

2010

Diagnose écologique du lac Neigette



Conseil de bassin
de la rivière Saint-Charles

Référence à citer :

Conseil de bassin de la rivière Saint-Charles, 2010. *Diagnose écologique du lac Neigette*, 55 p.

Table des matières

Liste des tableaux	III
Liste des figures	IV
Liste des photos	IV
Liste des annexes	V
Mise en contexte et objectifs	1
Méthodologie.....	1
Description physique du lac et des tributaires.....	3
Étude du lac Neigette	6
Descripteurs conventionnels étudiés	6
Température.....	6
Oxygène dissous.....	7
Conductivité	7
pH	8
Concentration d'ions chlorure	9
Phosphore total	10
Matières en suspension	11
Azote total	11
Chlorophylle α totale	12
Transparence de l'eau.....	13
Phytoplancton	13
Herbier aquatique.....	15
Caractérisation des rives	20
État trophique.....	20
Étude des tributaires	22
Descripteurs conventionnels étudiés	22
Température.....	24
Oxygène dissous.....	24
Conductivité	24
pH	25
Concentration d'ions chlorure	26
Phosphore total	26
Matières en suspension	26

Azote total	27
Azote ammoniacal.....	27
Nitrites et nitrates	27
Chlorophylle α totale	28
Turbidité	28
Coliformes fécaux	29
Indice de la qualité bactériologique et physicochimique (IQBP).....	29
Caractérisation des rives	32
Discussion.....	37
Recommandations	38
Tributaire 1	38
Tributaire 2 et garage municipal	38
Surveillance des floraisons de cyanobactéries	40
Suivi des taux de sels et des sources de sédiments.....	41
Références.....	41
Annexes	44

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques physiques du lac Neigette	3
Tableau 2 : Concentration d'ions chlorure (mg/l) observée au lac Neigette	10
Tableau 3 : Concentrations de phosphore total (mg/l) observées au lac Neigette	11
Tableau 4 : Matières en suspension (mg/l) observées au lac Neigette	11
Tableau 5 : Azote total (mg/l) au lac Neigette	12
Tableau 6 : Mesures de transparence au lac Neigette.....	13
Tableau 7 : Sommaire de la productivité des différentes classes de phytoplancton retrouvées au lac Neigette au cours de la saison 2009	15
Tableau 8 : Données de température (°C) pour les tributaires du lac Neigette	24
Tableau 9 : Données d'oxygène dissous (mg/l) pour les tributaires du lac Neigette.....	24
Tableau 10 : Données d'oxygène dissous (% saturation) pour les tributaires du lac Neigette.....	24
Tableau 11 : Données de conductivité (μ S/cm) pour les tributaires du lac Neigette.....	25
Tableau 12 : Données de pH mesurées aux tributaires du lac Neigette.....	25
Tableau 13 : Concentrations d'ions chlorure (mg/l) aux tributaires du lac Neigette	26
Tableau 14 : Concentrations de phosphore total (mg/l) aux tributaires 1 et 2	26
Tableau 15 : Comparaison des matières en suspension (mg/l) aux tributaires 1 et 2	27
Tableau 16 : Concentrations d'azote total (mg/l) aux tributaires 1 et 2	27

Tableau 17 : Concentrations d'azote ammoniacal (mg N/l) aux tributaires 1 et 2.....	27
Tableau 18 : Concentrations des nitrites et des nitrates (mg N/l) aux tributaires 1 et 2.....	28
Tableau 19 : Concentrations de chlorophylle α totale (mg/l) aux tributaires 1 et 2	28
Tableau 20 : Turbidité (UNT) aux tributaires 1 et 2.....	28
Tableau 21 : Concentrations de coliformes fécaux (unités de coliformes fécaux/100 ml) aux tributaires 1 et 2.....	29
Tableau 22 : Cotes et classes de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique de l'eau	30

Liste des figures

Figure 1 : Points d'échantillonnage au lac Neigette.....	2
Figure 2 : Bassin versant du lac Neigette.....	4
Figure 3 : Carte bathymétrique du lac Neigette (MRNF, 2010).....	5
Figure 4 : Profil vertical de température 2009	6
Figure 5 : Profil d'oxygène dissous en 2009.....	7
Figure 6 : Profil de conductivité du lac Neigette	8
Figure 7 : Profil de pH du lac Neigette 2009.....	9
Figure 9 : Concentration de chlorophylle α totale ($\mu\text{g/l}$) au lac Neigette.....	12
Figure 11 : Herbier aquatique du lac Neigette section nord.....	17
Figure 13 : Herbier aquatique du lac Neigette section est	18
Figure 14 : Herbier aquatique du lac Neigette section ouest	19
Figure 15 : Positionnement du niveau trophique du lac Neigette selon les classes du MDDEP en 1992 et en 2009.....	21
Figure 16 : Comparaison de la conductivité pour les tributaires 1 et 2 du lac Neigette.....	25
Figure 17 : Indice de qualité bactériologique et physicochimique du tributaire 1 (2009)	31
Figure 18 : Indice de qualité bactériologique et physicochimique du tributaire 2 (2009)	32
Figure 19 : IQBR du tributaire 1	33

Liste des photos

Photo 1 : Souches présentes sur tout le contour du lac Neigette	3
Photo 2 : Point d'échantillonnage du tributaire 1	23
Photo 3 : Point d'échantillonnage du tributaire 2	23

Photo 4 : Pont effondré dans le tributaire 1 près du lac Écho.....	33
Photo 5 : Pont effondré dans le tributaire 1 près du sentier national	34
Photo 7 : Milieu humide près du garage municipal.....	36
Photo 8 : Le garage municipal : une source de sédiments pour le tributaire 2.....	36
Photo 9 : Le garage municipal : une source de sédiments pour le tributaire 2.....	36
Photo 10 : Ruissellement d'eau turbide dans le tributaire 2 sur le terrain du garage municipal ..	37
Photo 11 : Sable et gravier, garage municipal de Lac-Beauport.....	39
Photo 12 : Sable et gravier, garage municipal de Lac-Beauport.....	39
Photo 13 : Écoulement de sédiments dans le tributaire 2 du lac Neigette au garage municipal de Lac-Beauport.....	39
Photo 14 : Roches et sédiments sur les berges du tributaire 2 du lac Neigette, Municipalité de Lac-Beauport.....	40

Liste des annexes

Annexe 1 : Profils de température et d'oxygène dissous au lac Neigette en 1992 (Groupe Dryade, 1992)	44
Annexe 2 : Résultats des analyses d'eau du lac Neigette et de ses tributaires, 1992 (Groupe Dryade, 1992)	45
Annexe 3 : Analyse du phytoplancton au lac Neigette (juillet 2009)	46
Annexe 4 : Analyse du phytoplancton au lac Neigette (août 2009)	47
Annexe 5 : Analyse du phytoplancton au lac Neigette (septembre 2009).....	48
Annexe 6 : Herbier aquatique au lac Neigette (août 2009).....	49
Annexe 7 : Herbier aquatique du lac Neigette en 1992 (Groupe Dryade 1993).....	53
Annexe 8 : Vue d'ensemble de la qualité des bandes riveraines du réseau hydrographique du lac Neigette	54
Annexe 9 : Analyse du degré de vieillissement du lac Neigette en 1992 (Dryade 1993)	55

Mise en contexte et objectifs

La présente étude porte sur le lac Neigette, qui est situé dans la municipalité de Lac-Beauport. La dernière étude écologique de ce lac remonte à 1993 et a été faite par le groupe Dryade lors de la diagnose des six principaux lacs du territoire de la municipalité de Lac-Beauport.

Lac-Beauport envisage le développement résidentiel dans le bassin versant du lac Neigette. Pour cette raison et afin de mettre à jour l'information de la dernière diagnose, le Conseil de bassin de la rivière Saint-Charles a été mandaté pour effectuer une étude écologique du lac Neigette, dont les objectifs sont les suivants :

- évaluer l'état général et l'état trophique du lac Neigette;
- en réaliser la bathymétrie;
- en caractériser l'état des berges;
- inventorier les herbiers des plantes aquatiques;
- caractériser les principaux tributaires;
- effectuer des recommandations pour l'amélioration ou la préservation de la qualité de l'eau de ce lac.

Les données ont été collectées au cours de l'année 2009.

Méthodologie

Quatre visites ont été effectuées au cours de l'été 2009 (le 19 juin, le 23 juillet, le 12 août et le 24 septembre) afin d'échantillonner la colonne d'eau du lac Neigette et l'eau de ses tributaires. La bathymétrie ayant été seulement réalisée le 28 juillet 2009 avec l'aide de techniciens du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec (MRNF), le point le plus profond du lac a été déterminé à l'aide d'un profondimètre lors de la première visite. Des profils de température, de pH, d'oxygène dissous et de conductivité ont été réalisés à ce même endroit à quatre reprises au cours de l'été. Ces mesures ont été faites à l'aide de la multisonde YSI-6600. Des échantillons d'eau ont été collectés dans l'épilimnion, le métalimnion et l'hypolimnion afin d'analyser les concentrations de chlorophylle α totale, de phosphore total, d'ions chlorure, de matières en suspension et d'azote total. La transparence a été déterminée à l'aide d'un disque de Secchi. Ces renseignements sont utilisés pour déterminer le niveau trophique du lac Neigette. La visite du lac effectuée le 28 juillet pour faire la bathymétrie a permis de prendre une cinquième mesure des profils de température, de pH, de conductivité et d'oxygène dissous avec la multisonde du MRNF. Des échantillons ont été collectés aux deux tributaires du lac afin d'en analyser les concentrations de chlorophylle α , de phosphore total, de coliformes fécaux, d'ions chlorure, de matières en suspension, de turbidité, d'azote total, de nitrites et nitrates et d'azote ammoniacal. La température, le pH, l'oxygène dissous et la conductivité ont aussi été mesurés à l'aide de la multisonde YSI-6600. Ces paramètres rendront possible le calcul de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).



À trois reprises (juillet, août et septembre), des échantillons d'eau ont été collectés afin d'avoir un portrait du phytoplancton présent au lac Neigette.

L'herbier aquatique a été effectué le 6 août 2009 en suivant le protocole de suivi volontaire du MDDEP (2007). Pour chaque herbier, les espèces dominantes et sous-dominantes ont été identifiées. L'indice de qualité des bandes riveraines a été effectué en suivant le protocole du MDDEP. Les rives du lac Neigette ont été caractérisées le 9 juillet 2009, et les rives des deux tributaires, le 2 juillet 2009.

Figure 1 : Points d'échantillonnage au lac Neigette

Description physique du lac et des tributaires

Le lac Neigette est situé dans le sous-bassin de la rivière Jaune, lui-même situé dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles. Le bassin versant du lac Neigette se situe sur le Bouclier canadien et occupe une superficie de 3 km². Seulement 52 unités d'habitation se trouvent sur le territoire de ce bassin versant (Statistiques Canada, 2004).

Tableau 1 : Caractéristiques physiques du lac Neigette

Caractéristiques	
Superficie	12 ha
Profondeur maximale	9,7 m
Profondeur moyenne	3 m

Le principal affluent du lac Neigette (tributaire 1) provient du lac Écho et se déverse à l'extrémité nord du lac. Un deuxième affluent est présent au nord du lac, quoiqu'intermittent et donc de moindre importance pour la période de l'étude (nous n'en avons donc pas tenu compte). Le tributaire 2 a un débit plus important, drainant la région à l'est du lac. Celui-ci passe sur un terrain où se trouvent un garage municipal et un milieu humide. Le seul effluent se situe à l'extrémité sud du lac et rejoint la rivière Jaune. Le débit d'eau de l'effluent est contrôlé par un petit barrage, qui a haussé le niveau du lac, modifiant ainsi son état naturel. La date de cette modification est inconnue, mais le résultat est encore visible, puisque plusieurs souches sont présentes dans les parties peu profondes tout autour du lac (photo 1 et figure 3). Le lac occupe une superficie de 12 ha et a une profondeur moyenne de 3 m (MRNF, 2009; BDTQ). La profondeur maximale déterminée lors de la bathymétrie de 2009 est de 9,7 m. Il est à noter que le fond du lac Neigette est la propriété privée d'un riverain.



Photo 1 : Souches présentes sur tout le contour du lac Neigette

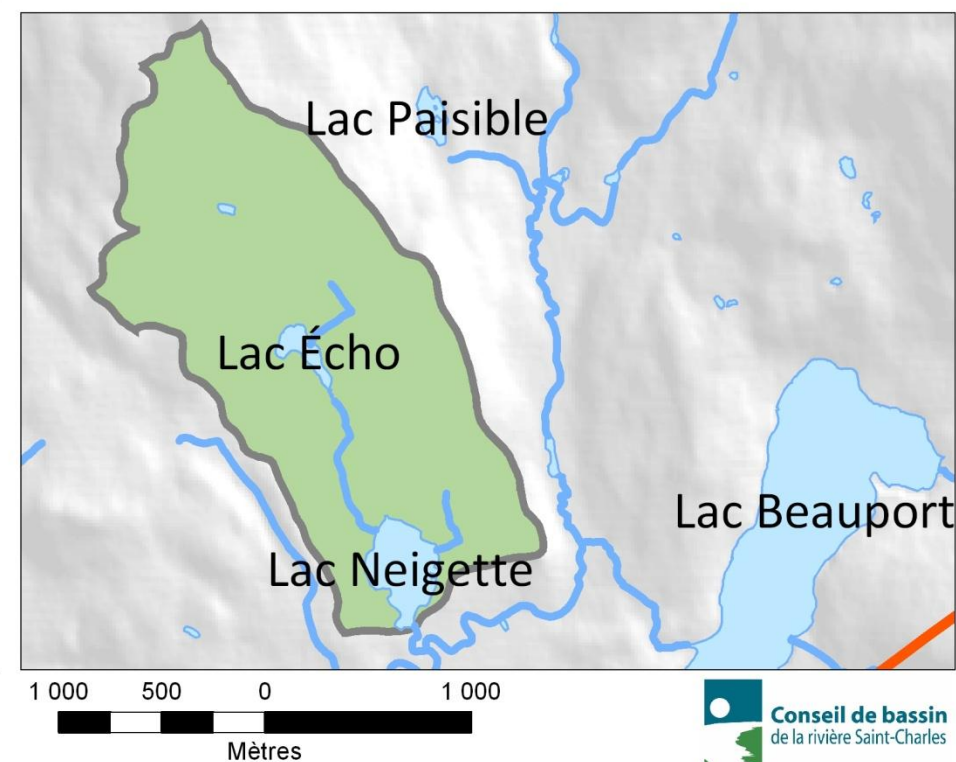
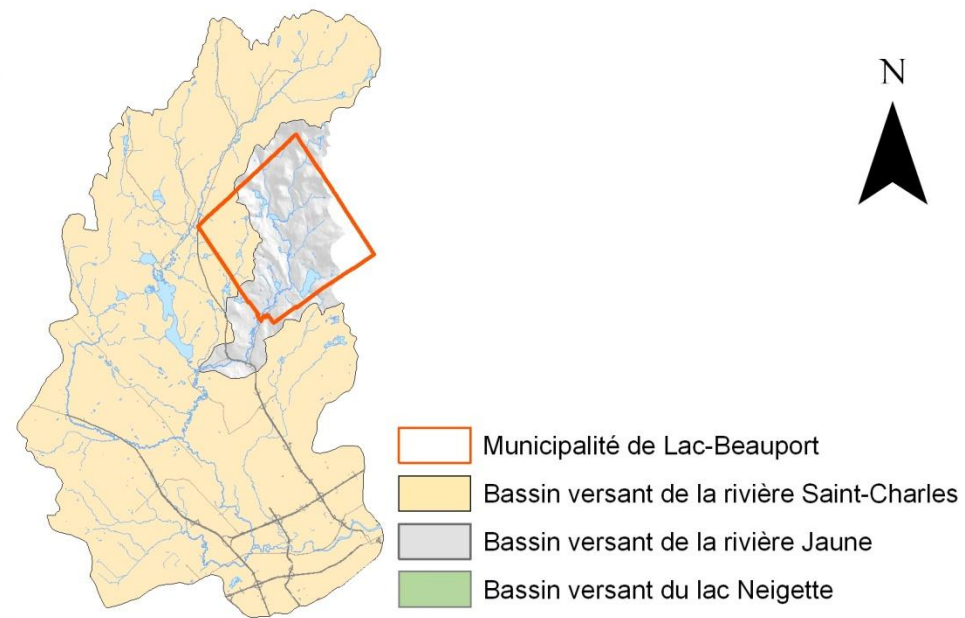
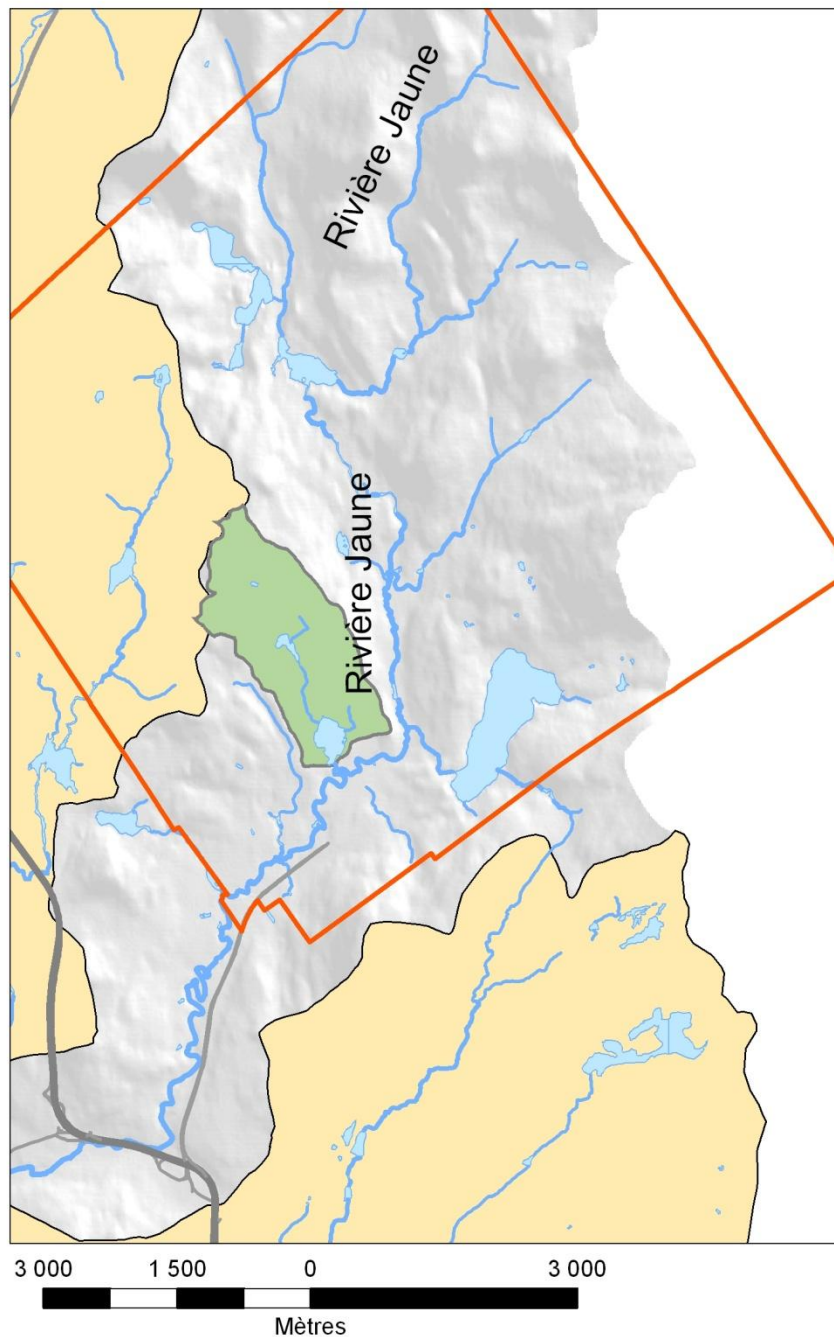


Figure 2 : Bassin versant du lac Neigette

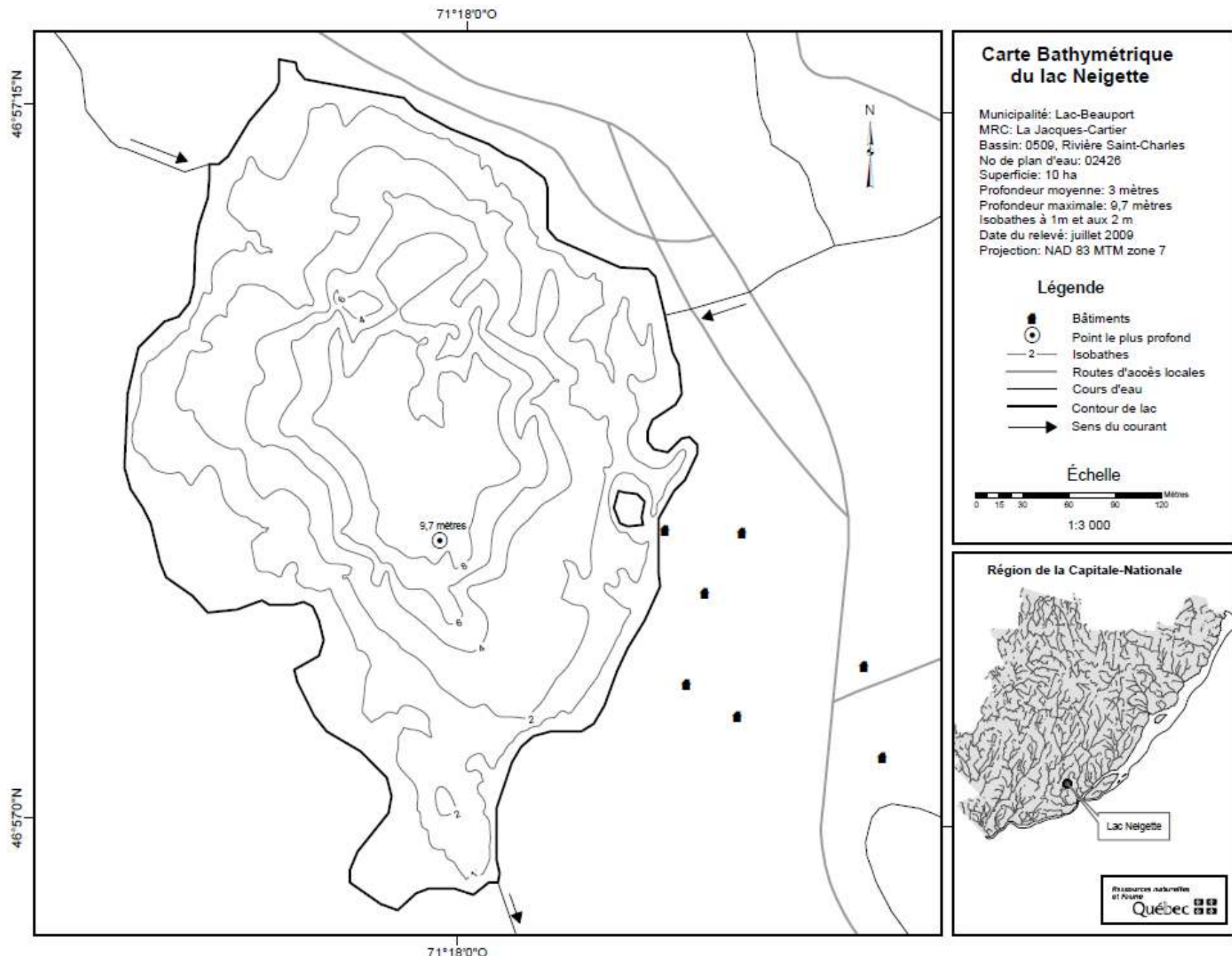


Figure 3 : Carte bathymétrique du lac Neigette (MRNF, 2010)

Étude du lac Neigette

Descripteurs conventionnels étudiés

Afin d'évaluer la qualité de l'eau, certains descripteurs conventionnels sont considérés, tels que la conductivité, la température, le pH, l'oxygène dissous, la concentration d'ions chlorure, le phosphore total, les matières en suspension, l'azote total et la chlorophylle α totale (Painchaud, 1997). Ces descripteurs aident à déterminer la qualité de l'eau du lac et aident aussi à déterminer l'état de vieillissement ou le niveau trophique du lac. Ainsi, l'évolution temporelle de ces descripteurs est utilisée dans le but d'identifier, s'il y a lieu, une problématique possible.

Température

Une stratification thermique est discernable tout au long de la période de l'étude, présentant cependant une différence marquée à la fin septembre. Ce phénomène est dû aux changements de densité de l'eau en fonction de la température (Dodson, 2005). Ainsi, la moyenne de l'épilimnion se situe à environ 2 m de profondeur tout au long de l'été, tandis qu'à la fin septembre, l'épilimnion s'étend jusqu'à 4 m. La zone de transition entre l'eau froide et l'eau chaude est appelée métalimnion, variant ici entre 2 m et 6 m. À chacune des visites, l'hypolimnion, zone d'eau dense et froide, débutait à environ 6 m de profondeur et est donc resté relativement constant tout au long de l'été.

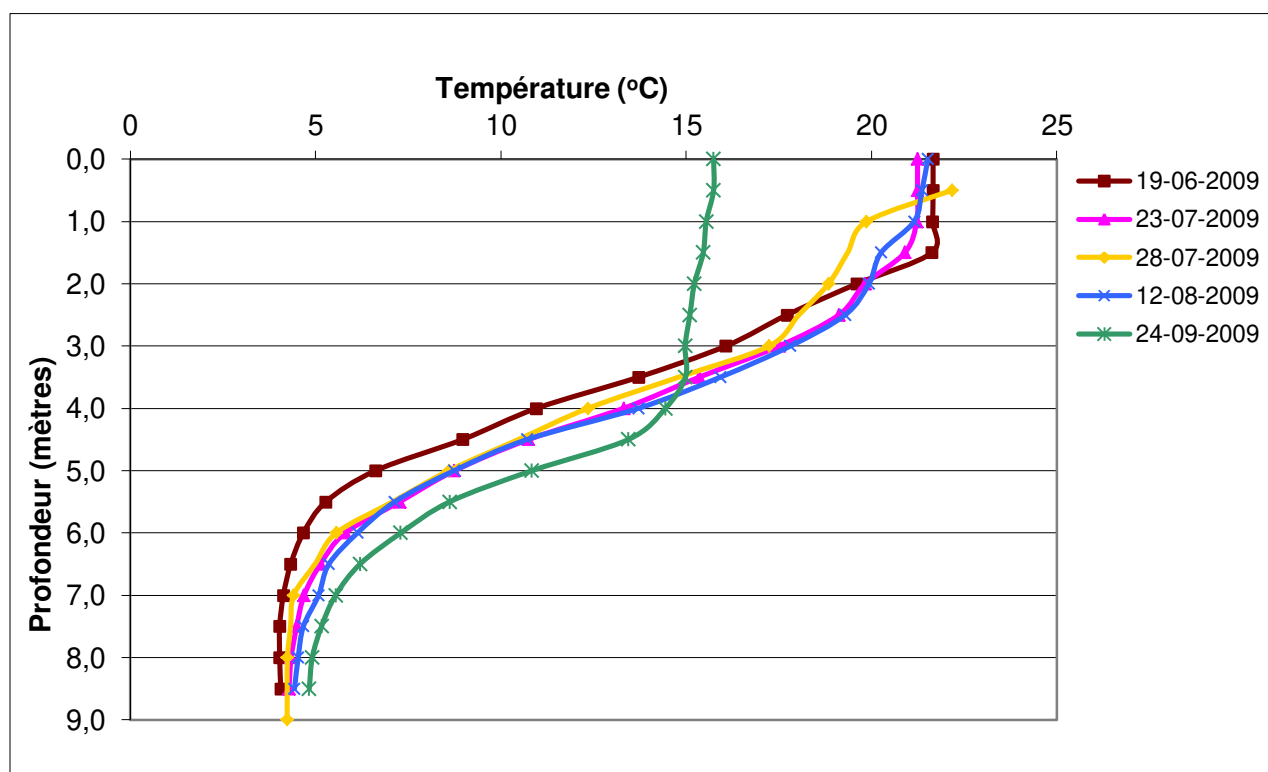


Figure 4 : Profil vertical de température 2009

Oxygène dissous

Les concentrations d'oxygène dissous présentent une tendance similaire au profil vertical de température. À la profondeur de l'épilimnion, l'activité planctonique, de par la photosynthèse, est responsable des taux plus élevés d'oxygène retrouvés, tandis que la décomposition de matière organique explique les valeurs nulles de l'hypolimnion (Dodson, 2005). Le pic d'oxygène dissous dans la couche d'eau du métalimnion, variant de 3 m à 4 m de profondeur, suggère une activité photosynthétique plus élevée. Il est à noter que la décomposition consomme l'oxygène dissous de l'eau, et que la photosynthèse en produit. Il est également important de mentionner que 4 mg/l d'oxygène dissous est la limite pour la survie de la majorité des espèces de poissons (Légaré, 1998). Or, il y a un dépassement de la limite à des profondeurs variant entre 5 m et 6 m et s'étendant jusqu'au fond, où une zone anoxique (moins de 2 mg/l d'oxygène) est présente pour l'ensemble de la période de l'étude.

Comparativement à l'étude réalisée par le groupe Dryade, les valeurs d'oxygène dissous étaient plus élevées en 1992 qu'en 2009 pour l'intégrité du profil vertical du lac, un fait particulièrement critique pour l'hypolimnion et le métalimnion, considérant les limites de survie de la plupart des espèces de poissons. En 1992, les valeurs d'oxygène dissous étaient de 1,4 mg/l pour l'hypolimnion, tandis que les concentrations sont de 0 mg/l en 2009 pour la même période de l'année, dénotant un appauvrissement en oxygène (voir l'annexe 1).

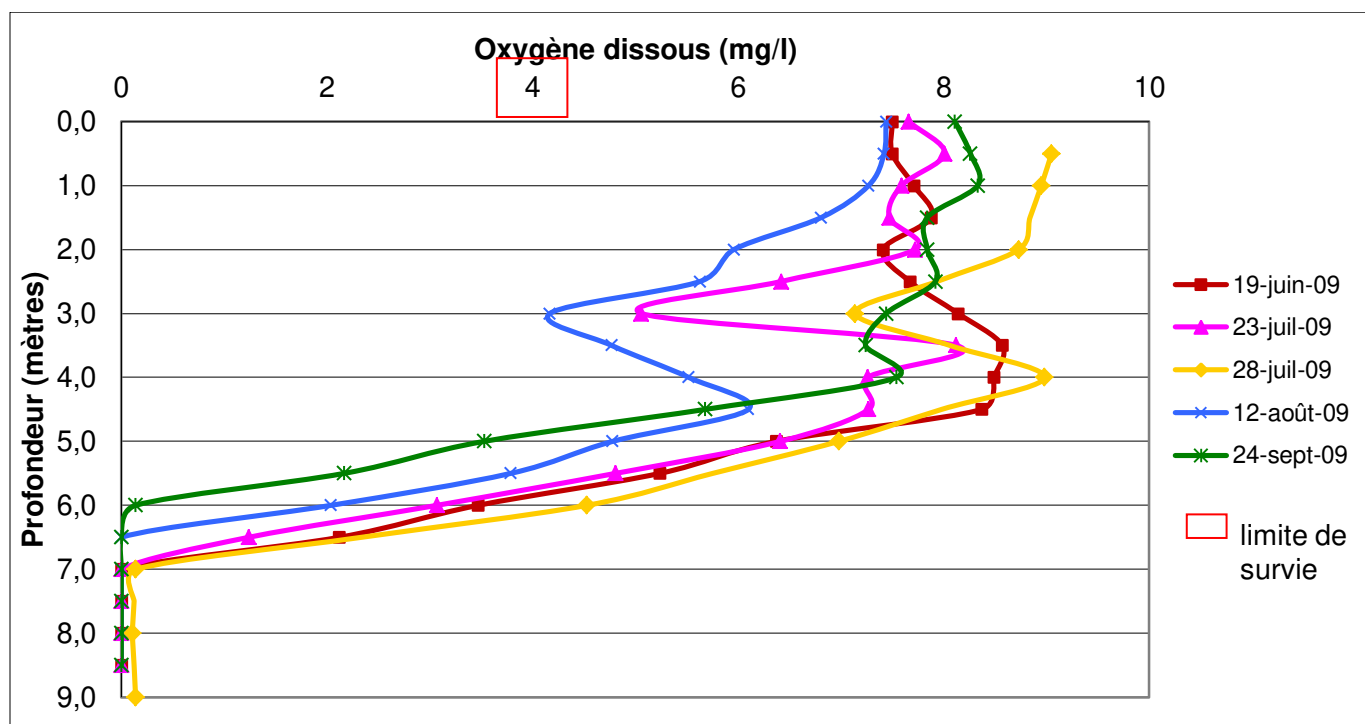


Figure 5 : Profil d'oxygène dissous en 2009

Conductivité

La conductivité est une mesure de l'abondance des ions dans l'eau et constitue également un descripteur conventionnel pour l'évaluation de la qualité des eaux (Painchaud, 1997). Selon Painchaud, le Bouclier canadien, composé de roches granitiques, ne démontre pas une tendance à la

minéralisation. Ainsi, les eaux de surface du Bouclier canadien ont généralement une faible conductivité, ce qui contraste particulièrement avec les données collectées au lac Neigette (figure 6). Les données de conductivité collectées en 1992 sont beaucoup plus basses que celles observées en 2009, avec une moyenne de 31,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en surface et de 35 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 2 m du fond.

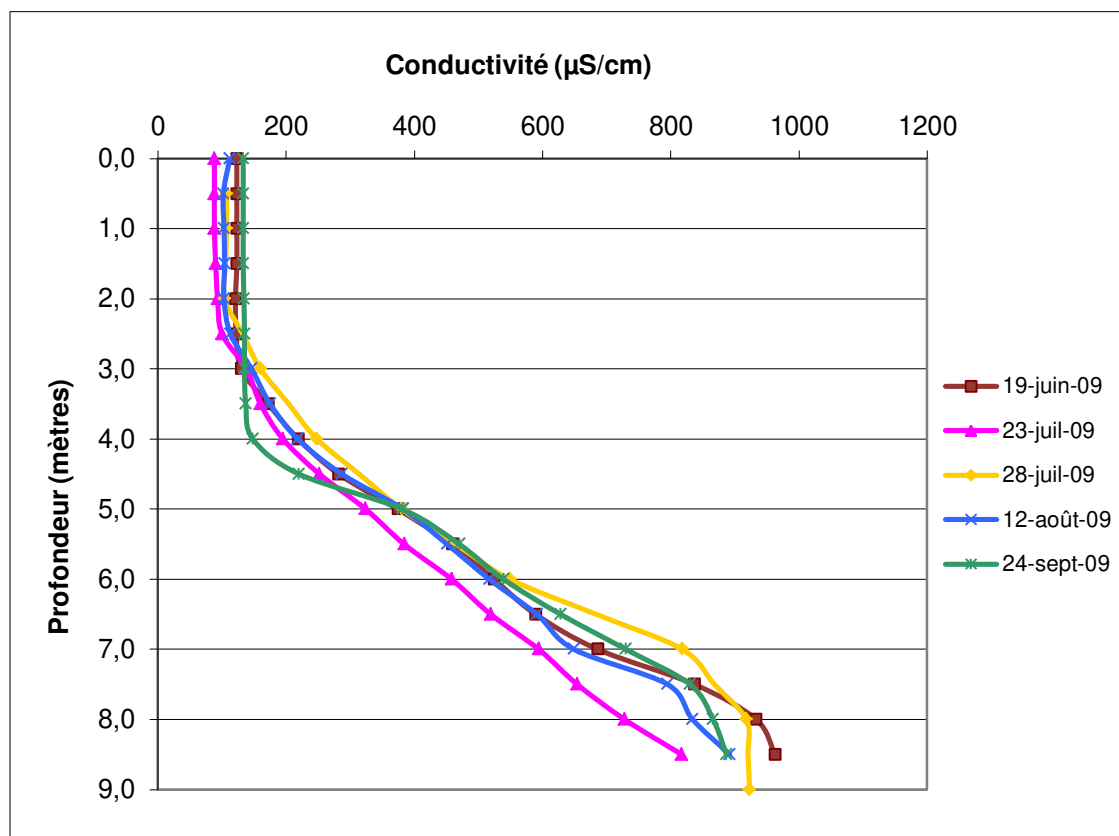


Figure 6 : Profil de conductivité du lac Neigette

pH

Le pH est une échelle logarithmique indiquant si une eau est acide (pH plus petit que 7), neutre (pH de 7) ou alcaline (pH plus grand que 7). Les variations du pH pour les eaux de surface peuvent être de cause anthropique (pluies acides) ou naturelle (nature géologique des sols). Ainsi, pour les lacs situés sur le Bouclier canadien, un pH de 6 ou plus qualifie un lac non acide, ce qui est considéré comme étant normal pour la région (Dupont, 2004). L'acidification marquée d'un lac peut représenter un danger pour les communautés aquatiques et être la cause d'un certain appauvrissement du plan d'eau. En effet, les premiers dommages biologiques apparaissent lorsque le pH varie entre 5,5 et 6, tranche où les espèces les plus intolérantes disparaissent (Dupont, 2004).

En ce qui concerne le lac Neigette, les valeurs minimales de pH se trouvent dans la couche du métalimnion et varient de 5,6 à 6,4. L'épilimnion et l'hypolimnion présentent des valeurs normales, autour de 6,5 et 7,0. Règle générale, le lac Neigette peut donc être qualifié de lac non acide (Dupont, 2004).

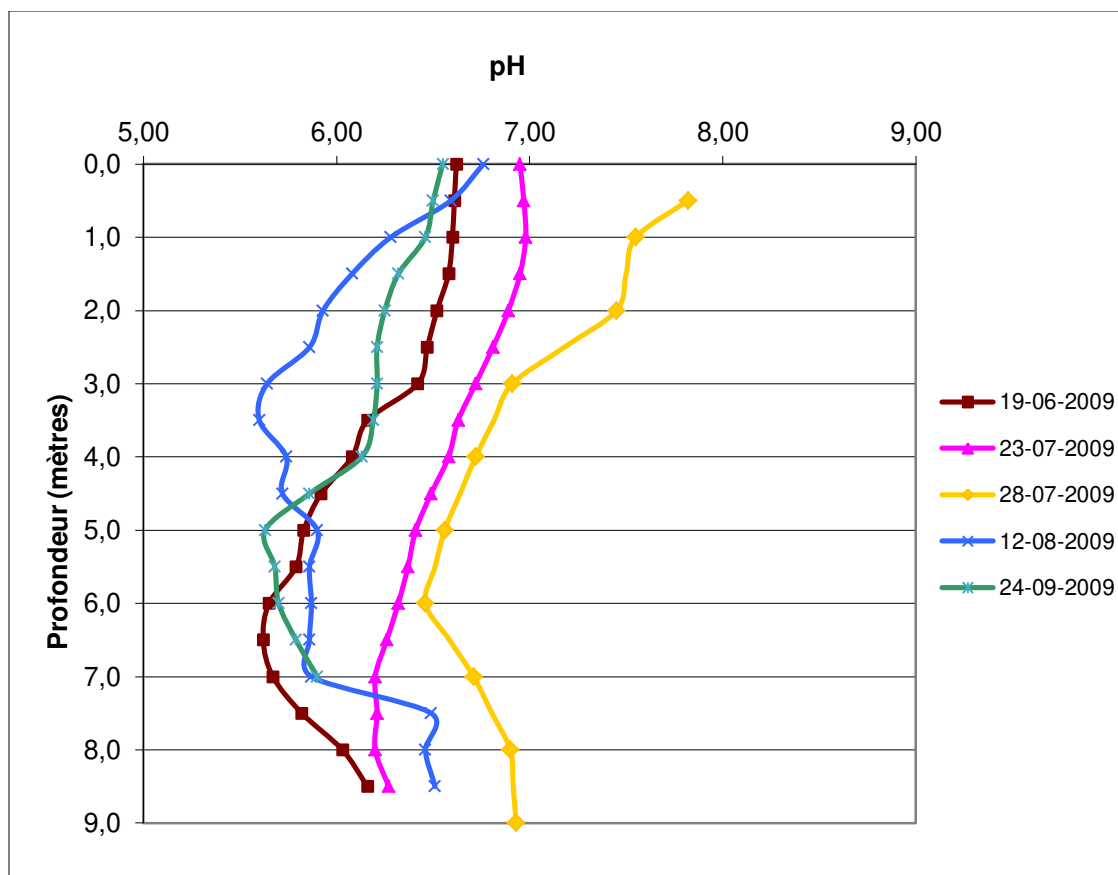


Figure 7 : Profil de pH du lac Neigette 2009

Concentration d'ions chlorure

La concentration d'ions chlorure est une mesure de la salinité d'un cours d'eau. Elle a été mesurée dans des échantillons de l'épilimnion, du métalimnion et de l'hypolimnion du lac Neigette en 2009 (tableau 2). Il y a visiblement une augmentation de la concentration d'ions chlorure dans l'épilimnion et l'hypolimnion depuis 1992. Les concentrations dans l'hypolimnion varient de 185 mg/l à 230 mg/l. La concentration maximale d'ions chlorure établie pour la protection de la vie aquatique (effet chronique) par le MDDEP est de 230 mg/l (2009a) (figure 8).

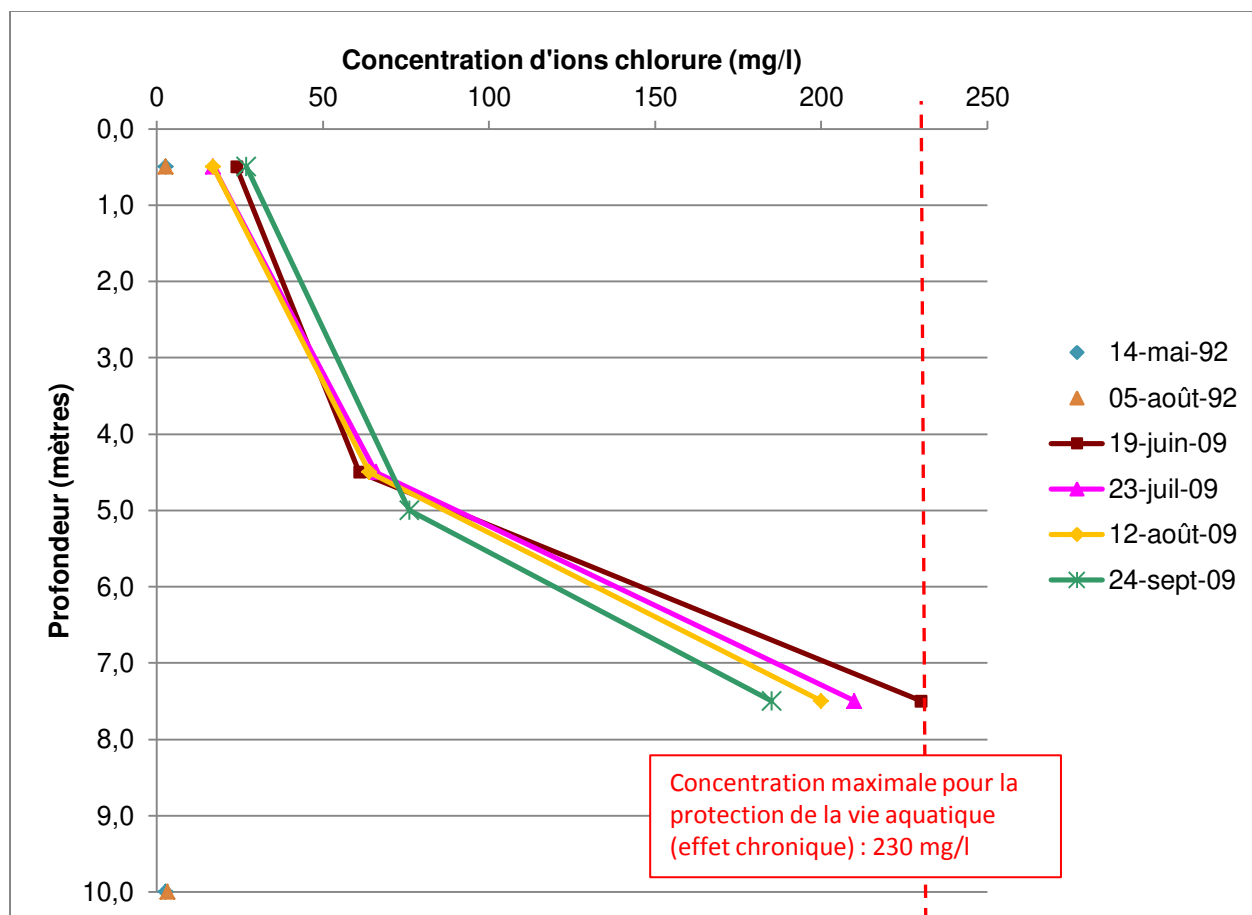


Figure 8 : Profils des concentrations d'ions chlorure au lac Neigette

Tableau 2 : Concentration d'ions chlorure (mg/l) observée au lac Neigette

	Profondeur (m)	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	14-mai-92	05-août-92
Épilimnion	0,5	24	17	17	27	2,8	2,8
Métalimnion	4,5	61	66	64			
	5,0				76		
Hypolimnion	7,5	230	210	200	185		
	10,0					2,8	3,3

Phosphore total

Les concentrations de phosphore total mesurées dans les trois strates du lac Neigette sont présentées au tableau 3. Toutes les concentrations à l'épilimnion sont égales ou en deçà des limites de détection de 0,01 mg/l, à l'exception de la concentration mesurée au mois de septembre, qui est de 0,02 mg/l. Une comparaison avec les concentrations mesurées en 1992 pourrait laisser croire qu'il y a eu une augmentation dans la concentration de phosphore; par contre, les limites de détection pour les échantillonnages paraissent plus précises en 1992. La comparaison ne peut donc être faite avec certitude. De plus, la méthode d'analyse et d'échantillonnage entreprise en 1992 n'est pas connue. Des

analyses avec des limites de détection plus précises seraient nécessaires pour déterminer la concentration en phosphore du lac.

Tableau 3 : Concentrations de phosphore total (mg/l) observées au lac Neigette

	Profondeur (m)	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	14-mai-92	05-août-92
Épilimnion	0,5	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,013	<0,005
Métalimnion	4,5	<0,01	<0,01	<0,01			
	5,0				<0,01		
Hypolimnion	7,5	0,01	0,02	<0,01	0,02		
	10					0,005	<0,005

Matières en suspension

Les concentrations de matières en suspension observées au lac Neigette sont présentées au tableau 4. Il s'agit de solides en suspension dans l'eau, constitués de matière organique et de matière minérale (MDDEP, 2010b). Ils proviennent de sources naturelles ou anthropiques (MDDEP, 2010b). À l'épilimnion, tous les échantillons pris au cours de l'été sont en deçà ou égaux à la limite de détection des analyses de laboratoire, soit de 2 mg/l de matières en suspension.

Tableau 4 : Matières en suspension (mg/l) observées au lac Neigette

	Profondeur (m)	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09
Épilimnion	0,5	<2	<2	<2	2
Métalimnion	4,5	<2	4	<2	
	5,0				<2
Hypolimnion	7,5	10	<2	<2	10

Azote total

L'azote est considéré comme un élément nutritif limitant dans les écosystèmes aquatiques (Dodson, 2005). D'après le MDDEP, même s'il n'existe pas de critère de toxicité pour l'azote total, une concentration plus élevée que 1,0 mg/l dans les eaux de surface est considérée comme étant indicatrice d'une problématique de surfertilisation dans le milieu, problème plus fréquent en zone agricole (MDDEP, 2010b). Les résultats d'analyses d'azote total sont présentés au tableau 5. L'azote total comprend l'azote ammoniacal et l'azote organique, à l'exclusion des nitrites et des nitrates. La limite de détection pour les analyses est de 1 mg/l, et les données sont toutes en deçà de cette limite. Les résultats témoignent donc qu'il n'y a pas de problème de surfertilisation au lac Neigette. Par contre, on ne peut déterminer si la concentration en azote total a augmenté ou diminué depuis 1992, puisque les résultats d'analyses de laboratoire ne sont pas assez précis pour que l'on puisse comparer les deux mesures.

Tableau 5 : Azote total (mg/l) au lac Neigette

	Profondeur	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	14-mai-92	05-août-92
Épilimnion	0,5	<1	<1	<1	<1	0,56	0,36
Métalimnion	4,5	<1	<1	<1			
	5,0				<1		
Hypolimnion	7,5	<1	<1	<1	<1		
	10,0					0,32	0,48

Chlorophylle α totale

La chlorophylle α totale est un indicateur de la biomasse de phytoplancton présente dans les eaux naturelles (MDDEP, 2010b). La chlorophylle α peut être un indicateur de la productivité primaire d'un lac, raison pour laquelle elle est utilisée comme indicateur de l'état d'eutrophisation d'un lac (MDDEP, 2010a). La chlorophylle α totale comprend la chlorophylle α et les phéopigments, les produits de dégradation de chlorophylle α . Les résultats d'échantillons des trois strates sont présentés à la figure 9. À l'épilimnion, la concentration moyenne de chlorophylle α est de 0,62 $\mu\text{g/l}$; au métalimnion, de 0,56 $\mu\text{g/l}$; et à l'hypolimnion, de 8,3 $\mu\text{g/l}$. La tendance saisonnière est une augmentation de la concentration de chlorophylle α à l'hypolimnion, indiquant une augmentation de biomasse phytoplanctonique au fond du lac. Cette tendance est témoin de l'accumulation saisonnière de matière planctonique qui se décompose au fond du lac (Dodson, 2005).

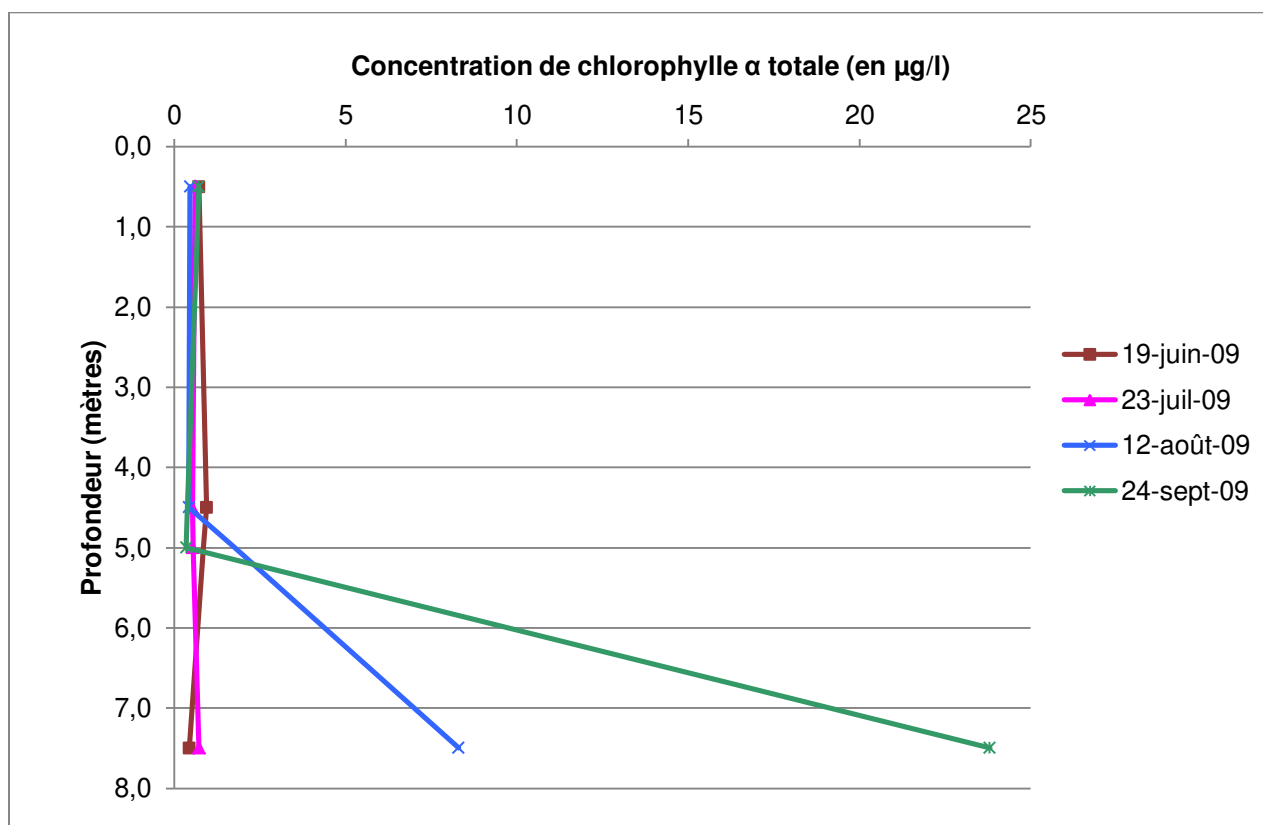


Figure 9 : Concentration de chlorophylle α totale ($\mu\text{g/l}$) au lac Neigette

Transparence de l'eau

La transparence de l'eau est un des indicateurs de qualité de l'eau utilisés pour déterminer l'état trophique d'un plan d'eau (MDDEP, 2010a). La mesure de la transparence donne un indice quant à la présence d'algues dans un plan d'eau et peut être mesurée à l'aide d'un disque de Secchi (Dodson, 2005). Ce disque est plongé dans l'eau sur le côté à l'ombre de l'embarcation. L'observateur plonge le disque et le descend jusqu'à ce qu'il disparaisse. La profondeur est notée, puis le disque est remonté jusqu'à ce que l'observateur l'aperçoive à nouveau. La moyenne des deux profondeurs est la mesure de la transparence de l'eau. Afin d'avoir une bonne indication, plusieurs mesures ont été prises au cours de la saison estivale 2009.

La transparence moyenne mesurée avec le disque de Secchi au lac Neigette était de $3,43 \pm 0,38$ m en 2009. La transparence obtenue en 1992 était de 2,5 m. Ces résultats semblent dire que la transparence aurait augmenté entre 1992 et 2009. Par contre, il s'agit peut-être d'une différence attribuable au nombre de mesures prises pour la moyenne en 1992 (deux mesures) et en 2009 (cinq mesures).

Tableau 6 : Mesures de transparence au lac Neigette

	19-06-2009	23-07-2009	28-07-2009	12-08-2009	24-09-2009	Moyenne 2009	Moyenne 1992
Transparence (mètres)	3,75	2,60	3,30	4,00	3,50	3,43 ± 0,38	2,50

Phytoplancton

Le phytoplancton, à la base de la chaîne alimentaire, est très sensible aux apports en nutriments d'un lac et peut être un indicateur de changements écosystémiques s'il est étudié et suivi à long terme. Le phytoplancton est formé de différentes classes d'algues, telles que les algues vertes (chlorophycées), les algues jaunes ou brunes (dinophycées), les diatomées (bacillariophycées) et les cyanobactéries (cyanophycées) (Reynolds, 2006). Ces classes d'algues ont différentes tailles de cellules et peuvent se retrouver en formation unicellulaire ou en colonies de différentes grosseurs, dépendamment des espèces (Reynolds, 2006). Le phytoplancton forme la base de la chaîne alimentaire, et avec de l'information sur les types et l'abondance du phytoplancton d'un lac, on peut déduire l'état de l'écosystème et la santé d'un lac. Suite aux analyses et aux observations faites au cours de l'été 2009, il peut être constaté que le lac Neigette ne présente pas de problématique de cyanobactéries.

L'analyse du phytoplancton a été effectuée aux mois de juillet, d'août et de septembre. À l'aide d'un tube en plastique avec un poids attaché à une extrémité, une carotte d'eau a été collectée sur une profondeur de 5 m au point le plus profond du lac. Un sous-échantillon de 125 ml a été pris pour analyser l'abondance et la diversité du phytoplancton. Les espèces de cyanobactéries ont été identifiées à l'espèce, et les autres algues, au genre. Les analyses complètes sont présentées en annexe et un sommaire des tendances est présenté à la figure 10.

La distribution verticale de phytoplancton dans un lac est propre aux conditions présentes. Certaines espèces sont adaptées à différentes conditions de luminosité et prolifèrent ainsi à différentes profondeurs (Dodson, 2005; Reynolds, 2006). Dans un lac oligotrophe, on peut trouver du phytoplancton jusqu'à l'hypolimnion, et dans un lac eutrophe, la concentration de phytoplancton est confinée aux régions peu profondes de l'épilimnion. (Dodson, 2005; Mur et coll., 1999). La productivité (biomasse produite) de ces producteurs primaires est différente dans les deux cas; trouvant une

abondance de productivité primaire dans un lac eutrophe et une faible productivité dans un lac oligotrophe, une conséquence directe des nutriments disponibles (Dodson, 2005).

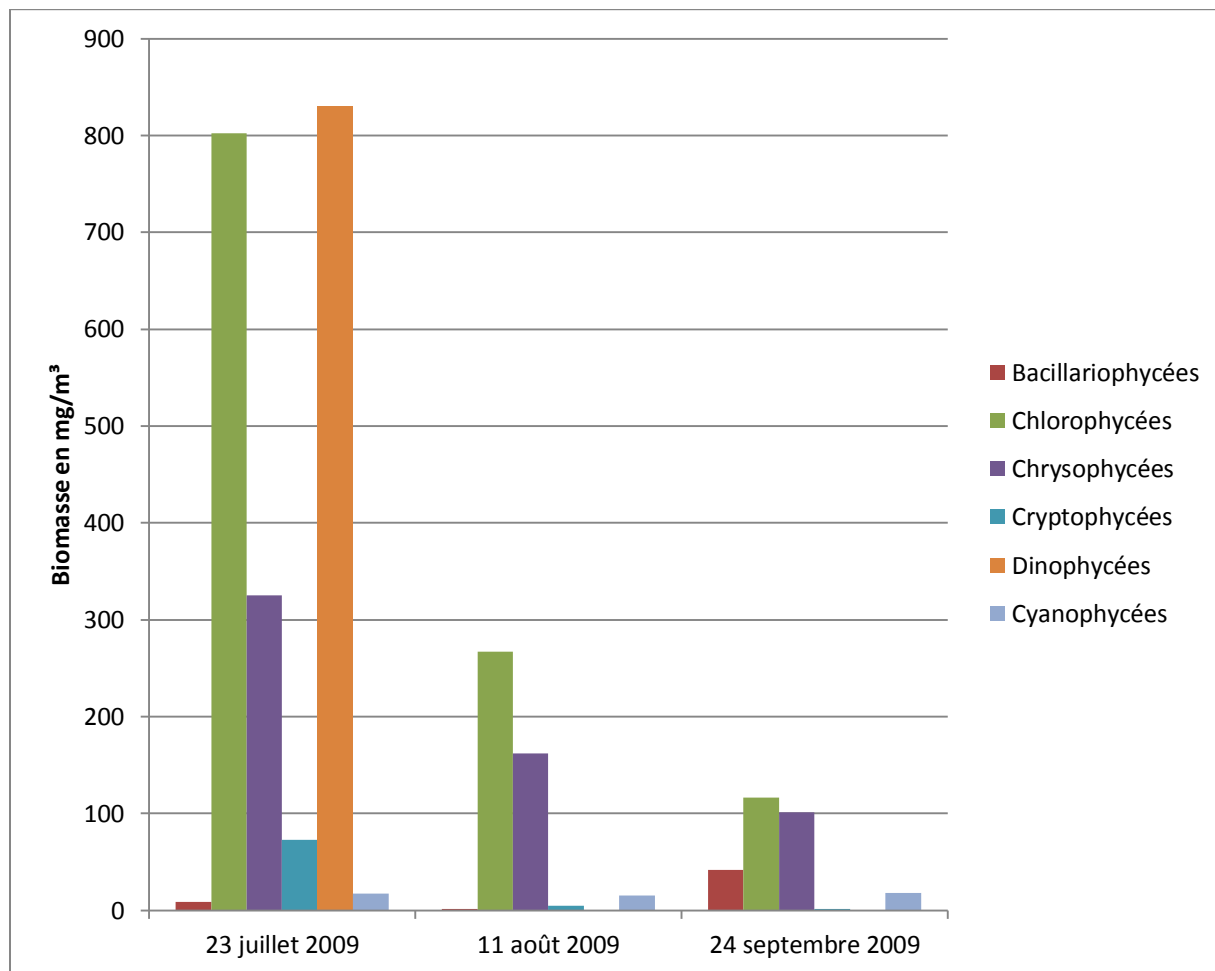


Figure 10 : Dominance en biomasse (mg/m³) des classes de phytoplancton retrouvées au lac Neigette au cours de la saison 2009

Au lac Neigette, on retrouve plusieurs classes de phytoplancton, avec une diversité et une abondance qui évolue au cours de la saison (figure 10). L'abondance de phytoplancton (la biomasse) diminue pendant la saison : la biomasse la plus élevée a été observée en juillet, puis elle diminue en août et en septembre (figure 10). La dominance en biomasse alterne entre les algues vertes (chlorophycées), les algues jaunes ou brunes (dinophycées) et les cryptophycées. En juillet, les algues vertes et jaunes ou brunes dominent la biomasse, et en août et septembre, ce sont les algues vertes et les chrysophycées. Il y a aussi une présence de diatomées (bacillariophycées) et de cyanobactéries (cyanophycées).

Cet assemblage est témoin d'une belle diversité de phytoplancton. Les genres d'algues présents ont des cellules de taille variée et un type de croissance en colonie ou unicellulaire, ce qui se traduit en un assemblage de proies variées pour les prédateurs de phytoplancton. Les genres d'algues présents et leur productivité démontrent une bonne diversité.

En observant le tableau 7, il est intéressant de constater que les cyanobactéries (cyanophycées) dominent en nombre de cellules par millilitres, mais elles ne dominent pas en ce qui concerne la

biomasse (productivité). Toutes les concentrations mesurées de cyanobactéries sont en deçà du seuil de 20 000 cellules par millilitre établi par le MDDEP, seuil qui signifierait un risque d'usage pour le lac et exigerait des analyses plus approfondies pour déterminer la présence ou non de cyanotoxines (2009b).

Tableau 7 : Sommaire de la productivité des différentes classes de phytoplancton retrouvées au lac Neigette au cours de la saison 2009

Classe	Juillet		Août		Septembre	
	cellules/ml	biomasse (mg/m ³)	cellules/ml	biomasse (mg/m ³)	cellules/ml	biomasse (mg/m ³)
Bacillariophycées	30	8,4	4	1,4	24	41,5
Chlorophycées	888	802,5	837	267,13	539	116,23
Chrysophycées	524	325	332	162,05	104	101,15
Cryptophycées	300	73	170	4,9	58	1,7
Dinophycées	38	830				
Cyanophycées	11 900	17	7 868	15	9 063	18
Total	13 681	2 057	9 208	450,48	9 786	278,58

Souvent, une dominance de cyanobactéries est associée à un lac plus âgé, où il existe une abondance de phosphore et d'autres nutriments qui pourraient stimuler la croissance des cyanobactéries (Sivonen et Jones, 1999; Chorus et Mur, 1999; MDDEP et CRE-Laurentides, 2008). Ces dernières sont souvent présentes parmi le phytoplancton d'un lac, mais elles ne sont pas la classe de phytoplancton dominante (Mur et coll., 1999). On peut constater une dominance de cyanobactéries parmi le phytoplancton lorsqu'on observe une floraison de cyanobactéries, aussi appelé « fleur d'eau » (MDDEP et CRE-Laurentides, 2008). Ce ne sont pas toutes les espèces de cyanobactéries qui sont une cause d'inquiétude en ce qui concerne la santé de l'écosystème et les usages du lac, mais certaines d'entre elles sont reconnues pour produire des cyanotoxines, soit les produits qui peuvent constituer un danger pour la santé humaine et compromettre les usages du lac (Mur et coll., 1999). Parmi les espèces de cyanobactéries retrouvées au lac Neigette, une seule est reconnue pour sa production de cyanotoxines : l'*Anabaena flos-aquae* (voir les annexes 3, 4 et 5) (Reynolds, 2006; Sivonen et Jones, 1999). Il ne semble donc pas y avoir, pour le moment, de problème de cyanobactéries au lac Neigette puisque leurs concentrations sont toutes en deçà du seuil établi par le MDDEP, qu'elles ne constituent pas la classe dominante de phytoplancton, et qu'aucune fleur d'eau n'a été observée lors des visites de 2009. Il est tout de même important d'agir de manière préventive avant que la situation présente ne se détériore.

Herbier aquatique

L'herbier aquatique est composé des formations végétales au niveau du littoral d'un lac (CRE Laurentides, 2005). Effectuer la caractérisation de l'herbier aquatique d'un lac demande de collecter de l'information sur la distribution, l'abondance et la diversité des plantes aquatiques présentes. La densité et l'abondance des plantes aquatiques présentes dans un plan d'eau sont liées à la qualité de l'eau du milieu. La caractérisation de l'herbier aquatique peut ainsi aider à déterminer les conditions et les caractéristiques du milieu aquatique (CRE Laurentides, 2005).

Les plantes aquatiques forment une partie importante de l'écosystème aquatique puisqu'elles y ont plusieurs fonctions. En plus de filtrer l'eau et de capter les sédiments et nutriments, les plantes aquatiques peuvent stabiliser les sédiments du littoral et fournir un milieu propice pour l'alimentation et la reproduction de plusieurs espèces (RAPPEL, 2005). Le type et la densité de plantes qui colonisent le

milieu sont influencés par l'apport en éléments nutritifs, la luminosité, le type de substrat, la température et la transparence de l'eau.

Ainsi, la caractérisation de l'herbier aquatique d'un lac donne de l'information sur les conditions du milieu depuis plusieurs années. Avec l'information collectée lors de la caractérisation de l'herbier aquatique, il est donc possible de faire un suivi qui servira à documenter l'évolution des communautés de plantes aquatiques, à identifier les zones du lac qui sont particulièrement favorables à leur établissement et à suivre l'évolution des espèces envahissantes, s'il y a lieu, afin de restreindre leur propagation (CRE Laurentides, 2005). La densité des herbiers, la diversité des espèces ainsi que la présence ou l'absence de certaines plantes aquatiques sont toutes influencées par la qualité des eaux du lac des dernières années (CRE Laurentides, 2005; RAPPEL, 2005). Une plante aquatique peut indiquer qu'il y a un problème de qualité de l'eau. Un plan d'eau qui reçoit un excédent de nutriments ou de sédiments, année après année, présentera en effet une augmentation visible de la densité de ses herbiers et une diminution de la biodiversité des espèces de plantes aquatiques présentes (RAPPEL, 2005; MDDEP, 2010a).

L'herbier aquatique du lac Neigette a été caractérisé le 6 août 2009. La caractérisation a été effectuée en se basant sur le protocole de suivi volontaire des lacs du MDDEP (MDDEP et CRE Laurentides, 2007). Des zones homogènes ont été déterminées grâce aux critères suivants : les espèces présentes, l'abondance de chacune d'elles, le patron de distribution et la densité de l'herbier. La limite d'une zone homogène est déterminée lorsqu'un changement non ambigu d'un de ces critères survient. La zone littorale du lac Neigette a été couverte en embarcation en suivant un patron « W » afin de bien couvrir la superficie peu profonde du lac. Les limites ont été tracées sur une carte du lac et des points GPS ont été pris au début et à la fin de chaque zone pour aider à la cartographie. Les distances des rives et les dimensions de chaque herbier ont aussi été estimées. Pour chaque herbier homogène, les espèces présentes ont été notées et leur pourcentage de recouvrement a été estimé afin de déterminer les espèces dominantes de chaque herbier. Les espèces sous-dominantes et présentes ont aussi été notées. Le pourcentage de recouvrement de la zone homogène a été estimé pour en déterminer la densité. Il est important de noter que les herbiers d'une densité de moins de 10 % de recouvrement et de moins de 9 m² de superficie n'ont pas été inclus dans cette caractérisation.

Les espèces dominantes et le pourcentage de recouvrement pour chaque zone homogène sont présentés dans les figures 11, 12 et 13. On trouvera la liste complète des espèces dominantes et sous-dominantes pour chaque zone homogène à l'annexe 6, ainsi que les autres espèces présentes lors de l'inventaire. Les résultats de la caractérisation de l'herbier aquatique de 1992 sont présentés à l'annexe 7.

Les herbiers couvrent une superficie de 2,4 ha, soit 20 % de la superficie du lac. Les espèces qui sont les plus abondantes au lac Neigette sont l'*Eriocaulon septangulare* (ériocaulon septangulaire) et le *Sagittaria graminea* (sagittaire graminée), suivi de l'*Utricularia sp.* (utriculaire sp.). L'herbier aquatique effectué en 1992 estime le recouvrement des herbiers aquatiques à seulement 0,72 ha, soit 6 % de la superficie du lac. Les espèces dominantes étaient principalement le *Nuphar variegatum* (grand nénuphar jaune), le *Potamogeton epihydrus* (potamot émergé) et le *Sparganium fluctuans* (rubanier flottant).

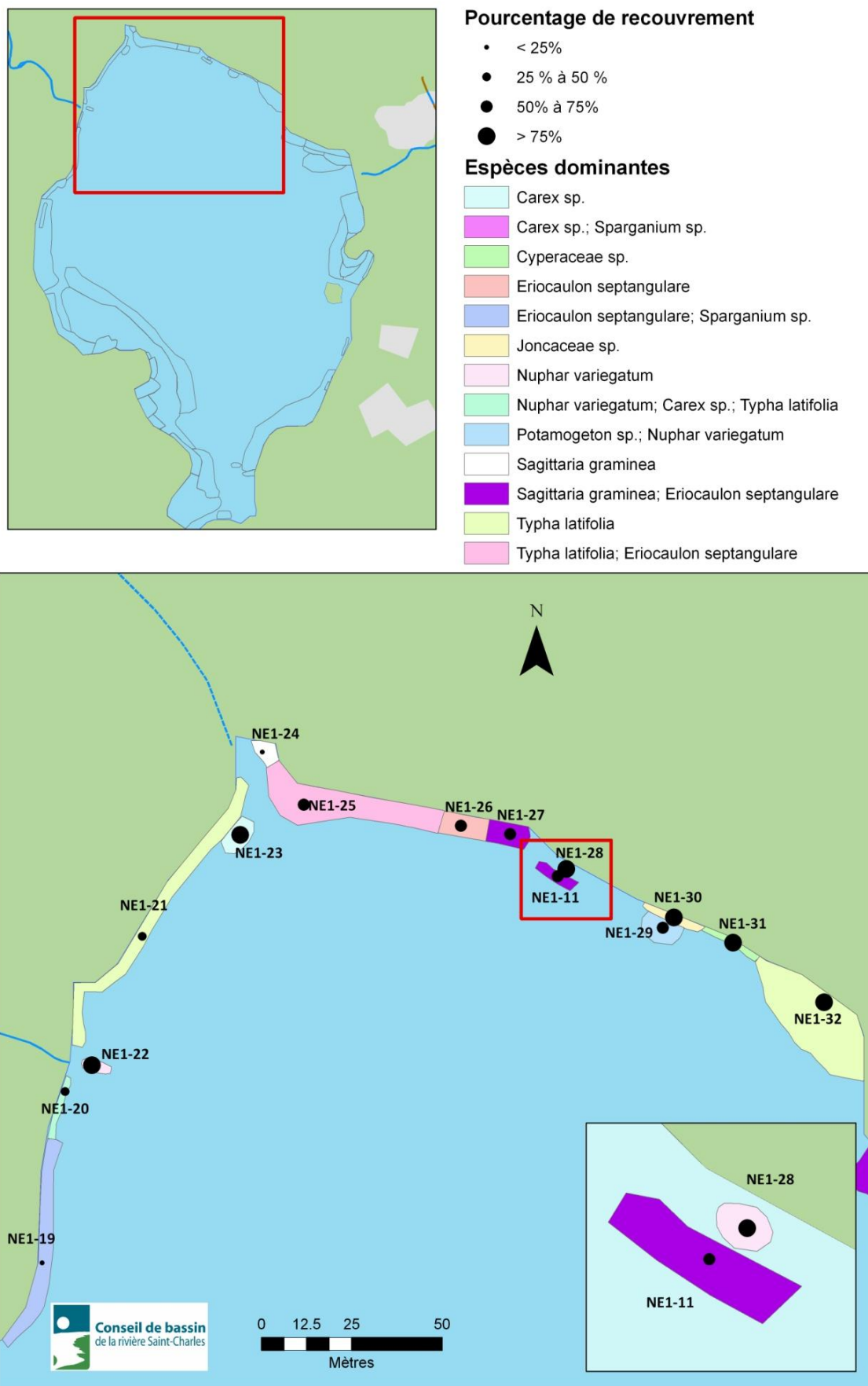


Figure 11 : Herbier aquatique du lac Neigette section nord

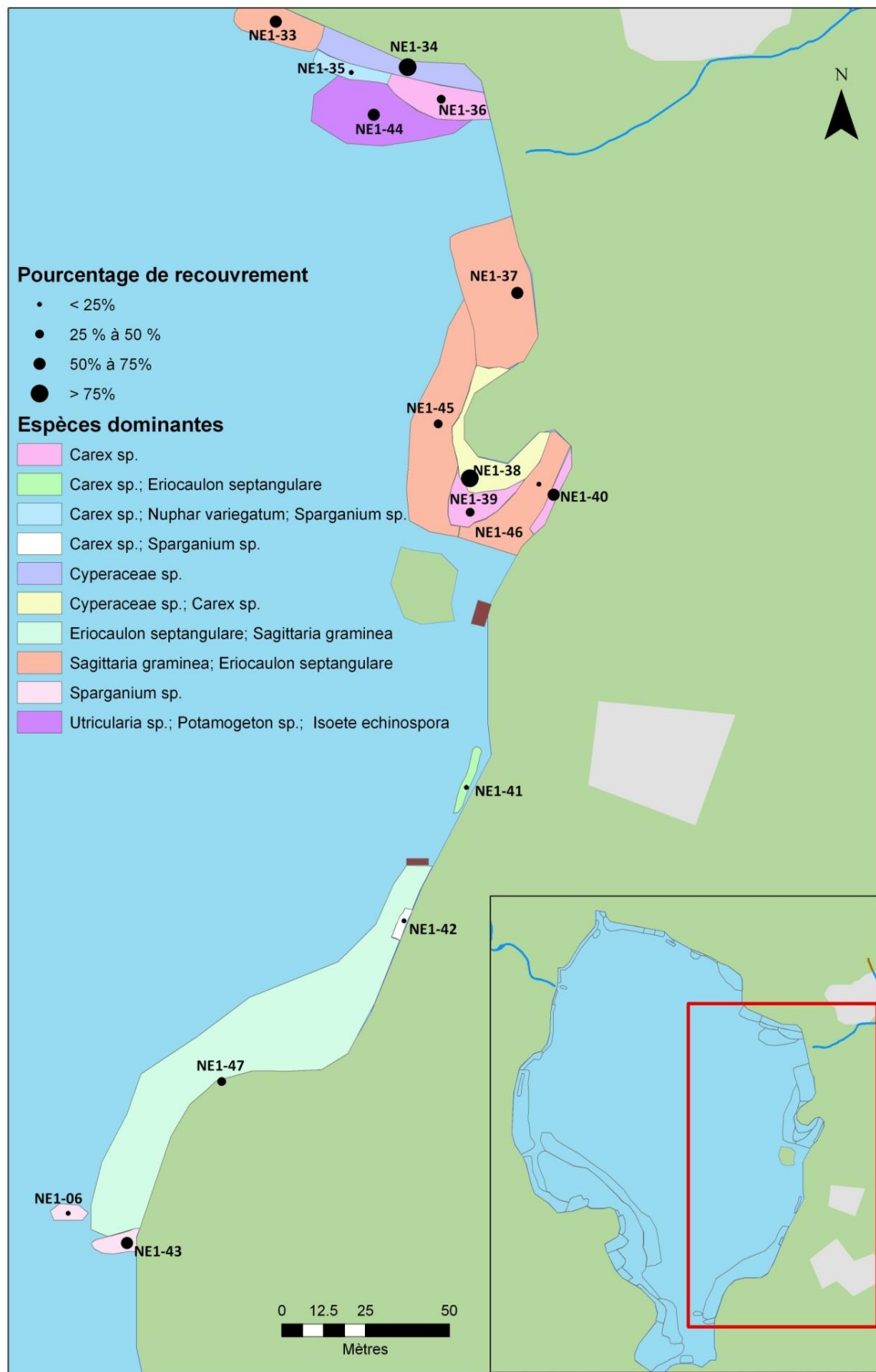


Figure 12 : Herbier aquatique du lac Neigette section est

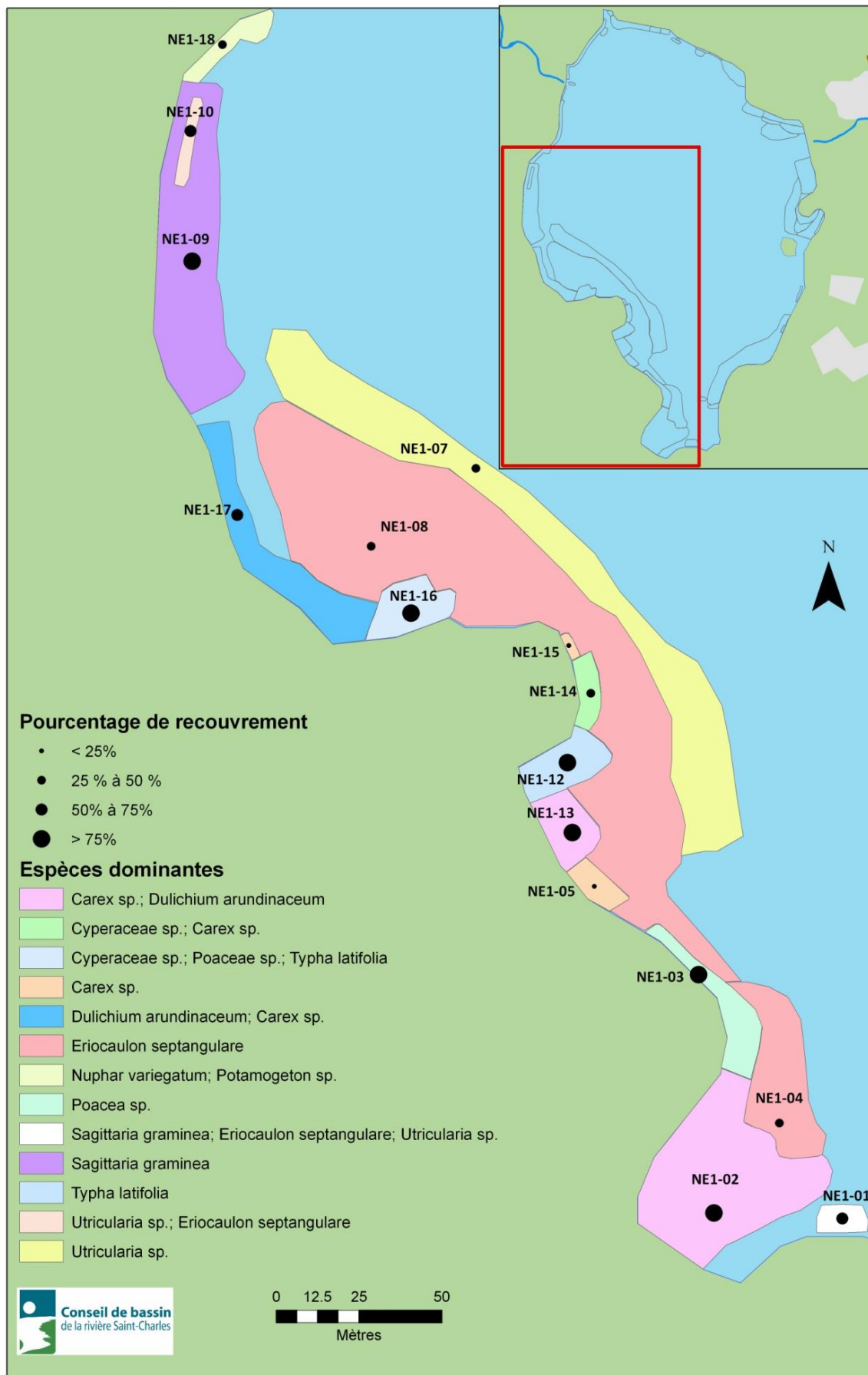


Figure 13 : Herbier aquatique du lac Neigette section ouest

L'*Eriocaulon septangulare* est une des espèces dominantes au lac Neigette qui n'était pas présente lors de la caractérisation de 1992. Cette espèce préfère un substrat de gravier et de sable (Fleurbec, 1987). Lors de la caractérisation de l'herbier en 2009, il est à noter que le littoral à l'exutoire du tributaire 2 n'était aucunement colonisé par des plantes aquatiques, et un vaste delta de sédiments y a été observé. Il est aussi important de noter la présence de l'élodée du Canada dans la zone homogène NE1-14, une espèce potentiellement envahissante (annexe 6).

Puisque la méthodologie employée lors de l'inventaire de 1992 n'est pas indiquée, ni la période de la saison estivale durant laquelle il a été fait, il est difficile de comparer adéquatement les deux herbiers, ne serait-ce que parce qu'il y a une évolution de l'herbier aquatique pendant la période estivale, puisque différentes espèces poussent à différents moments de la saison. Par contre, il est important de noter la différence entre la superficie couverte par l'herbier depuis 17 ans. L'augmentation en superficie et le changement des espèces dominantes peuvent cependant mener à conclure qu'il y a fort probablement eu un changement de la qualité de l'eau et de l'environnement aquatique.

Caractérisation des rives

Pour tout lac ou rivière, l'état des berges est critique en raison de son impact sur l'intégrité du milieu aquatique (Saint-Jacques et Richard, 1998). La bande riveraine offre un habitat complexe favorable au maintien des communautés aquatiques et terrestres, en plus de servir de site pour des processus biochimiques nécessaires au fonctionnement des écosystèmes. Cette zone tampon permet également un certain degré de rétention et de filtration de la pollution, de sédiments et de nutriments. Ainsi, en raison de l'importance de la préservation de nos cours d'eau et milieux riverains, l'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR) est couramment utilisé pour déterminer facilement la condition des rives et leur impact sur le milieu (MDDEP, 2002).

Suivant les étapes requises selon le protocole du MDDEP (2002), l'évaluation de la superficie relative de neuf composantes permettant l'évaluation de la condition écologique de l'habitat a été réalisée pour les bandes riveraines du lac Neigette. Les valeurs collectées ont permis la création d'une carte illustrant cinq classes de qualité selon un code de couleur.

Les bandes riveraines du lac Neigette présentent majoritairement un couvert forestier sur 15 m de largeur, et la qualité des berges est donc *excellente* sur 94 % des bandes. Certaines composantes, telles qu'infrastructures, pelouse et arbustes, sont néanmoins présentes sur une partie de la rive, diminuant ainsi la qualité des berges, entraînant un indice IQBR qualifié de *bon* pour un total de 100 m de périmètre (6 % des bandes riveraines). Deux quais construits par le riverain sont à mentionner, lesquels sont situés sur la rive est du lac. L'annexe 8 présente une vue d'ensemble de la qualité des bandes riveraines du réseau hydrographique du lac Neigette.

État trophique

L'état trophique du lac Neigette peut être déterminé grâce aux indicateurs utilisés par le MDDEP, soit le phosphore total en surface, la concentration de chlorophylle α en surface et la transparence de l'eau mesurée avec le disque de Secchi (MDDEP, 2010a). La concentration de l'oxygène dissous dans l'hypolimnion et l'abondance des plantes aquatiques sont des indicateurs qui peuvent aussi être considérés pour déterminer l'état trophique d'un lac (MDDEP, 2010a).

Les moyennes des concentrations de phosphore et de chlorophylle α totale à l'épilimnion au cours de l'été 2009 sont présentées à la figure 14. La concentration moyenne de chlorophylle α totale à

l'épilimnion était de 0,62 mg/l, ce qui indique un état trophique d'ultraoligotrophe. Pour les concentrations de phosphore, la moitié de la limite de détection a été prise pour les valeurs en deçà de la limite de détection de 0,01 mg/l, afin de calculer une moyenne pour la saison. Il aurait été préférable d'avoir eu des analyses de phosphore plus précises pour mieux indiquer l'état trophique du lac. La concentration moyenne de phosphore à l'épilimnion était de 0,01 mg/l, ce qui indique un état trophique oligomésotrophe. La transparence moyenne mesurée en 2009 était de 3,43 m, ce qui indique un état trophique mésotrophe. Ainsi, il est raisonnable de classer l'état trophique du lac Neigette d'oligomésotrophe avancé à mésotrophe.

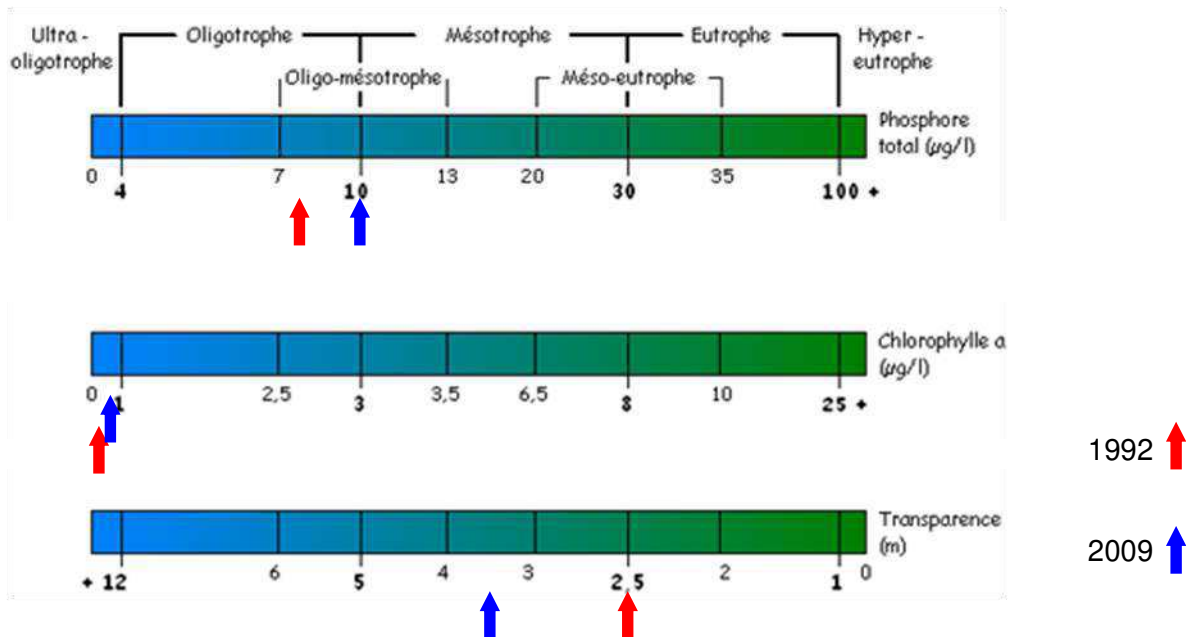


Figure 14 : Positionnement du niveau trophique du lac Neigette selon les classes du MDDEP en 1992 et en 2009

La diagnose écologique effectuée en 1992 utilise plusieurs autres paramètres pour déterminer l'état trophique du lac Neigette et le qualifie comme étant un lac avec un degré de vieillissement « élevé » dû à un appauvrissement en oxygène dissous à l'hypolimnion ainsi qu'à une pauvre transparence (annexe 9). Depuis 1992, la transparence moyenne semble avoir augmenté, mais le changement est peut-être seulement causé par un nombre différent de mesures prises durant la saison (deux en 1992 et cinq en 2009). Par contre, la concentration d'oxygène dissous à l'hypolimnion a diminué depuis 1992, et il existe maintenant une véritable zone anoxique à l'hypolimnion, zone qui peut être causée par une forte activité bactérienne qui décomposerait la matière organique venant d'une haute productivité d'algues ou de plantes aquatiques. Souvent, les lacs eutrophes présentent une zone anoxique à l'hypolimnion pour cette raison (MDDEP, 2010a). Une augmentation de productivité du lac Neigette a été constatée, puisque le recouvrement d'herbiers aquatiques a augmenté de 6 % en 1992 à 20 % en 2009. L'augmentation en superficie des herbiers et le changement des espèces dominantes amènent à penser qu'il y a fort probablement eu un changement de la qualité de l'eau et de l'environnement aquatique au lac Neigette depuis 1992. La cause la plus évidente est la présence du garage municipal, une source importante de sédiments qui peuvent modifier le substrat du lac en plus d'apporter une quantité appréciable de nutriments au lac. La section suivante « Étude des tributaires » traitera en détail l'influence qu'a eu le garage municipal sur la qualité de l'eau au tributaire 2 depuis 1992.

Les indices les plus utilisés par le MDDEP (la concentration de chlorophylle α , le phosphore total et la transparence) ne concordent pas à un état trophique particulier pour les données collectées en 1992 (allant d'ultraoligotrophe à oligomésotrophe et mésoeutrophe) (figure 14). Par contre, il est possible de dire que le lac Neigette est maintenant dans un état plus avancé de vieillissement, puisque la productivité de plantes aquatiques a augmenté et qu'il y a une véritable zone anoxique à l'hypolimnion.

Étude des tributaires

Les tributaires 1 et 2 ont été caractérisés au cours de l'été 2009 par le biais de plusieurs descripteurs et par l'indice de qualité des bandes riveraines.

Descripteurs conventionnels étudiés

Afin d'évaluer la qualité de l'eau, certains descripteurs conventionnels sont considérés, tels que la conductivité, la température, le pH, l'oxygène dissous, la concentration d'ions chlorure, le phosphore total, les matières en suspension, l'azote total, l'azote ammoniacal, les nitrites et les nitrates, la chlorophylle α totale, la turbidité et la concentration de coliformes fécaux (Painchaud, 1997). Ces descripteurs aident à déterminer la qualité de l'eau des tributaires du lac face à divers critères. Ils permettent aussi de calculer l'indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP) développé par le MDDEP. Ainsi, l'évolution temporelle de ces descripteurs est utilisée dans le but d'identifier, s'il y a lieu, une problématique possible.

Les descripteurs conventionnels ont été mesurés aux tributaires du lac Neigette en utilisant la multisonde YSI-6600 ainsi qu'en collectant des échantillons d'eau. Les prélèvements ont été faits aux mêmes endroits aux deux tributaires pour chacune des quatre visites (figure 1). Les points d'accès des tributaires à proximité du lac Neigette étaient un pont pour le tributaire 1 (photo 2) et une conduite en bordure du chemin de l'Éperon pour le tributaire 2 (photo 3).



Photo 2 : Point d'échantillonnage du tributaire 1



Photo 3 : Point d'échantillonnage du tributaire 2

Température

Les données de températures pour les tributaires 1 et 2 sont présentées au tableau 8. La moyenne des températures des deux tributaires est comparable aux données collectées en 1992, quoiqu'une comparaison soit difficile, n'ayant qu'une seule mesure pour 1992.

Tableau 8 : Données de température (°C) pour les tributaires du lac Neigette

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	Moyenne 2009	05-août-92
1	15,93	17,54	17,95	11,80	15,81	15,1
2	14,03	12,81	15,64	11,69	13,54	12,7

Oxygène dissous

Les données d'oxygène dissous pour les tributaires 1 et 2 sont présentées au tableau 9. Les données collectées pour le mois d'août 2009 sont comparables à celles collectées en août 1992. Les données d'oxygène dissous en pourcentage de saturation sont présentées au tableau 10. On peut noter que la moyenne de saturation en oxygène est plus basse au tributaire 2 qu'au tributaire 1.

Tableau 9 : Données d'oxygène dissous (mg/l) pour les tributaires du lac Neigette

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	Moyenne 2009	05-août-92
1	9,38	9,01	8,50	10,03	9,23	8,6
2	8,65	8,56	6,83	10,16	8,55	7

Tableau 10 : Données d'oxygène dissous (% saturation) pour les tributaires du lac Neigette

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	Moyenne 2009
1	98,30	96,50	92,10	95,60	95,63
2	87,10	80,20	70,50	96,70	83,63

Conductivité

Les données de conductivité mesurées aux tributaires 1 et 2 sont présentées au tableau 11. Une hausse est observée par rapport à 1992 pour les deux tributaires. La plus marquante des hausses en conductivité est observée au tributaire 2, avec une moyenne de 549 $\mu\text{S}/\text{cm}$, soit 20 fois plus que la mesure observée en 1992. Chaque mesure observée au tributaire 2 excédait 339 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la limite supérieure de la plage de variation habituelle établie par le MDDEP pour les rivières et petits cours d'eau (MDDEP, 2010b).

La conductivité observée au tributaire 1 est beaucoup moins élevée que celle du tributaire 2, avec une moyenne de 55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour 2009 (figure 15). Même si cette moyenne n'est pas aussi élevée qu'au tributaire 2, elle est tout de même plus élevée que la mesure de 27 $\mu\text{S}/\text{cm}$ observée en 1992.

Tableau 11 : Données de conductivité ($\mu\text{S/cm}$) pour les tributaires du lac Neigette

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	Moyenne 2009	05-août-92
1	55	46	56	61	55	27
2	633	386	543	635	549	27

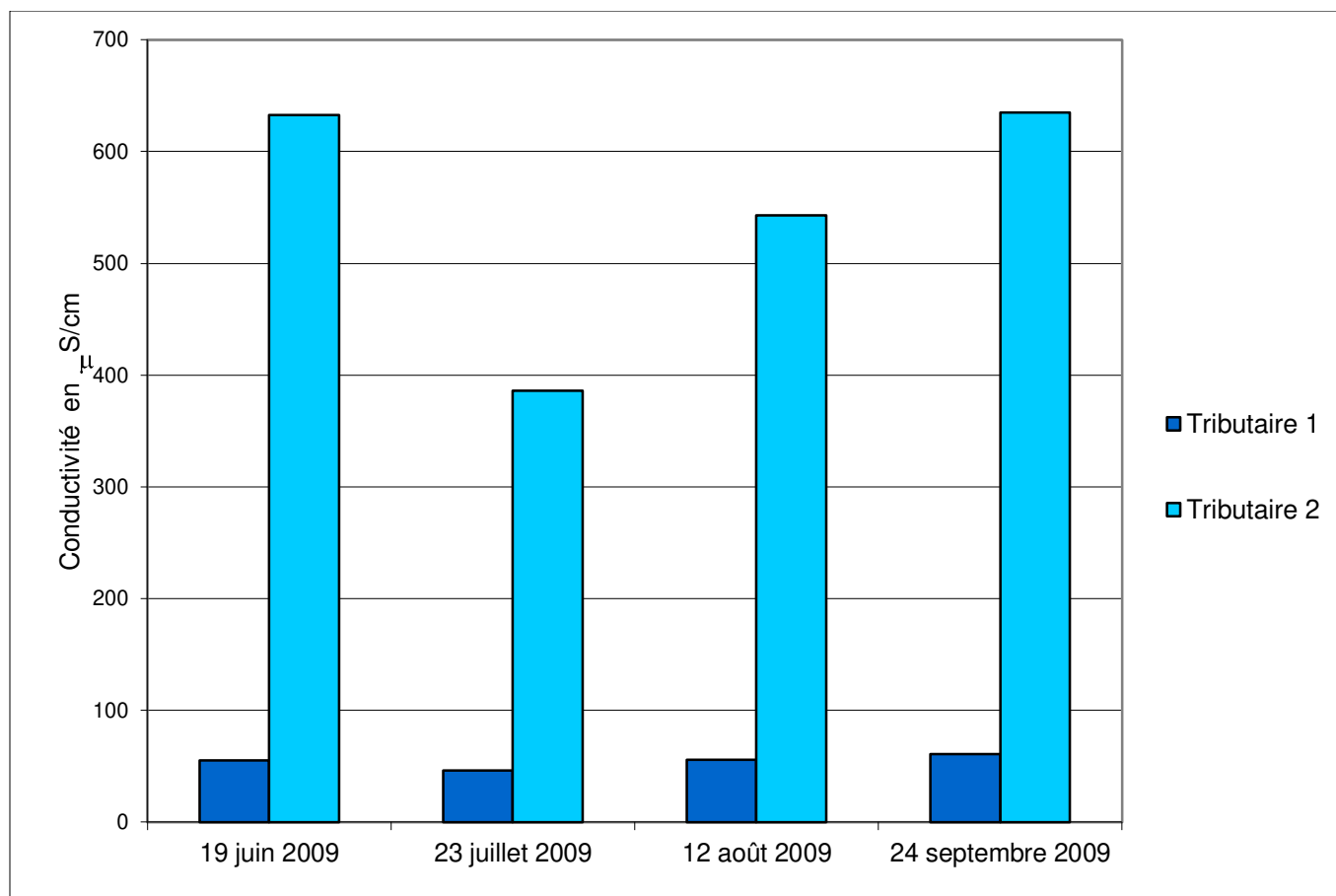


Figure 15 : Comparaison de la conductivité pour les tributaires 1 et 2 du lac Neigette

pH

Le tableau 12 présente les données de pH mesurés aux tributaires du lac Neigette. Le pH moyen observé au tributaire 1 est plus élevé que celui mesuré en 1992. Le pH moyen observé au tributaire 2 est comparable à celui de 1992. Toutefois, le tributaire 2 présente une eau plus acide que le tributaire 1, ce qui amène un déclassement de la cote IQBP (voir section sur l'IQBP). Puisque le pH de 2009 et de 1992 sont comparables, les résultats pourraient être attribuables à la nature du sol.

Tableau 12 : Données de pH mesurées aux tributaires du lac Neigette

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	Moyenne 2009	05-août-92
1	7,12	7,20	7,13	7,33	7,20	6,30
2	6,42	6,53	6,36	6,58	6,47	6,19

Concentration d'ions chlorure

La concentration d'ions chlorure est une mesure de la salinité d'un cours d'eau. Les concentrations mesurées pour les tributaires du lac Neigette sont présentées au tableau 13. Si les concentrations observées en 2009 sont comparables à celles de 1992 pour le tributaire 1, celles du tributaire 2 présentent une hausse, avec une moyenne de 153 mg/l, soit 50 fois plus que la mesure prise en 1992. Les concentrations ne dépassent toutefois pas la concentration maximale d'ions chlorure établie par le MDDEP pour la protection de la vie aquatique (effet chronique), celle-ci étant 230 mg/l (2009a).

Tableau 13 : Concentrations d'ions chlorure (mg/l) aux tributaires du lac Neigette

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	Moyenne 2009	05-août-92
1		2,4	2,5	3,5	2,8	2,6
2	170	120	150	170	153	3,1

Phosphore total

Les concentrations de phosphore total mesurées aux deux tributaires du lac Neigette sont présentées au tableau 14. Les concentrations mesurées au tributaire 1 sont toutes en deçà de la limite de détection de 0,01 mg/l sauf une, prise au mois de juillet, qui égale cette limite. Au tributaire 2, la concentration de phosphore mesurée était de 0,02 mg/l à l'exception d'une observation, en deçà de la limite de détection. La concentration de phosphore est plus élevée au tributaire 2 qu'au tributaire 1. Puisque le phosphore total comprend le phosphore dissous ainsi que le phosphore particulaire, il est possible que la différence en concentration de phosphore soit causée d'un apport en sédiments au tributaire 2. Les sédiments peuvent être une source importante de phosphore particulaire, et le garage municipal situé dans le bassin versant du tributaire 2 est une source importante de sédiments pour le tributaire 2 (voir photos 6, 8 et 9). Une comparaison avec la mesure observée en 1992 semble indiquer une augmentation en phosphore au tributaire 2. Par contre, la méthodologie employée en 1992 n'était pas précisée, et les limites de détections des analyses ne permettent pas de conclure avec certitude à une augmentation du phosphore.

Tableau 14 : Concentrations de phosphore total (mg/l) aux tributaires 1 et 2

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	05-août-92
1	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,005
2	0,02	0,02	<0,01	0,02	<0,005

Matières en suspension

Les matières en suspension sont constituées de matière organique et de matière minérale (MDDEP, 2010b). Ils proviennent de sources naturelles ou anthropiques (MDDEP, 2010b). Les matières en suspension mesurées aux deux tributaires sont présentées au tableau 15. Les concentrations au tributaire 1 sont toutes égales ou en deçà de la limite de détection de 2 mg/l. Les concentrations observées au tributaire 2 sont plus élevées, ayant deux mesures en deçà de la limite de détection de 2 mg/l et deux mesures égales à 4 mg/l.

Tableau 15 : Comparaison des matières en suspension (mg/l) aux tributaires 1 et 2

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09
1	<2	2	<2	<2
2	4	<2	<2	4

Azote total

L'azote est un élément nutritif limitant dans un écosystème aquatique (Dodson, 2005). D'après le MDDEP, même s'il n'existe pas de critère de toxicité pour l'azote total, une concentration plus élevée que 1,0 mg/l dans les eaux de surface indique une surfertilisation du milieu, problème plus fréquent en zone agricole (MDDEP, 2010b). L'azote total comprend l'azote ammoniacal et l'azote organique à l'exclusion des nitrites et des nitrates. Les résultats des analyses d'azote total sont présentés au tableau 16. La limite de détection pour les analyses est de 1 mg/l, et les données sont toutes en deçà de cette limite. Les résultats témoignent qu'il n'y a pas de problème de surfertilisation. Par contre, il est impossible de déterminer si la concentration en azote total a augmenté ou diminué depuis 1992, puisque les résultats des analyses de laboratoire ne sont pas assez précis pour comparer les deux mesures.

Tableau 16 : Concentrations d'azote total (mg/l) aux tributaires 1 et 2

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	14-mai-92	05-août-92
1	-	<1	<1	<1		0,41
2	-	<1	<1	<1		0,66

Azote ammoniacal

L'azote ammoniacal a une toxicité pour la vie aquatique qui est variable selon la température et le pH (MDDEP, 2010b). Les concentrations d'azote ammoniacal sont présentées au tableau 17. Selon le pH et la température des deux tributaires, les valeurs sont toutes en deçà des limites de qualités de l'eau pour l'effet chronique et aigu de la protection de la vie aquatique (MDDEP, 2009a).

Tableau 17 : Concentrations d'azote ammoniacal (mg N/l) aux tributaires 1 et 2

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09
1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2	<0,05	0,05	0,09	0,13

Nitrites et nitrates

Les concentrations de nitrites et de nitrates aux tributaires du lac Neigette sont présentées au tableau 18. Le seuil établi pour la prévention de la contamination (eau et organismes aquatiques) du MDDEP est de 10 mg/l (MDDEP, 200a). Les valeurs de nitrites et de nitrates mesurées aux tributaires du lac Neigette sont bien en deçà de ces limites

Tableau 18 : Concentrations des nitrites et des nitrates (mg N/l) aux tributaires 1 et 2

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09
1	0,12	0,04	0,06	0,04
2	<0,2	<0,2	<0,2	0,05

Chlorophylle α totale

Les concentrations de chlorophylle α totale sont présentées au tableau 19. Ces concentrations sont une mesure de l'activité phytoplanctonique d'un cours d'eau (MDDEP 2010b) et elles sont à l'intérieur la plage de variation normale pour les petits cours d'eau (MDDEP 2010b). Les concentrations sont cependant plus élevées au tributaire 2 qu'au tributaire 1. Cette différence pourrait être attribuée à la présence accrue de matières en suspension, entraînant de ce fait une augmentation des quantités de nutriments et donc de l'activité phytoplanctonique.

Tableau 19 : Concentrations de chlorophylle α totale (mg/l) aux tributaires 1 et 2

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	Moyenne 2009	05-août-92
1	0,29	0,21	0,18	0,24	0,23	0,1
2	1,00	0,25	0,46	0,71	0,61	0,14

Turbidité

La turbidité est une mesure de la transparence de l'eau et de la présence de matières en suspension provenant de l'érosion du sol qui influencent la transparence (par exemple, les limons, l'argile ou le sable) (MDDEP, 2010c). La turbidité mesurée aux tributaires du lac Neigette est présentée au tableau 20. En 2009, il y a une un écart remarquable entre la turbidité mesurée au tributaire 2 et celle mesurée au tributaire 1, les premières étant beaucoup plus élevées. Les concentrations mesurées en 1992 étaient comparables pour les tributaires 1 et 2. En 2009, les concentrations au tributaire 2, qui moyennent 3,7 UNT [unités néphélométriques de turbidité] sont plus élevées que la mesure de turbidité prise en 1992, soit 0,34 UNT. La cause de l'écart entre les mesures prises au tributaire 2 et au tributaire 1 provient du garage municipal, qui est une source importante de sédiments, et ainsi de matières en suspensions pour le tributaire 2. La turbidité est une mesure optique de la transparence de l'eau qui serait influencée non seulement par la quantité, ou le poids des matières en suspension, mais aussi par la taille et la formes de ces dernières qui pourraient atténuer la transparence de l'eau. D'une part les concentrations de matières en suspension sont plus élevées au tributaire 2 que celles mesurées au tributaire 1. L'influence du garage municipal sur la turbidité du tributaire 2 a aussi été constatée visuellement sur le terrain (voir photos 6 et 10). Les mesures de turbidité dans les rivières du Bouclier canadien sont généralement en deçà de 1 UNT (MDDEP, 2010c).

Tableau 20 : Turbidité (UNT) aux tributaires 1 et 2

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	Moyenne 2009	05-août-92
1	0,8	0,5	0,5	0,5	0,6	0,24
2	2,4	2,3	6,1	3,9	3,7	0,34

Coliformes fécaux

Les concentrations de coliformes fécaux dans les tributaires du lac Neigette sont présentées au tableau 21. La moyenne plus élevée au tributaire 1 peut être attribuée à la mesure du 19 juin de 390 unités de coliformes fécaux par 100 ml. Cette mesure est au-delà du seuil de 200 unités par 100 ml, seuil permettant la baignade (MDDEP, 2010d). Puisque les jours précédant ce premier échantillonnage avaient été très pluvieux, la concentration élevée de coliformes fécaux peut être le résultat de fosses septiques non conformes, et les coliformes fécaux peuvent donc ainsi être d'origine humaine. Ce serait le cas le plus probable pour le tributaire 1, dont le bassin versant comprend la majorité des habitations du bassin versant. Pour ce qui est du tributaire 2, puisque la seule infrastructure située sur son bassin versant est le garage municipal, qui n'est pas sur installation septique, les coliformes fécaux proviennent donc probablement de sources animales.

Tableau 21 : Concentrations de coliformes fécaux (unités de coliformes fécaux/100 ml) aux tributaires 1 et 2

Tributaire	19-juin-09	23-juil-09	12-août-09	24-sept-09	Moyenne 2009	05-août-92
1	390	7	33	32	115,5	52
2	91	12	16	11	32,5	80

Indice de la qualité bactériologique et physicochimique (IQBP)

L'indice de qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP), développé par le MDDEP, est basé sur dix descripteurs conventionnels de la qualité de l'eau qui sont de bons indicateurs des différentes formes de pollution :

- ils sont influencés par les rejets municipaux, les activités agricoles et certains types de rejets industriels;
- ils sont facilement mesurables dans l'eau et à un coût relativement peu élevé;
- ils permettent d'établir des critères pour évaluer si la qualité de l'eau est adéquate pour supporter certains usages et maintenir la vie aquatique;
- ils sont les principaux paramètres visés par les interventions d'assainissement urbain, industriel et agricole.

Les descripteurs conventionnels qui peuvent être inclus dans le calcul de l'IQBP sont le phosphore total, les coliformes fécaux, la demande biologique en oxygène (DBO5), la saturation en O₂, l'azote ammoniacal, les nitrites et les nitrates, la chlorophylle α totale, le pH, la turbidité et les matières en suspension. Une courbe d'appréciation a été développée pour chacun des descripteurs de qualité afin de transformer les valeurs mesurées en sous-indices de qualité (de 0 à 100) (Hebert, 1997). Les sous-indices calculés pour les descripteurs permettent de déterminer l'IQBP, qui peut aussi varier de 0 à 100 et qui permet de définir cinq classes de qualité allant de A à E (tableau 22).

Tableau 22 : Cotes et classes de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique de l'eau

Cote	IQBP	Signification
A	80-100	Eau de bonne qualité permettant généralement tous les usages, y compris la baignade
B	60-79	Eau de qualité satisfaisante permettant généralement la plupart des usages
C	40-59	Eau de qualité douteuse, certains usages risquent d'être compromis
D	20-39	Eau de mauvaise qualité, la plupart des usages risquent d'être compromis
E	0-19	Eau de très mauvaise qualité, tous les usages risquent d'être compromis

(Hebert, 1997)

Selon le MDDEP, l'IQBP ne peut être utilisé que pour évaluer la qualité de l'eau en période estivale, soit de mai à octobre. C'est pendant cette période de l'année que la composition physicochimique et la qualité bactériologique de l'eau sont les plus susceptibles d'influencer la vie aquatique et les usages associés aux cours d'eau.

Le calcul de l'IQBP ne nécessite pas d'avoir les dix descripteurs de qualité de l'eau. Par contre, plus il y a de descripteurs inclus dans le calcul et plus le nombre d'échantillons de chacun de ceux-ci est grand, plus le calcul de l'IQBP est significatif (Hebert, 1997). À des fins de comparaison panquébécoise, le MDDEP calcule l'IQBP₆ en incluant les paramètres suivants : coliformes fécaux, chlorophylle α totale, matières en suspension, azote ammoniacal, nitrites et nitrates et phosphore total. L'exclusion des mesures de pH, de turbidité, de saturation d'oxygène et de demande biologique en oxygène est nécessaire pour rendre l'indice plus comparable d'une région à l'autre. Le pH, la saturation d'oxygène et la turbidité ont été inclus dans le calcul de l'IQBP des tributaires du lac Neigette. C'est ainsi que l'IQBP₉ a été calculée, le seul descripteur n'ayant pas été inclus étant la demande biologique en oxygène.

Le tributaire 1 a un IQBP₉ de 90, ce qui signifie qu'il s'agit d'une eau de bonne qualité (figure 16). Le tributaire 2 a un IQBP₉ de 58, soit une eau de qualité douteuse (figure 17). Les descripteurs qui abaissent la cote du tributaire 2 sont surtout le pH, l'oxygène dissous et la turbidité. Selon l'indice, le pH du tributaire 2 correspond à une eau de qualité douteuse, l'oxygène dissous à une eau de qualité douteuse à très bonne, et la turbidité à une eau de qualité douteuse à très bonne. L'indice prend en compte la variance des différents descripteurs de l'eau utilisés. Quoique l'influence du garage municipal sur le pH et sur la l'oxygène dissous dans le tributaire 2 ne puisse être confirmée, son influence sur la turbidité a été observée sur le terrain ainsi que dans les résultats d'analyses. Le garage municipal et les activités qui y sont tenues constituent la cause de la baisse de l'indice de qualité de l'eau au tributaire 2, du moins en ce qui concerne le descripteur de la turbidité.

	CF	CHLA	DBO5	MES	NH3	NOX	OD	PH	PTOT	TURB	IQBP
N	4	4		4	4	4	4	4	4	4	4
I_MIN	73	100		96	99	95	88	88	101	93	73
I_Q25	89	100		99	99	97	93	89	101	95	85
I_MÉDIAN	94	100		100	99	98	95	90	101	96	90
I_Q75	96	100		100	99	99	96	92	101	96	92
I_MAX	100	100		100	99	99	97	95	100	96	94

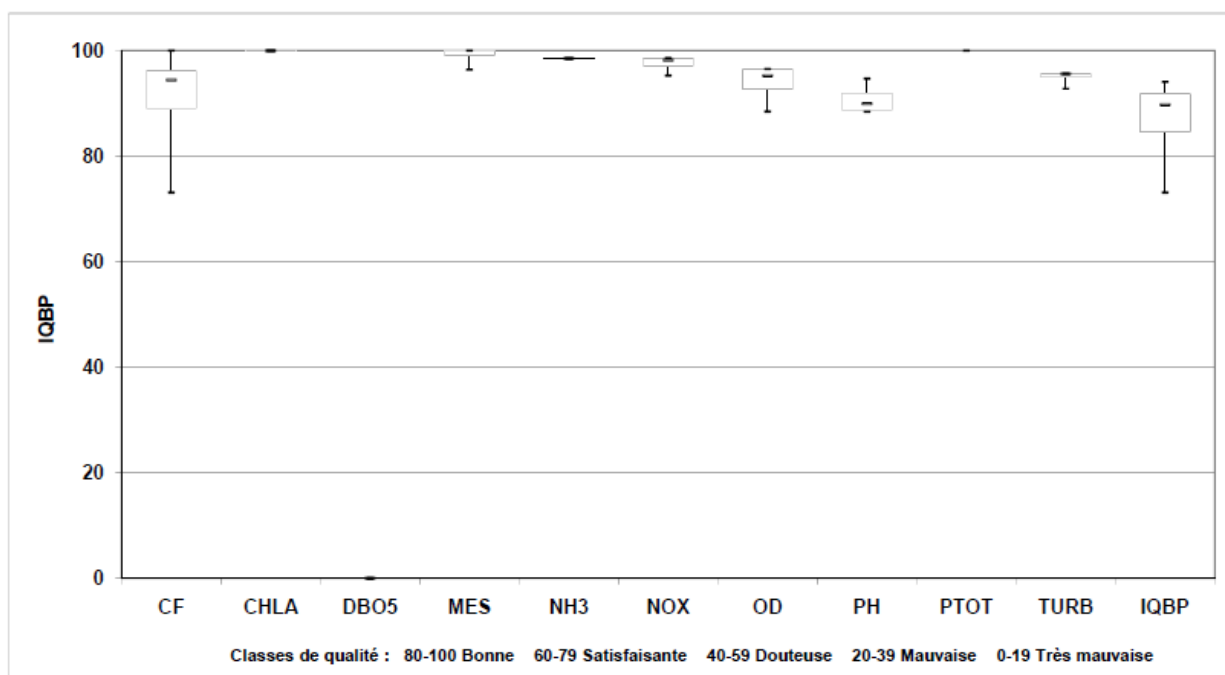


Figure 16 : Indice de qualité bactériologique et physicochimique du tributaire 1 (2009)

	CF	CHLA	DBO5	MES	NH3	NOX	OD	PH	PTOT	TURB	IQBP
N	4	4		4	4	4	4	4	4	4	4
I_MIN	88	100		89	89	96	43	51	93	55	43
I_Q25	94	100		89	91	96	64	54	93	65	52
I_MÉDIAN	97	100		94	94	96	74	58	93	74	58
I_Q75	97	100		100	97	97	82	62	95	79	62
I_MAX	97	100		100	99	98	96	64	100	80	64

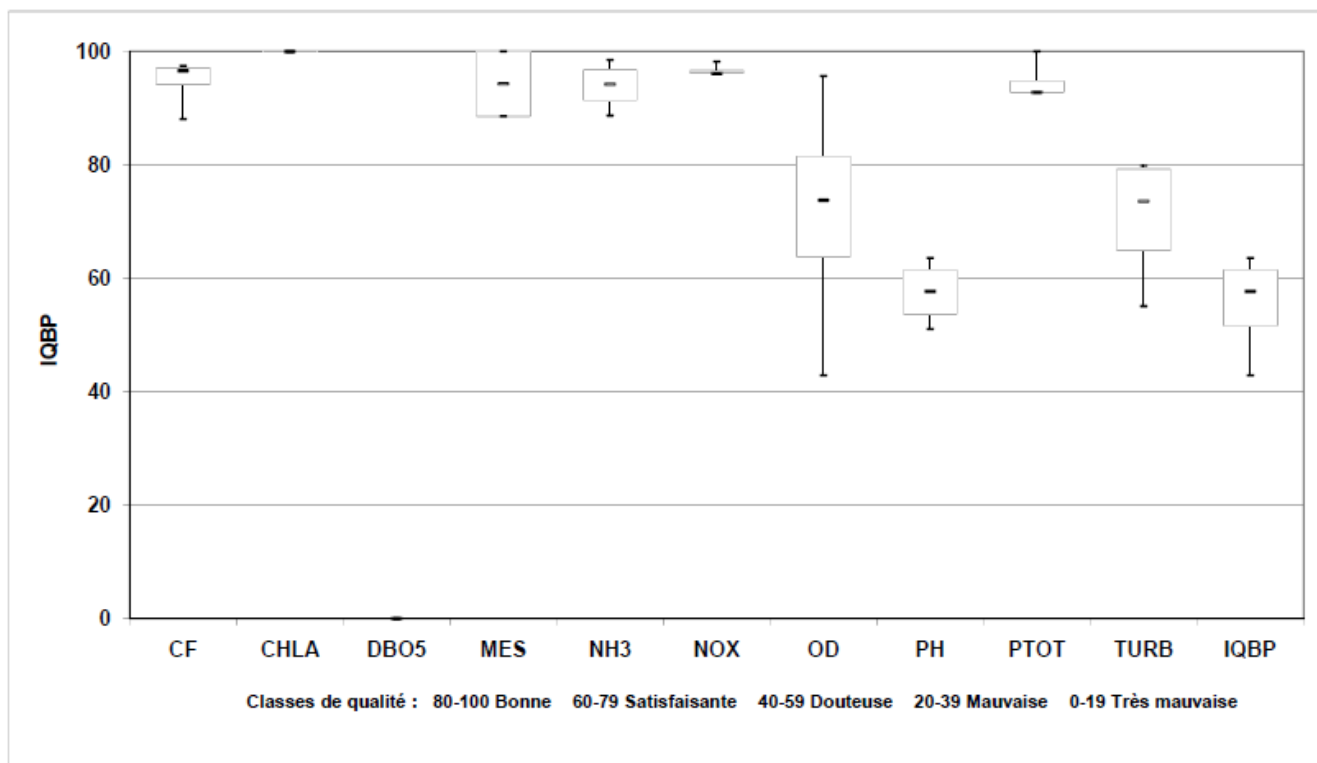


Figure 17 : Indice de qualité bactériologique et physicochimique du tributaire 2 (2009)

Caractérisation des rives

L'annexe 8 présente une vue d'ensemble de la qualité des bandes riveraines du réseau hydrographique du lac Neigette.

Pour le tributaire 1, l'indice de qualité de la bande riveraine est *excellent* sur 89 % de la longueur étudiée du ruisseau (figure 18). Deux sections de 100 m chacune ont un IQBR qualifié de *bon*, puisque ces sections ont des bandes riveraines majoritairement composées de végétaux arbustifs. L'analyse s'est limitée à une largeur des bandes riveraines de 10 m. Lors de l'analyse de bandes riveraines du tributaire 1, deux infrastructures pouvant être nuisibles à la libre circulation des poissons ont été repérées. Il s'agit de deux ponts effondrés dans le tributaire, un au niveau du parcours du sentier national, et l'autre dans la cour arrière d'un riverain habitant sur le chemin de l'Éperon près du lac Écho (photos 4 et 5).

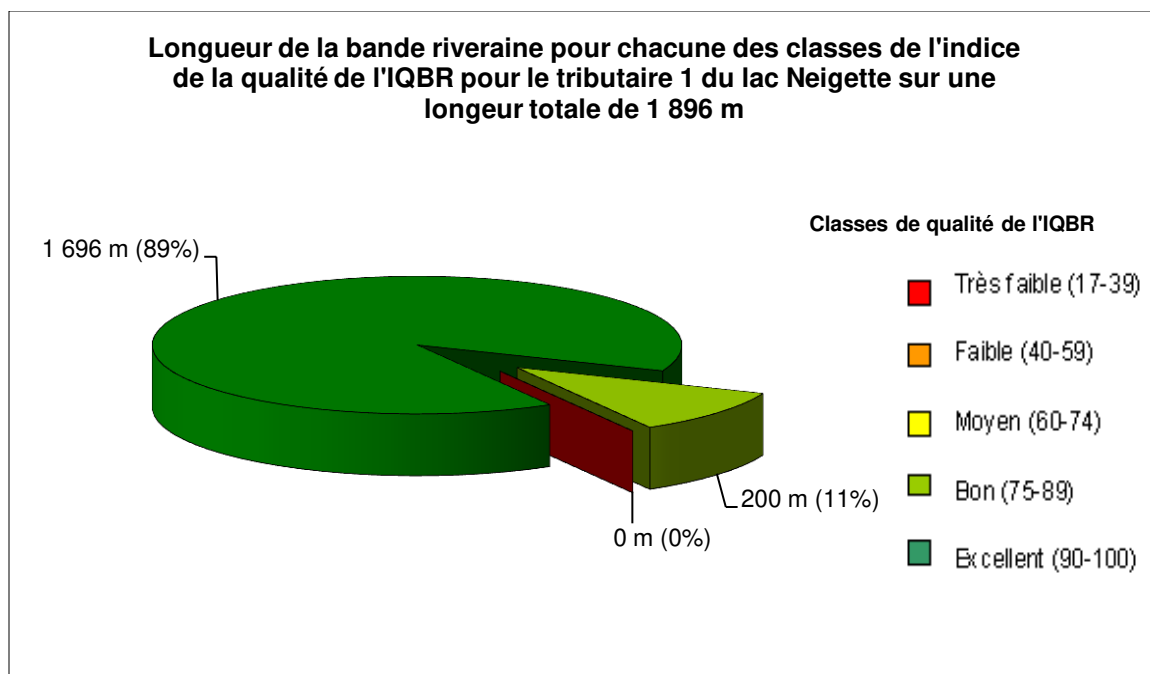


Figure 18 : IQBR du tributaire 1



Photo 4 : Pont effondré dans le tributaire 1 près du lac Écho



Photo 5 : Pont effondré dans le tributaire 1 près du sentier national

Les bandes riveraines du tributaire 2 sont grandement affectées par un garage municipal situé à proximité du cours d'eau ainsi que par le chemin de l'Éperon, croisant le tributaire. Une portion de 100 m de longueur est particulièrement dénaturisée, présentant un sol nu, des socles rocheux et déversant des eaux brunes chargées de sédiments (figure 19). La classe de qualité de cette section est qualifiée de *faible*, ce qui constitue l'unique section du réseau hydrologique du lac Neigette ayant une si piètre qualité. Néanmoins, une portion importante de 700 m, se trouvant principalement en amont du garage municipal, soit 59 % des bandes riveraines, est qualifiée d'*excellente*.

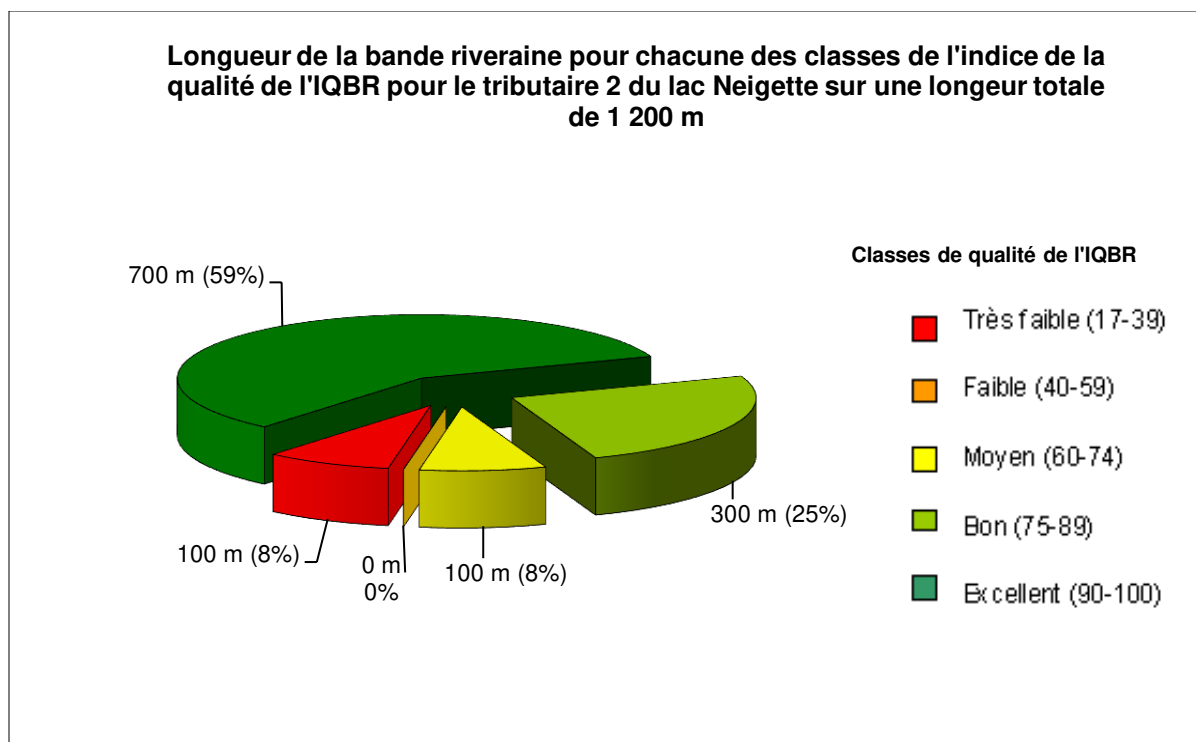


Figure 19 : IQBR du tributaire 2



Photo 6 : Eau turbide provenant du garage municipal et se jetant dans le tributaire 2

Lors de l'analyse des bandes riveraines du tributaire 2, il a été constaté que le garage municipal est construit tout près d'un milieu humide. Des dépôts d'huile et un grand ensablement du cours d'eau ont été constatés lors des visites.



Photo 7 : Milieu humide près du garage municipal



Photo 8 : Le garage municipal : une source de sédiments pour le tributaire 2



Photo 9 : Le garage municipal : une source de sédiments pour le tributaire 2

Discussion

Les mesures élevées de conductivité et les fortes concentrations d'ions chlorure sont des indications d'un problème important pour la santé du lac Neigette. La concentration élevée d'ions chlorure dans l'hypolimnion, et donc une augmentation de la densité de l'eau, peut causer une résistance à la circulation des eaux du lac, rendant plus difficile le renouvellement du lac au printemps et à l'automne. Le manque de renouvellement d'un lac peut influencer l'étendue de la zone anoxique.

Les concentrations d'ions chlorure et les mesures de conductivité du tributaire 2 sont nettement plus élevés que celles du tributaire 1. Les hausses en conductivité et en concentration d'ions chlorure au lac Neigette peuvent être expliquées par la présence du garage municipal situé à proximité du tributaire 2. En effet, même en été, des hautes concentrations d'ions chlorure ont été observées dans le tributaire 2 en aval du garage municipal.

Il existe un problème de qualité de l'eau au tributaire 2 : il a une cote d'IQBP de 58, ce qui démontre une eau de qualité douteuse. Ce tributaire est une source de sédiments pour le lac Neigette. D'importantes quantités de sable et de gravier sont entreposées à ciel ouvert sur le site du garage municipal, ce qui cause le ruissellement d'eaux turbides vers le tributaire 2 (photo 10). D'ailleurs, on peut constater plusieurs changements depuis 1992 en ce qui concerne la profondeur maximale du lac

(de 12 m à 9,8 m) et l'herbier aquatique (de 6 % à 20 % de recouvrement).

L'*Eriocaulon septangulare* est maintenant l'une des espèces dominantes au lac Neigette, ce qui n'était pas le cas lors de la caractérisation de 1992. Cette espèce préfère un substrat de gravier et de sable (Fleurbec, 1987). Lors de la caractérisation des herbiers aquatiques, il a été noté que le littoral à l'exutoire du tributaire 2 n'était aucunement colonisé par des plantes aquatiques, et un vaste delta de sédiments y a été observé.



Photo 10 : Ruissellement d'eau turbide dans le tributaire 2 sur le terrain du garage municipal

Les sédiments peuvent avoir de nombreux effets néfastes sur la qualité de l'eau et sur l'écosystème aquatique, par exemple la hausse du taux de mortalité chez de nombreuses espèces de poissons. De plus, les sédiments peuvent être une source de phosphore particulaire qui, lorsqu'il devient soluble, fait augmenter la concentration de phosphore dans le plan d'eau. Les sédiments peuvent ainsi être subséquemment liés à des épisodes de floraisons de cyanobactéries.

Recommandations

Tributaire 1

Les deux ponts effondrés dans le tributaire 1 devraient être enlevés et reconstruits, s'ils sont encore utiles, afin de ne pas nuire à la libre circulation des poissons (photo 4 et 5). Ces ponts sont situés près du sentier national et dans la cour arrière d'une habitation près du chemin de l'Éperon, à proximité du lac Écho (annexe 8). La conformité des installations septiques des habitations devrait aussi être validée afin d'éviter, par temps pluvieux, des concentrations élevées en coliformes fécaux dans le tributaire.

Tributaire 2 et garage municipal

Le terrain du garage municipal est bordé par un milieu humide longeant le chemin menant au chemin de l'Éperon. Le chemin menant au garage et le terrain municipal sur lequel sont entreposés du sable et du gravier représentent une source de sédiments qui sont transportés vers le tributaire 2 et, ultimement, vers le lac Neigette. Les recommandations visent donc à contrôler l'apport en sédiments dans le ruisseau. Trois opérations allant en ce sens sont proposées :

- 1) confiner les sédiments entreposés à l'air libre sur le terrain municipal à l'intérieur de structures imperméables;
- 2) couvrir la zone de chargement afin de réduire la mise en transport de sédiments;
- 3) aménager une bande riveraine sur les berges du tributaire 2 longeant le terrain.

La première recommandation est prioritaire. Actuellement, les sables et graviers utilisés pour l'entretien des routes sont laissés à l'extérieur sur le terrain du garage municipal, et les sels et abrasifs sont entreposés à l'intérieur du garage (photos 11 et 12). Les sables et graviers sont entreposés dans des bacs qui ne sont pas étanches (photo 9). Idéalement, les sables et graviers devraient aussi être entreposés à l'intérieur du garage. À tout le moins, leur confinement s'avère nécessaire pour éviter qu'ils n'atteignent le ruisseau, car ces matériaux constituent une source de sédiments qui est acheminée vers le réseau hydrographique lors d'événements pluvieux. Le confinement du sable et du gravier serait possible avec l'aménagement du fond des bacs afin qu'ils soient imperméables. De plus, le côté des bacs devrait être couvert d'une membrane, pour éviter des pertes de sédiments par les côtés.

La deuxième recommandation concerne l'aménagement d'une zone de chargement couverte, qui éviterait la mise en transport de sédiments par l'entremise des éléments (vent, pluie, etc.) lors du chargement des camions.



Photo 11 : Sable et gravier, garage municipal de Lac-Beauport



Photo 12 : Sable et gravier, garage municipal de Lac-Beauport

La troisième recommandation est l'aménagement d'une bande riveraine sur la berge du tributaire 2 jouxtant le terrain. En effet, les visites de terrain ont permis d'identifier des accès directs des sédiments au tributaire 2 (photo 13).



Photo 13 : Écoulement de sédiments dans le tributaire 2 du lac Neigette au garage municipal de Lac-Beauport

L'efficacité des bandes riveraines pour retenir les sédiments transportés par l'eau de ruissellement n'est plus à démontrer, mais elle peut cependant varier selon la pente, le taux d'infiltration de l'eau dans le sol et d'autres facteurs (Wenger, 1999). Suite au règlement de contrôle Intérimaire 2010-41 de la Communauté Métropolitaine de Québec, il est maintenant exigé de maintenir une bande riveraine de 20 mètres et c'est ce que nous recommandons. Cette mesure devrait être accompagnée du retrait des roches et des sédiments qui ont été entreposés sur les berges du tributaire 2 (photo 14).

Cette opération préalable assurera la stabilité de la pente du talus orienté vers le cours d'eau; il y aura donc moins de risque que les matériaux du sol soient remobilisés vers le bas de la pente. De plus, la reprise de la végétation se fera plus aisément, puisque le réseau racinaire ne peut pas toujours se développer facilement dans un sol trop compact.

Le choix des végétaux pourra être basé sur le *Répertoire de végétaux recommandés pour la végétalisation des bandes riveraines du Québec*. Ce répertoire fournit des renseignements précieux sur les végétaux à utiliser pour la végétalisation des bandes riveraines; sa consultation permet d'éviter les espèces non recommandées, nuisibles ou envahissantes et de choisir l'espèce adaptée au milieu dans lequel on veut l'implanter.



Photo 14 : Roches et sédiments sur les berges du tributaire 2 du lac Neigette, Municipalité de Lac-Beauport

L'aménagement de la bande riveraine devrait intégrer trois strates de végétaux : des herbacées, des arbustes et des arbres. L'utilisation de plusieurs espèces de différentes tailles permet notamment aux racines de s'étendre à diverses profondeurs, ce qui assure une meilleure filtration des sédiments et une stabilisation du sol (MDDEP, s.d.).

Surveillance des floraisons de cyanobactéries

Pour le moment, il ne semble pas y avoir de problème de cyanobactéries au lac Neigette, puisque leurs concentrations sont toutes en deçà du seuil établi par le MDDEP, qu'elles ne constituent pas la classe dominante de phytoplancton, et qu'aucune fleur d'eau n'a été observée lors des visites du lac en 2009. Il est tout de même important d'agir de manière préventive afin de s'assurer que la situation ne se détériore pas. En assurant une surveillance du lac, et en s'assurant que les apports en phosphore soluble et particulaire (par le biais des apports de sédiments) n'augmentent pas, le lac Neigette pourrait être épargné des floraisons de cyanobactéries.

Suivi des taux de sels et des sources de sédiments

Par la suite, il serait important de faire un suivi de la conductivité et des taux de sels dans le tributaire 2 afin de déterminer s'il y a ou non une amélioration de la qualité d'eau. Le même suivi pourrait être fait au tributaire 1 afin d'avoir une station témoin. Nous recommandons un suivi pour les deux prochaines années, incluant l'échantillonnage durant la période de fonte des neiges. Un suivi visuel devrait aussi être fait sur le terrain du garage municipal afin de déterminer si les berges sont stables et si le site n'est plus une source de sédiments pour le lac Neigette. Si les mesures ne sont pas suffisantes pour réduire l'apport en chlorure et en sédiments provenant du garage municipal, des fosses de captation de sédiments devront être envisagées.

Références

BASE DE DONNÉES TOPOGRAPHIQUES DU QUÉBEC (BTDQ). Fichiers de formes (shapefiles) de réseaux routiers, de réseaux hydrographiques, d'infrastructures et de couvert forestier, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

CHORUS, I., et L. MUR, 1999. « Preventative Measures » dans I. Chorus et J. Bertram, *Toxic Cyanobacteria in Water : a Guide to Public Health Significance, Monitoring and Management*, Organisation mondiale de la santé, E and FN Spon, Londres, Royaume-Uni, p. 235-273.

CONSEIL RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES, 2005. *Protocole de caractérisation des communautés de plantes aquatiques*, version expérimentale, 36 p.

COMMUNAUTÉ MÉTROPOLITAINE DE QUÉBEC (CMQ), 2010. *Règlement n° 2010-41. Règlement de contrôle intérimaire visant à limiter les interventions humaines dans les bassins versants des prises d'eau de la ville de Québec installées dans la rivière saint-charles et la rivière montmorency*. Québec, 41p.

CROW, G.E., et C.B. HELLQUIST, 2000. *Aquatic and Wetland Plants of Northeastern North America : a Revised and Enlarged Edition of Norman C. Fassett's a Manual of Aquatic Plants*, volume 1 – *Pteridophytes, Gymnosperms and Angiosperms : Dicotyledons*, University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, 480 p.

CROW, G.E., et C.B. HELLQUIST, 2000. *Aquatic and Wetland Plants of Northeastern North America : a Revised and Enlarged Edition of Norman C. Fassett's a Manual of Aquatic Plants*, volume 2 – *Angiosperms : Monocotyledons*, University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, 400 p.

DUPONT, J., 2004. *La problématique des lacs acides au Québec*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'Environnement, Envirodoq n° ENV/2004/0151, collection n° QE/145, 18 p.

DODSON, S.I., 2005. *Introduction to limnology*. McGraw-Hill, New York, 400 p.

- FLEURBEC, 1987. *Plantes sauvages des lacs, rivières et tourbières : Guide d'identification Fleurbec*, Groupe Fleurbec, Saint-Augustin, Québec, 399 p.
- GROUPE DRYADE LTÉE, 1993. *La diagnose écologique des principaux lacs*, Québec, 140 p. et annexes.
- HEBERT, S., 1997. *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec*, Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq n° EN/970102, 20 p. + 4 annexes, [En ligne] [www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/indice/index.htm] (consulté en décembre 2009).
- LÉGARÉ, S., 1998. *Étude limnologique du lac Saint-Charles 1996-1997*, Département de biologie de l'Université Laval, 85 p. et annexes.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC,, 2010. *Carte bathymétrique du lac Neigette*.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2002. *Indice de qualité de la bande riveraine (IQBR)*, Gouvernement du Québec, [En ligne] [www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/index.htm] (consulté en octobre 2009).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2009a. *Critères de qualité de l'eau de surface*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 506 p. et 16 annexes.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2009b. *Bilan des lacs et cours d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert au Québec*, [En ligne] [www.mddep.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/bilan/liste_comparative.asp] (consulté en mars 2010).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2010a. *Le Réseau de surveillance volontaire des lacs*, [En ligne] [www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm] (consulté en avril 2010).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2010b. *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau : Annexe 1*, Gouvernement du Québec, [En ligne] [www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/annexes.htm] (consulté en avril 2010).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2010c. *Atlas sur l'état de l'environnement au Québec : Turbidité*, [En ligne] [www.mddep.gouv.qc.ca/regards/atlas/turbidite.htm] (consulté en mai 2010).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2010d. *La qualité de l'eau et ses usages récréatifs*, [En ligne] [www.mddep.gouv.qc.ca/eau/recreative/qualite.htm] (consulté en mars 2010).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS et CONSEIL RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES, 2007. *Planification des inventaires*, mai 2007, 2^e édition mai 2009, Québec, MDDEP et CRE Laurentides, 7 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS et CONSEIL RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES, 2008. *Protocole de suivi visuel d'une fleur d'eau d'algues bleu-vert et document de soutien*, Québec, juillet 2008, 2^e édition mai 2009, MDDEP et CRE

Laurentides. 26 p. [En ligne] [www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsvl/alguesBV.pdf] (consulté en avril 2010).

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, s.d. *Je protège mon héritage... je végétalise ma bande riveraine*, dépliant.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. Fichier de formes (shapefile), *Unités de drainage*.

MUR, L., O.M. SKULBERG et H. UTKILEN, 1999. « Cyanobacteria in the environment », dans I. Chorus et J. Bertram, *Toxic Cyanobacteria in Water : a Guide to Public Health Significance, Monitoring and Management*, Organisation mondiale de la santé, E and FN Spon, Londres, Royaume-Uni, p. 15-40.

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

RAPPEL, 2005. *Fiche technique 10 – plantes aquatiques*, [En ligne] [www.rappel.qc.ca/IMG/pdf/Fiche_technique_10_-_plantes_aquatiques.pdf] (consulté en avril 2010).

REYNOLDS, C. S., 2006. *The ecology of phytoplankton*, Cambridge University Press, New York, 535 p.

SAINT-JACQUES, N., et 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 », dans Ministère de l'Environnement et de la Faune, *Le bassin de la rivière Chaudière : l'état de l'écosystème aquatique — 1996*, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, Envirodoq n° EN980022, p. 6.1-6.41.

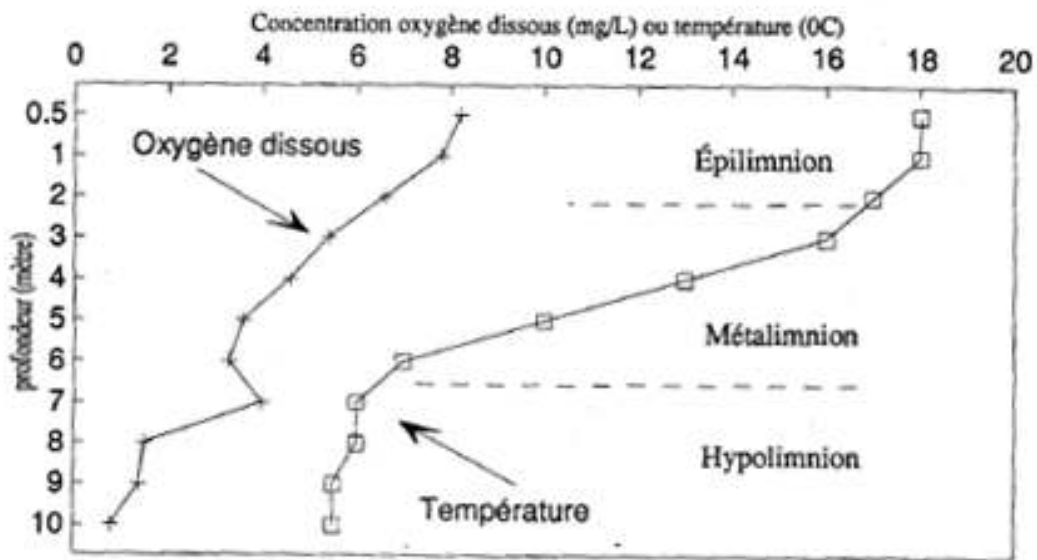
SIVONEN, K., et G. JONES, 1999. « Cyanobacterial toxins » dans I. Chorus et J. Bertram, *Toxic Cyanobacteria in Water : a Guide to Public Health Significance, Monitoring and Management*, Organisation mondiale de la santé, E and FN Spon, Londres, Royaume-Uni, p. 41–111.

STATISTIQUE CANADA, 2004. *Recensements de la municipalité de Lac-Beauport*.

WENGER, S., 1999. *A Review of the Scientific Literature on Riparian Buffer Width, Extent and Vegetation*. Institut d'écologie, Université de Georgia, Athens, Georgia, États-Unis, [En ligne] [http://dnr.wi.gov/org/water/wm/dsfm/shore/documents/lit_review.pdf] (consulté en novembre 2009).

Annexes

Annexe 1 : Profils de température et d'oxygène dissous au lac Neigette en 1992 (Groupe Dryade, 1992)



Annexe 2 : Résultats des analyses d'eau du lac Neigette et de ses tributaires, 1992 (Groupe Dryade, 1992)

ENDROIT	LAC				TRIBUTAIRE	
PÉRIODE	Mai		Août		Août	
PARAMÈTRES	0,5 m	2 m du fond	0,5 m	2 m du fond	1	2
Température (°C)	15,5 ¹	6,1	18 ¹	7,1	15,1 ¹	12,7
pH	6,2 ²	6 ²	6,5	5,94 ²	6,3 ²	6,19 ²
Oxygène dissous (mg/L)	18	15	8,2	1,5 ³	8,6	7
Conductivité (µmhos/cm)	35	35	28	35	27	27
Couleur vraie (U.C.V.)	15	20	35	25	45	125
Turbidité (U.N.T.)	0,66	2 ¹	0,25	0,85	0,55	0,45
Aluminium (mg/L)	0,09	0,11	0,13	0,13	0,35 ¹	0,37 ¹
Calcium (mg/L)	3,43	3,94	5,64	5	5,8	5,5
Magnésium (mg/L)	0,58	0,61	0,61	0,74	0,62	0,69
Sodium (mg/L)	1,29	1,4	1,24	1,54	1,05	1,29
Chlorures (mg/L)	2,8	2,8	2,8	3,3	2,6	3,1
Alcalinité totale (CaCO ₃ mg/L)	6	7	6	8	7	4
Sulfates (mg/L)	2	<2	3	2	3	<2
Azote total K (N mg/L)	0,56	0,32	0,36	0,48	0,41	0,66
Phosphore total (P mg/L)	0,013	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Coliformes totaux (U.F.C./100 ml)	-	-	15	5	430	530
Coliformes fécaux (U.F.C./100 ml)	-	-	2	<2	52	80
Chlorophylle a totale (mg/m ³) ⁴	-	-	0,1	-	0,1	0,14

1. Dépassement de la recommandation pour l'eau brute.
2. Valeur en deçà de la recommandation pour l'eau brute.
3. Dépassement de la recommandation pour la vie aquatique (toxicité chronique).
4. Mélange des eaux échantillonnées à 1 et 4 mètres de la surface.

Annexe 3 : Analyse du phytoplancton au lac Neigette (juillet 2009)

Identification des cyanobactéries

Espèce	cellules/ml	biomasse (mg/m ³)
<i>Merismopedia tenuissima</i>	6 000	13
<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	3 100	2,3
<i>Aphanothese minutissima</i>	2 800	1,4
Total	11 900	17

Identification des autres algues

Genre	Classe	cellules/ml	biomasse (mg/m ³)
<i>Sphaerocystis ?</i>	Chlorophycées	680	360,0
<i>Stichogloea</i>	Chrysophycées	340	38,0
<i>Rhodomonas sp.1</i>	Cryptophycées	300	73,0
<i>Oocystis</i>	Chlorophycées	77	2,3
<i>Ochromonas?</i>	Chrysophycées	69	36,0
<i>Dinobryon</i>	Chrysophycées	61	21,0
<i>Cryptomonas</i>	Chrysophycées	46	170,0
<i>Gymnodinium</i>	Dinophycées	38	830,0
<i>Crucigenia</i>	Chlorophycées	31	12,0
<i>Scenedesmus</i>	Chlorophycées	31	1,5
<i>Rhonodomas sp.2</i>	Chlorophycées	31	0,9
<i>Cyclotella</i>	Bacillariophycées	15	5,4
<i>Chlorella</i>	Chlorophycées	15	4,1
<i>Amphora</i>	Bacillariophycées	15	3,0
<i>Monoraphidium</i>	Chlorophycées	15	1,7
<i>Closterium</i>	Chlorophycées	8	420,0
<i>Mallomonas</i>	Chrysophycées	8	60,0
Total		1 781	2 040,0

Annexe 4 : Analyse du phytoplancton au lac Neigette (août 2009)

Identification des cyanobactéries

Espèce	cellules/ml	biomasse (mg/m ³)
<i>Aphanothese minutissima</i>	3 300	1,60
<i>Microcrocis ?</i>	2 600	11,00
<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	1 500	1,1,
<i>Merismopedia tenuissima</i>	220	0,46
<i>Planktolyngbya sp.</i>	190	0,59
<i>Pseudanabaena mucicola?</i>	58	0,31
Total	7 868	15,00

Identification des autres algues

Genre	Classe	cellules/ml	biomasse (mg/m ³)
<i>Sphaerocystis ?</i>	Chlorophycées	220	120,00
<i>Oocystis</i>	Chlorophycées	200	5,90
<i>Stichogloea</i>	Chrysophycées	200	22,00
<i>Rhodomonas sp.2</i>	Cryptophycées	170	4,90
<i>Phacomyxa?</i>	Chlorophycées	160	84,00
<i>Rhonodomas sp.1</i>	Chlorophycées	160	40,00
<i>Ochromonas?</i>	Chrysophycées	81	42,00
<i>Crucigenia</i>	Chlorophycées	31	12,00
<i>Scourfieldia?</i>	Chlorophycées	27	1,70
<i>Cryptomonas</i>	Chrysophycées	23	85,00
<i>Dictyosphaerium</i>	Chlorophycées	15	0,13
<i>Mallomonas</i>	Chrysophycées	12	11,00
<i>Chlamydomonas</i>	Chlorophycées	12	2,30
<i>Chrysococcus?</i>	Chrysophycées	12	0,75
<i>Monoraphidium</i>	Chlorophycées	8	0,85
<i>Cyclotella</i>	Bacillariophycées	4	1,40
<i>Dinobryon</i>	Chrysophycées	4	1,30
<i>Chlorella</i>	Chlorophycées	4	0,25
Total		1 340	435,48

Annexe 5 : Analyse du phytoplancton au lac Neigette (septembre 2009)

Identification des cyanobactéries

Espèce	cellules/ml	biomasse (mg/m ³)
<i>Aphanothese minutissima</i>	6 000	3,00
<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	1 800	1,30
<i>Merismopedia tenuissima</i>	430	0,92
<i>Planktolyngbya</i> sp.	310	0,94
<i>Microcrocis</i> ?	250	1,10
<i>Pseudanabaena mucicola</i> ?	120	0,65
<i>Chroococcus</i> sp.	61	4,00
<i>Snowella lacustris</i>	61	0,78
<i>Anabaena flos-aquae</i>	31	5,50
Total	9 063	18,19

Identification des autres algues

Genre	Classe	cellules/ml	biomasse (mg/m ³)
<i>Rhodomas</i> sp.1	Chlorophycées	200	49,00
<i>Oocystis</i>	Chlorophycées	120	3,60
<i>Sphaerocystis</i> ?	Chlorophycées	61	32,00
<i>Crucigenia</i>	Chlorophycées	61	25,00
<i>Rhodomonas</i> sp.2	Cryptophycées	58	1,70
<i>Chlorella</i>	Chlorophycées	46	3,00
<i>Scourfieldia</i> ?	Chlorophycées	31	1,90
<i>Chrysococcus</i> ?	Chrysophycées	27	1,80
<i>Ochromonas</i> ?	Chrysophycées	23	12,00
<i>Dinobryon</i>	Chrysophycées	19	6,50
<i>Cryptomonas</i>	Chrysophycées	15	57,00
<i>Mallomonas</i>	Chrysophycées	12	23,00
<i>Monoraphidium</i>	Chlorophycées	12	1,30
<i>Gomphonema</i>	Bacillariophycées	8	33,00
<i>Cyclotella</i>	Bacillariophycées	8	6,80
<i>Navicula</i>	Bacillariophycées	8	1,70
<i>Bitrichia</i>	Chrysophycées	8	0,85
<i>Elakatothrix</i>	Chlorophycées	8	0,43
Total		723	260,58

Annexe 6 : Herbier aquatique au lac Neigette (août 2009)

Secteur	Patron de distribution	Recouvrement (%)	Espèces dominantes	Espèces sous-dominantes	Espèces présentes
NE1-01	Uniforme	50-75	<i>Sagittaria graminea</i> <i>Eriocaulon septangulare</i> <i>Utricularia</i> sp.		
NE1-02	Uniforme	>75	<i>Carex</i> sp. <i>Dulichium arundinaceum</i>	<i>Typha latifolia</i>	<i>Isoetes echinospora</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Poaceae</i> sp. <i>Myrica gale</i> <i>Sagittaria graminea</i> <i>Nuphar variegatum</i> <i>Iris versicolor</i>
NE1-03	Uniforme	>75	<i>Poaceae</i> sp.	<i>Myrica gale</i>	<i>Isoetes echinospora</i> <i>Kalmia polifolia</i> <i>Sagittaria graminea</i> <i>Dulichium arundinaceum</i> <i>Sagittaria latifolia</i>
NE1-04	Uniforme	25-50	<i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Sagittaria graminea</i>	<i>Sagittaria latifolia</i>
NE1-05	Regroupé	<25	<i>Carex</i> sp.	<i>Myrica gale</i>	<i>Nuphar variegatum</i> <i>Dulichium arundinaceum</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Sagittaria latifolia</i> <i>Sagittaria graminea</i>
NE1-06	Uniforme	<25	<i>Sparganium</i> sp.	<i>Eriocaulon septangulare</i>	
NE1-07	Regroupé	25-50	<i>Utricularia</i> sp.	<i>Eriocaulon septangulare</i>	
NE1-08	Uniforme	25-50	<i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Sagittaria graminea</i> <i>Utricularia</i> sp.	
NE1-09	Uniforme	50-75	<i>Sagittaria graminea</i>	<i>Eriocaulon septangulare</i> <i>Utricularia</i> sp.	<i>Vallisneria americana</i>
NE1-10	Regroupé	50-75	<i>Utricularia</i> sp. <i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Sagittaria graminea</i>	
NE1-11	Uniforme	50-75	<i>Sagittaria graminea</i> <i>Eriocaulon septangulare</i>		<i>Vallisneria americana</i>
NE1-12	Uniforme	>75	<i>Typha latifolia</i>	<i>Myrica gale</i> <i>Poaceae</i> sp.	<i>Dulichium arundinaceum</i> <i>Sagittaria latifolia</i> <i>Carex</i> sp. <i>Iris versicolor</i> <i>Kalmia polifolia</i>

Annexe 6 (suite) : Herbier aquatique au lac Neigette (août 2009)

Secteur	Patron de distribution	Recouvrement (%)	Espèces dominantes	Espèces sous-dominantes	Espèces présentes
NE1-13	Regroupé	50-75	<i>Carex</i> sp.	<i>Sparganium</i> sp.	<i>Typha latifolia</i>
			<i>Dulichium arundinaceum</i>	<i>Myrica gale</i>	
NE1-14	Regroupé	25-50	<i>Cyperaceae</i> sp.	<i>Poaceae</i> sp.	<i>Myrica gale</i>
			<i>Carex</i> sp.	<i>Sparganium</i> sp.	<i>Dulichium arundinaceum</i>
					<i>Typha latifolia</i>
					<i>Sagittaria latifolia</i>
					<i>Sagittaria graminea</i>
					<i>Elodea canadensis</i>
					<i>Eriocaulon</i> sp.
NE1-15	Regroupé	<25	<i>Carex</i> sp.	<i>Eriocaulon</i> sp.	<i>Iris versicolor</i>
				<i>Sagittaria graminea</i>	
NE1-16	Uniforme	>75	<i>Cyperacea</i> sp.	<i>Dulichium arundinaceum</i>	<i>Nuphar variegatum</i>
			<i>Poaceae</i> sp.		<i>Myrica gale</i>
			<i>Typha latifolia</i>		<i>Eriocaulon</i> sp.
					<i>Isoetes spinulosa</i>
					<i>Sagittaria latifolia</i>
					<i>Sagittaria graminea</i>
NE1-17	Uniforme	50-75	<i>Dulichium arundinaceum</i>	<i>Typha latifolia</i>	
			<i>Carex</i> sp.	<i>Isoete spinulosa</i>	
NE1-18	Regroupé	25-50	<i>Nuphar variegatum</i>	<i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Dulichium arundinaceum</i>
			<i>Potamogeton</i> sp.	<i>Sagittaria graminea</i>	<i>Iris versicolor</i>
					<i>Typha latifolia</i>
					<i>Joncaceae</i> sp.
NE1-19	Uniforme	<25	<i>Eriocaulon septangulare</i>		<i>Scirpus</i> sp.
			<i>Sparganium</i> sp.		
NE1-20	Uniforme	25-50	<i>Nuphar variegatum</i>		
			<i>Carex</i> sp.		
			<i>Typha latifolia</i>		
NE1-21	Uniforme	25-50	<i>Typha latifolia</i>	<i>Sparganium</i> sp.	
				<i>Dulichium arundinaceum</i>	
NE1-22	Uniforme	>75	<i>Nuphar variegatum</i>		
NE1-23	Uniforme	>75	<i>Carex</i> sp.		
NE1-24	Regroupé	<25	<i>Sagittaria graminea</i>	<i>Dulichium arundinaceum</i>	

Annexe 6 (suite) : Herbier aquatique au lac Neigette (août 2009)

Secteur	Patron de distribution	Recouvrement (%)	Espèces dominantes	Espèces sous-dominantes	Espèces présentes
NE1-25	Regroupé	50-75	<i>Typha latifolia</i>	<i>Carex</i> sp.	
			<i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Dulichium arundinaceum</i>	
				<i>Nuphar variegatum</i>	
				<i>Sparganium</i> sp.	
NE1-26	Regroupé	50-75	<i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Sparganium</i> sp.	
NE1-27	Regroupé	50-75	<i>Sagittaria graminea</i>	<i>Carex</i> sp.	
			<i>Eriocaulon septangulare</i>		
NE1-28	Uniforme	>75	<i>Nuphar variegatum</i>		
NE1-29	Uniforme	50-75	<i>Potamogeton</i> sp.		
			<i>Nuphar variegatum</i>		
NE1-30	Uniforme	>75	<i>Joncaceae</i> sp.	<i>Poaceae</i> sp.	
NE1-31	Uniforme	>75	<i>Cyperaceae</i> sp.		
NE1-32	Uniforme	>75	<i>Typha latifolia</i>	<i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Carex</i> sp.
				<i>Sparganium</i> sp.	
NE1-33	Uniforme	50-75	<i>Sagittaria graminea</i>	<i>Carex</i> sp.	
			<i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Sparganium</i> sp.	
NE1-34	Uniforme	>75	<i>Cyperaceae</i> sp.	<i>Poaceae</i> sp.	
NE1-35	Regroupé	<25	<i>Carex</i> sp.		
			<i>Nuphar variegatum</i>		
			<i>Sparganium</i> sp.		
NE1-36	Regroupé	25-50	<i>Carex</i> sp.		
NE1-37	Uniforme	50-75	<i>Sagittaria graminea</i>	<i>Sparganium</i> sp.;	<i>Utricularia</i> sp.
			<i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Carex</i> sp.	
NE1-38	Uniforme	>75	<i>Cyperaceae</i> sp.;		
			<i>Carex</i> sp.		
NE1-39	Uniforme	>75	<i>Carex</i> sp.		
NE1-40	Uniforme	50-75	<i>Carex</i> sp.		

Annexe 6 (suite) : Herbier aquatique au lac Neigette (août 2009)

Secteur	Patron de distribution	Recouvrement (%)	Espèces dominantes	Espèces sous-dominantes	Espèces présentes
NE1-41	Uniforme	<25	<i>Carex</i> sp. <i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Utricularia</i> sp.	
NE1-42	Regroupé	<25	<i>Carex</i> sp. <i>Sparganium</i> sp.	<i>Nuphar variegatum</i>	
NE1-43	Uniforme	50-75	<i>Sparganium</i> sp.	<i>Nuphar variegatum</i>	
NE1-44	Regroupé	50-75	<i>Utricularia</i> sp. <i>Potamogeton</i> sp. <i>Isoete echinospora</i>		<i>Sparganium</i> sp.
NE1-45	Regroupé	25-50	<i>Sagittaria graminea</i> <i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Utricularia</i> sp. <i>Vallisneria</i> sp.	
NE1-46	Regroupé	<25	<i>Sagittaria graminea</i> ; <i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Utricularia</i> sp. <i>Vallisneria</i> sp.	
NE1-47	Regroupé	25-50	<i>Sagittaria graminea</i> ; <i>Eriocaulon septangulare</i>	<i>Utricularia</i> sp. <i>Vallisneria</i> sp.	

Annexe 7 : Herbier aquatique du lac Neigette en 1992 (Groupe Dryade 1993)

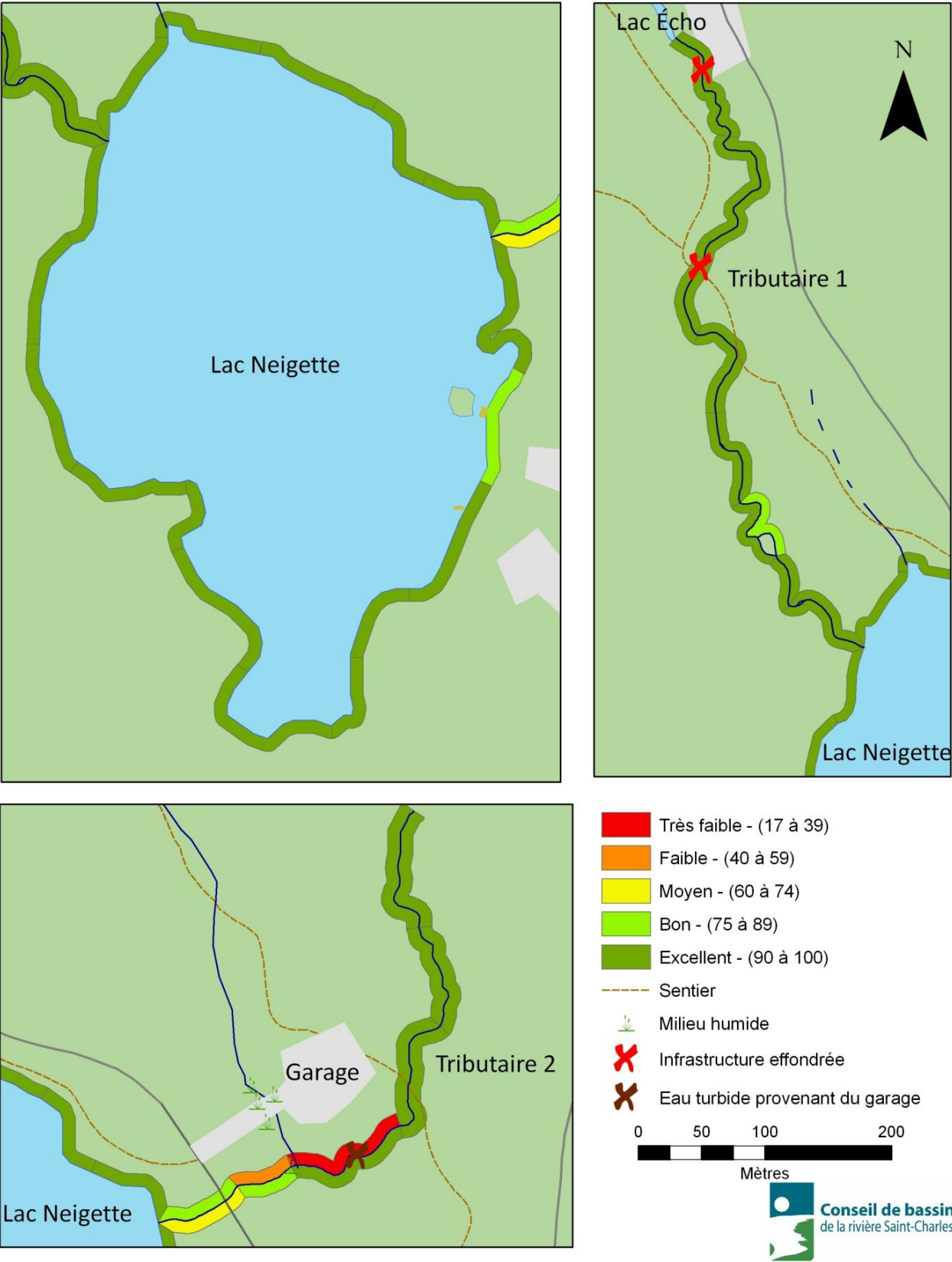
Tableau 29
SUPERFICIE ET PRINCIPALES ESPÈCES VÉGÉTALES DES HERBIERS

CARACTÉRISTIQUES	LAC					
	Beauport	Bleu	McKenzie	Morin	Neigette	Tourbillon
<u>Superficie des herbiers (ha)</u>	0,13	0,06	0,04	0,005	0,72	0,02
<u>% d'occupation des herbiers en fonction de la superficie du lac</u>	0,15	0,62	0,45	0,03	5,96	0,15
<u>Principales espèces</u>						
Dulichium roseau			P		P	
Éléocharide des marais					P	
Ériocaulon septangulaire	P ¹	P	P		P	P
Grand nénuphar jaune	P	A	A		A	A
Iris versicolore					P	P
Isoète à spores épineux	P	P		P		
Jonc épars						P
Lobélie de Dortmann	P	A	P			
Potamot émergé	A ²		A		A	P
Potamot flottant	A					P
Quenouille					P	
Rubnier à feuilles étroites					P	P
Rubnier flottant		P	P	P	A	A
Sagittaire cunéaire			P			

1. Présente

2. Abondante

Annexe 8 : Vue d'ensemble de la qualité des bandes riveraines du réseau hydrographique du lac Neigette



Annexe 9 : Analyse du degré de vieillissement du lac Neigette en 1992 (Dryade 1993)

