirmer que ces lacs sont réellement en processus d'eutrophisation accéléré. Par contre, des mesures physico-chimiques supplémentaires effectuées dans les eaux des principaux tributaires qui se jettent dans le lac Bélanger permettraient de vérifier la présence de concentrations élevées en nutriments (ex. : phosphore), en matière organique et en matières en suspension.

Rappelons que cette étude (phase 2; voir annexe 3) avait pour objectif d'identifier la présence de symptômes d'eutrophisation au lac Bélanger. De ce fait, elle ne visait pas l'identification exhaustive des causes de perturbations qui proviennent principalement des activités qui ont lieu à l'intérieur de son bassin versant. Ces causes sont plutôt examinées lors d'une 3^e phase d'étude qui consiste à les déterminer par l'analyse du bassin versant du lac et de ses tributaires (voir annexe 3).

L'ensemble des mesures effectuées en 2012 nous indique que le lac Bélanger était en bonne santé, mais que celui-ci présentait une vulnérabilité relative à l'eutrophisation. Comme des signes d'eutrophisation ont été observés dans la zone littorale de certains secteurs et dans les eaux profondes (hypolimnion) de la fosse, une attention particulière devra être accordée aux activités qui ont lieu sur son pourtour, tel l'état des bandes riveraines, des chemins et des installations septiques. Ces efforts devront être déployés de la part des riverains et des instances concernés par la gestion des plans d'eau afin de préserver son état de santé actuel.



RECOMMANDATIONS

Cette étude nous indique que le lac Bélanger est généralement en bonne santé, mais que celui-ci présente une vulnérabilité à l'eutrophisation. Les neuf recommandations qui sont émises dans cette section permettront de définir des pistes de solutions afin de diminuer les apports en phosphore, ce dernier étant considéré comme le principal responsable de l'eutrophisation des lacs. 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 acteurs du milieu (riverains, municipalités, forestiers, etc.) qui permettra d'atteindre les objectifs de conservation préalablement établis. Ainsi, il sera possible de préserver l'état actuel du lac Bélanger et les usages qui y sont associés.

1. Assurer le suivi de la conformité des installations septiques

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) 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.22). 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.22) 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 MDDEFP 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^{§§}.

^{‡‡} Voir : MDDEFP, 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, de la Faune et des Parcs :*

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



2. Assurer le suivi de la revégétalisation des bandes riveraines

La municipalité 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. Idéalement, toutes les rives des propriétés riveraines du lac 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 MDDEFP. 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 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 faite selon les règles du génie végétal.

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



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

Le Règlement relatif à la revégétalisation des rives et visant à combattre l'eutrophisation des lacs et cours d'eau de Saint-Élie-de-Caxton :

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

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

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

MDDEFP. *Végétalisation de la bande riveraine.*

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

3. 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>).

4. 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.



5. Gestion environnementale des eaux de ruissellement

Afin de limiter les apports diffus en sédiments et en nutriments provenant de l'ensemble du bassin versant du lac, 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 p. [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, Régions et Occupations du territoire (MAMROT). 364 pages + 3 annexes
[\[www.mddefp.gouv.qc.ca/eau3pluviales/guides.htm\]](http://www.mddefp.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>

6. 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>



7. 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'eaux 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 :

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

8. Éviter d'arracher les plantes aquatiques

Que ce soit à la main ou par faucardage, il est inutile et néfaste pour l'écosystème littoral d'arracher les plantes aquatiques. En fait, cette action :

- N'empêche pas une future repousse
- Provoque une croissance accrue des algues⁺⁺⁺
- Facilite la dispersion des espèces envahissantes⁺⁺⁺
- Perturbe l'habitat aquatique

Finalement, l'enlèvement des végétaux aquatiques en zone littorale aura un effet temporaire et ne règlera pas le problème à la source.

⁺⁺⁺ ...les algues et les plantes aquatiques sont en compétition pour la lumière et pour les éléments nutritifs. Lorsqu'on arrache les plantes aquatiques, les algues n'ayant plus de compétiteurs prolifèrent massivement (RAPPEL, 2008).

⁺⁺⁺ Certaines espèces de macrophytes ont la capacité de se reproduire par fragmentation végétative. Lorsqu'on arrache ces végétaux, des fragments qui ont le potentiel de former de nouveaux végétaux sont produits en grande quantité (RAPPEL, 2008).



9. Élaboration du plan directeur du bassin versant du lac Bélanger

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

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

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

Les trois étapes suivantes du plan directeur concernent les acteurs de l'eau du lac Bélanger. 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, de la Faune 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.mddefp.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf



LISTE DES CARTES

Carte 1 : Bassin versant du lac Bélanger, municipalité de Saint-Alexis-des-Monts.....	12
Carte 2 : Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR), lac Bélanger, 2012.....	15
Carte 3 : Station d'échantillonnage des mesures effectuées à partir du protocole du <i>Réseau de surveillance volontaire des lacs</i> (RSVL) et des mesures des profils physico-chimiques, lac Bélanger - 2012.....	20
Carte 4 : Pourcentage des macrophytes, zone littorale du lac Bélanger - 2012.....	37



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Composition moyenne des rives du lac Bélanger en 2012	14
Figure 2 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe A de l'IQBR, lac Bélanger, 2012	16
Figure 3 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe B de l'IQBR, lac Bélanger, 2012	16
Figure 4 : Composition moyenne d'une rive appartenant à la classe C de l'IQBR, lac Bélanger, 2012	17
Figure 5 : Diagramme de classement du niveau trophique du lac Bélanger obtenu à partir des moyennes estivales des données physico- chimiques en 2012	22
Figure 6 : Stratification thermique d'un lac dimictique.....	23
Figure 7 : Profil physico-chimique du lac Bélanger, septembre 2012.....	26



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Paramètres géographiques du bassin versant du lac Bélanger et ratio de drainage	11
Tableau 2 : Proportion des classes de l'IQBR des rives du lac Bélanger en 2012	14
Tableau 3 : Données physico-chimiques du lac Bélanger – saison 2012.....	21
Tableau 4 : Valeurs de saturation et de concentration en oxygène dissous requises pour la préservation de la vie aquatique	27
Tableau 5 : Occurrence, recouvrement moyen et niveau trophique préférentiel des macrophytes du lac Bélanger, 2012	36
Tableau 6 : Substrats rencontrés dans la zone littorale du lac Bélanger en 2012	38



RÉFÉRENCES

- BIGGS, B.J.F. et C. KILROY, 2000. *Stream Periphyton Monitoring Manual*. NIWA. Prepared for the New Zealand Ministry for the Environment, 120 p.
- BINESSE, M., 1983. *Protection et amélioration des cours d'eau : objectif faune aquatique*. MLCP. Dir. Gén. de la faune, 153 p.
- BOISSONNEAULT, Y. 2012. *Identification des lacs problématiques - 2012 (phase 1), municipalités de Saint-Alexis-des-Monts et de Saint-Élie-de-Caxton*. Rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 22 pages et 4 annexes.
- BOISSONNEAULT, Y., 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 présenté à l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 27 pages et 4 annexes.
- CAMPEAU, S., LAVOIE, I., GRENIER, M., BOISSONNEAULT, Y. et S. LACOURSIÈRE, 2009. *Le suivi de la qualité de l'eau des rivières à l'aide de l'indice IDEC*, Guide d'utilisation de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC), Université du Québec à Trois-Rivières, 18 p.
- CARIGNAN, R., 2008. *Évolution de l'état des lacs de la municipalité de Saint-Hippolyte entre 1998 et 2007*, Université de Montréal, Station biologique des Laurentides, décembre 2008, 59 pages.
- CARIGNAN, R., 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.
- 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.
- DUTARTRE, A. et V. BERTRIN, 2009. *Mise en œuvre de la directive cadre européenne sur l'eau dans les plans d'eau. Méthodologie d'étude des communautés de macrophytes en plans d'eau*, CEMAGREF, Sciences, eaux et territoires, Unité de Recherche Réseaux, épuration et qualité des eaux, 28 p.
- FLEURBEC, 1987. *Plantes sauvages des lacs, rivières et tourbières. Guide d'identification Fleurbec*, Fleurbec éditeur, Saint-Augustin (Portneuf), ISBN 2-920174-10-X, 399 p.



- 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.mddefp.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>
- HADE, A., 2003. *Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger*. Réimprimé au Canada en avril 2007. Les éditions Fides. 359 pages.
- HAURY J., PELTRE M.-C., MULLER S., THIEBAUT G., TREMOLIERES M., DEMARS B., BARBE J., DUTARTRE A., DANIEL H., BERNEZ I., GUERLESQUIN M. et E. LAMBERT, 2000. – *Les macrophytes aquatiques bioindicateurs des systèmes lotiques - Intérêts et limites des indices macrophytiques. Synthèse bibliographique des principales approches européennes pour le diagnostic biologique des cours d'eau*, UMR INRA-ENSA EQHC Rennes & CREUM-Phytoécologie Univ. Metz. Agence de l'Eau Artois-Picardie : 101 p. + ann.
- LAPALME, R., 2006. *Protéger et restaurer les lacs*. Bertrand Dumont éditeur inc. 192 pages.
- LEGENDRE, S. et CRE Laurentides, 2008. *Protocole de fabrication d'un aquascope maison*, septembre 2008, 2e édition mai 2009, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement et CRE Laurentides, ISBN 978-2-550-55775-3 (version imprimée), 6p.
- MARIE-VICTORIN, F.E.C., 1995. *Flore laurentienne, troisième édition*, Les presses de l'Université de Montréal, ISBN 2-7606-1650-9, 1093 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides) et Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL), 2011. *Protocole de suivi du périphyton*, Québec, MDDEP, Direction du suivi de l'état de l'environnement et CRE Laurentides, ISBN 978-2-550-62477-6 (PDF), 33 p.
- 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.mddefp.gouv.qc.ca/eau/rsv-lacs/methodes.htm>
- OBVRLY, 2011. *Portrait et diagnostic du bassin versant du lac des Six - 2009, municipalité de Saint-Boniface*, Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 91 p. www.obvrlly.ca
- 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, 2005a. *Faut-il mépriser les plantes aquatiques. Fiche technique n°10*, Regroupement des Associations Pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François (RAPPEL). http://www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_10_-_plantes_aquatiques.pdf
- RAPPEL, 2005b. *Opération santé du lac Memphrémagog (phase 1)*, Rapport final, avril 2005, Regroupement des Associations Pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François (RAPPEL), 239 p. (16 annexes).
- RAPPEL, 2008a. *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
- RAPPEL, 2008b. *Les plantes aquatiques*, Regroupement des Associations Pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François (RAPPEL), [en ligne] <http://www.rappel.qc.ca/lac/plantes-aquatiques.html> [consulté le 19 avril 2011]
- 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.mddefp.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/rapport.pdf



ANNEXE 1 : DONNÉES BRUTES DES PRÉLÈVEMENTS PHYSICO-CHIMIQUES

Lieu : Lac Bélanger

Date de prélèvement : 5 septembre 2012

Heure : 14 h 20

Météo : Nuages, 18°C

Projection : UTM, NAD 83

Latitude : 18T 639 389

Longitude : 5 146 912

Prélevé par : Yann Boissonneault

Tableau I. Données brutes du profil physico-chimique du lac Bélanger

Profondeur (mètre)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	O ₂ dissous (mg/L)	O ₂ dissous (% saturation)	pH
1	22,8	31	9,1	105	7,5
2	21,8	31	9,0	102	7,6
3	21,5	31	9,1	103	7,4
4	20,9	30	9,3	104	7,5
5	12,9	22	12,7	122	7,5
6	11,0	20	11,7	106	7,5
7	8,4	19	10,9	93	7,4
8	7,1	19	7,1	57	7,3
9	6,4	18	7,3	59	7,3
10	5,9	18	7,5	60	7,3
11	5,7	18	5,3	43	7,2
12	5,8	18	5,2	41	7,3
14	5,2	115	0,1	1	7,1
Moyenne	-	30	-	-	7,4



ANNEXE 2 : MACROPHYTES INVENTORIÉS AU LAC BÉLANGER -2012

Nom latin, nom commun et niveau trophique préférentiel des macrophytes

Nom latin	Nom commun	Niveau trophique préférentiel*
<i>Brasenia schreberi</i> S.G.Gmel.	Brasénie de Schreber	O/M/E
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Cornifle nageante	E
<i>Eleocharis acicularis</i>	Éléocharide aciculaire	N/D
<i>Eleocharis palustris</i> L.	Éléocharide des marais	N/D
<i>Eriocaulon septangulare</i> With	Ériocolon à sept angles	O/M
<i>Isoetes echinospora</i> Dur.	Isoète à spores épineuses	O
<i>Myriophyllum tenellum</i> Bigel	Myriophylle grêle	N/D
<i>Najas flexilis</i> (Willd.) Rostk. & Schmidt.	Naïas souple	M/E
<i>Nuphar variegata</i> Engelmann	Grand nénuphar jaune	O/M/E
<i>Nymphaea</i> sp.	Nymphée sp.	O/M/E
<i>Polygonum amphibium</i> L.	Renouée amphibie	E
<i>Pontederia cordata</i> L.	Pontédérie à feuilles en cœur	E
<i>Potamogeton epihydrus</i> Raff.	Potamot émergé	O/M
<i>Potamogeton gramineus</i> L.	Potamot graminioïde	M
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	Potamot nain	M/E
<i>Potamogeton Robbinsii</i> Oakes	Potamot de Robbins	M/E
<i>Potamogeton spirilus</i> Tuckerman	Potamot spiralé	M/E
<i>Sagittaria graminea</i> Michx	Sagittaire graminioïde	O
<i>Sparaganium</i> sp	Rubanier sp.	N/D
<i>Sparganium fluctuans</i> (Morong) Robinson	Rubanier flottant	N/D
<i>Sparganium angustifolium</i> Michx	Rubanier à feuilles étroites	N/D
<i>Utricularia intermedia</i> Hayne	Utricularia intermédiaire	M/E
<i>Utricularia purpurea</i> Walt.	Utriculaire pourpre	M/E
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	Utriculaire vulgaire	M/E
<i>Vallisneria americana</i> Michaux	Vallisnérie d'amérique	M/E

* O = oligotrophe; M = mésotrophe; E = eutrophe; N/D = non disponible
Tiré de Fleurbec, 1987



ANNEXE 3 : 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 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 phytoplanctonique 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 des bandes riveraines (IQBR) :

- Développé par le MDDEFP, 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

^{****} Généralement l'inscription au programme RSVL du MDDEFP (coût approximatif 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



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.

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 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. »

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

