

VILLE DE LÉVIS

Projet

*Approche par bassin versant pour caractériser les causes de dégradation
de la qualité de l'eau du lac Baie d'Or*

Rapport du premier mandat

*Collecte et analyse des données manquantes permettant de statuer sur les
causes principales de la mauvaise qualité de l'eau au lac Baie d'Or*

Préparé par
Patricia Gomez

Révisé par
Isabelle Laurion
Sophie Duchesne

19 février 2014

Table des matières

1	INTRODUCTION	7
1.1	OBJECTIFS	8
2	DESCRIPTION DU SITE D'ÉTUDE	8
3	MÉTHODOLOGIE	9
3.1	CHARGE EXTERNE	9
3.1.1	<i>Niveau d'eau et débit</i>	<i>10</i>
3.1.2	<i>Caractérisation de la charge externe</i>	<i>12</i>
3.2	CHARGE INTERNE	15
3.3	QUALITÉ DE L'EAU DU LAC	17
3.3.1	<i>Propriétés physicochimique et bactériologique:</i>	<i>17</i>
3.3.2	<i>Caractérisation des macrophytes</i>	<i>18</i>
3.3.3	<i>Phytoplancton.....</i>	<i>20</i>
4	RÉSULTATS.....	20
4.1	CHARGE EXTERNE	20
4.1.1	<i>Niveau d'eau.....</i>	<i>20</i>
4.1.2	<i>Débits.....</i>	<i>24</i>
4.1.3	<i>Caractérisation de la charge externe</i>	<i>25</i>
4.2	CHARGE INTERNE	40
4.2.1	<i>Phosphore et autres métaux.....</i>	<i>40</i>
4.2.2	<i>Granulométrie des sédiments</i>	<i>41</i>
4.2.3	<i>Matière organique</i>	<i>43</i>
4.3	QUALITÉ DE L'EAU DU LAC	44
4.3.1	<i>Propriétés physicochimiques et bactériologiques.....</i>	<i>44</i>
4.3.2	<i>Macrophytes</i>	<i>48</i>
4.3.3	<i>Phytoplancton.....</i>	<i>54</i>
5	DISCUSSION DE RÉSULTATS ET CONCLUSIONS	54
5.1	CHARGE EXTERNE	54
5.2	CHARGE INTERNE	58
5.3	QUALITÉ DE L'EAU DU LAC	61
	ANNEXES.....	65
	RÉFÉRENCES	98

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : EMPLACEMENT DES STATIONS DE JAUGEAGE ET PÉRIODE D'EXPLOITATION	11
TABLEAU 2 : LISTE DE VARIABLES MESURÉES DANS LES ÉCHANTILLONS D'EAU : MÉTHODES ET NOMBRE TOTAL D'ANALYSES EFFECTUÉES.....	14
TABLEAU 3 : MÉTHODES D'ANALYSE DES SÉDIMENTS	16
TABLEAU 4 : LISTE DE VARIABLES MESURÉES DANS LE LAC.....	17
TABLEAU 5 : STATISTIQUES SOMMAIRES DES RÉSULTATS D'ANALYSE EN TEMPS SEC POUR LES PRINCIPALES VARIABLES MESURÉES.	33
TABLEAU 6 : STATISTIQUES SOMMAIRES DES RÉSULTATS D'ANALYSE EN TEMPS DE PLUIE POUR LES PRINCIPALES VARIABLES MESURÉES.	37
TABLEAU 7 : SOUS-INDICES DE QUALITÉ ET IQBP DES TRIBUTAIRES DU LAC BAIE D'OR	39
TABLEAU 8 : TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE TOTAL ET EN AZOTE TOTAL DANS LES ÉCHANTILLONS DE SÉDIMENTS PRÉLEVÉS LE 30 JUILLET 2013.....	43
TABLEAU 9 : SOUS-INDICES DE QUALITÉ ET IQBP CALCULÉS À PARTIR DES RÉSULTATS DE CARACTÉRISATION DU LAC BAIE D'OR	47
TABLEAU 10 : POURCENTAGE MOYEN DE RECOUVREMENT DE MACROPHYTES.....	51
TABLEAU 11 : PROPRIÉTÉS DU MILIEU AQUATIQUE RENCONTRÉES LORS DE LA CAMPAGNE DE CARACTÉRISATION DES MACROPHYTES (27 AOÛT 2013).....	51
TABLEAU 12 : QUELQUES STATISTIQUES DU NIVEAU D'EAU 2013.....	68
TABLEAU 13 : QUELQUES STATISTIQUES DES DONNÉES DE TEMPÉRATURE	69
TABLEAU 14 : DÉBITS MESURÉS PENDANT L'ANNÉE 2013 POUR LES TRIBUTAIRES DU LAC BAIE D'OR	74
TABLEAU 15 : CRITÈRES DE QUALITÉ POUR L'EAU DE SURFACE.....	76
TABLEAU 16 : RÉSULTATS D'ANALYSES DES ÉCHANTILLONS COLLECTÉS PENDANT LA FONTE	77
TABLEAU 17 : RÉSULTATS D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS COLLECTÉS EN TEMPS SEC.....	77
TABLEAU 18 : RÉSULTATS D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS EN TEMPS DE PLUIE.....	80
TABLEAU 19 : CONCENTRATION EN MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES DANS LES ÉCHANTILLONS DE SÉDIMENTS	85
TABLEAU 20 : SOMMAIRE DES CRITÈRES DE QUALITÉ DES SÉDIMENTS AU QUÉBEC ET LEUR CADRE D'APPLICATION POUR LA PRÉVENTION DE LA CONTAMINATION ET LA GESTION DES SÉDIMENTS RÉSULTAT DE TRAVAUX DE DRAGAGE (SOURCE : ENVIRONNEMENT CANADA ET MDDEP, 2007 [15])	86
TABLEAU 21 : CLASSIFICATION GRANULOMÉTRIQUE DES SÉDIMENTS (SOURCE : ENVIRONNEMENT-CANADA [3])	87
TABLEAU 22 : RÉSULTATS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SÉDIMENTS DU LAC BAIE D'OR. FRÉQUENCE RELATIVE PAR TAILLE DES PARTICULES	87
TABLEAU 23 : RÉSULTATS CONCERNANT LA QUALITÉ DE L'EAU DU LAC BAIE D'OR	88
TABLEAU 24 : MESURES IN-SITU : DONNÉES BRUTES DES PROFILS DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE ; TRANSPARENCE (SECCHI) ET DE PH EFFECTUÉS PRÈS DE L'ENTRÉE DU LAC (STATION A)	89

TABLEAU 25 : MESURES IN-SITU : DONNÉES BRUTES DES PROFILS DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE ; TRANSPARENCE (SECCHI) ET DE pH EFFECTUÉS AU CENTRE DU LAC (STATION B)	92
TABLEAU 26 : MESURES IN-SITU : DONNÉES BRUTES DES PROFILS DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE ; TRANSPARENCE (SECCHI) ET DE pH EFFECTUÉS PRÈS DE L'EXUTOIRE DU LAC (STATION C)	92
TABLEAU 27 : QUELQUES STATISTIQUES DES DONNÉES DE TEMPÉRATURE ENREGISTRÉES PAR LES THERMOGRAPHES INSTALLÉS AU CENTRE DU LAC (STATION B).....	96
TABLEAU 28 : PRINCIPALES ESPÈCES PHYTOPLANCTONIQUES RETROUVÉES DANS LE LAC BAIE D'OR. CARACTÉRISATION SEMI-QUANTITATIVE.....	97

Liste des figures

FIGURE 1 : EMPLACEMENT DES STATIONS DE JAUGEAGE.....	11
FIGURE 2 : PHOTOS DES STATIONS HYDROMÉTRIQUES. A. STATION 1 (AMONT DU LAC) ; B. STATION 2 (BRANCHE 10); C. STATION 3 (BRANCHE 18) ; D. STATION 4 (EXUTOIRE DU LAC)	12
FIGURE 3 : EMPLACEMENT DES SITES DE PRÉLÈVEMENT POUR LA CHARGE EXTERNE	13
FIGURE 4 : LAC BAIE D'OR - STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE	15
FIGURE 5 : PROCÉDURE DE SOUS-ÉCHANTILLONNAGE DE SÉDIMENTS	16
FIGURE 6 : ZONES D'ÉTUDE ET POINTS D'OBSERVATION ET D'ÉCHANTILLONNAGE DES PLANTES AQUATIQUES	19
FIGURE 7 : BARRAGE SUR LA BRANCHE 10.....	21
FIGURE 8 : NIVEAU D'EAU MOYEN À LA STATION 1 : AMONT DU LAC	22
FIGURE 9 : NIVEAU D'EAU MOYEN À LA STATION 2 : BRANCHE 10.....	23
FIGURE 10 : NIVEAU D'EAU MOYEN À LA STATION 2 : BRANCHE 18.....	23
FIGURE 11 : NIVEAU D'EAU MOYEN À LA STATION 4 : EXUTOIRE.....	24
FIGURE 12 : MOYENNES DES TEMPÉRATURES ENREGISTRÉES AUX STATIONS 1 À 3.	26
FIGURE 13 : CONCENTRATIONS EN PT, EN MES ET NIVEAUX D'EAU JOURNALIERS RETROUVÉS PENDANT LA FONTE. LES CRITÈRES DE QUALITÉ SONT IDENTIFIÉS PAR UN TRAIT.	28
FIGURE 14 : CONCENTRATIONS EN PT, EN MES ET NIVEAUX D'EAU JOURNALIERS RETROUVÉS EN TEMPS SEC. LES LIMITES MAXIMALES POUR CHACUNE DES CATÉGORIES DE QUALITÉ SONT REPRÉSENTÉES PAR UN TRAIT.	30
FIGURE 15 : RÉSULTATS D'ANALYSE DES PRÉLÈVEMENTS EFFECTUÉS DANS LES CONDUITES DU RÉSEAU PLUVIAL EN DESSOUS DE L'AVENUE DES RUISSEAUX	31
FIGURE 16 : CONCENTRATION ET POURCENTAGE RELATIF DE SRP ET D'AUTRES FORMES DE PHOSPHORE PAR RAPPORT À LA CONCENTRATION EN PT. LES CHIFFRES À L'INTÉRIEUR DES BARRES INDIQUENT LA CONCENTRATION DE PHOSPHORE.....	32
FIGURE 17 : CONCENTRATION ET POURCENTAGE RELATIF DES DIFFÉRENTES FORMES D'AZOTE ANALYSÉES VERSUS LA CONCENTRATION EN NT. LES CHIFFRES À L'INTÉRIEUR DES BARRES INDIQUENT LA CONCENTRATION EN AZOTE	32

FIGURE 18 : POURCENTAGE RELATIF DE SRP VERSUS LA CONCENTRATION EN PT RETROUVÉE DANS LES ÉCHANTILLONS COLLECTÉS PENDANT LA PLUIE DU 22 SEPTEMBRE 2013	35
FIGURE 19 : DISTRIBUTION DES PRÉLÈVEMENTS ET RÉSULTATS D'ANALYSE DES MES, PT ET SRP LORS DE LA PLUIE DU 22 SEPTEMBRE 2013.....	36
FIGURE 20 : EXEMPLE DE CALCUL DE L'INDICE DE DE QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE ET PHYSICOCHIMIQUE - IQBP (TIRÉ DE HÉBERT, 1997)	38
FIGURE 21 : CONCENTRATION EN PHOSPHORE TROUVÉE DANS LES ÉCHANTILLONS DE SÉDIMENTS DU LAC BAIE D'OR.....	40
FIGURE 22 : RÉSULTATS DES ANALYSES DE GRANULOMÉTRIE DES SÉDIMENTS PRÉLEVÉS PRÈS DE L'ENTRÉE DU LAC (SITE A)	42
FIGURE 23 : RÉSULTATS DES ANALYSES DE GRANULOMÉTRIE DES SÉDIMENTS PRÉLEVÉS AU CENTRE DU LAC (SITE B)	42
FIGURE 24 : RÉSULTATS DES ANALYSES DE GRANULOMÉTRIE DES SÉDIMENTS PRÉLEVÉS PRÈS DE L'EXUTOIRE DU LAC (SITE C).....	43
FIGURE 25 : PROFIL DE CONCENTRATION EN PHOSPHORE RÉACTIF SOLUBLE (SRP) EFFECTUÉ LE 21 AOÛT 2013 À LA STATION B (AU CENTRE DU LAC).....	44
FIGURE 26 : RÉSULTATS DES MESURES DE TRANSPARENCE À L'AIDE DU DISQUE DE SECCHI.....	45
FIGURE 27 : PROFILS DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE OBTENUS PENDANT LA PÉRIODE ESTIVALE	46
FIGURE 28 : ABORDS DU LAC BAIE D'OR. EN BLEU : BANDE RIVERAINE (CALCULÉ SUR 15M À PARTIR DE LA BORDURE DU LAC). EN VERT : CEINTURE VÉGÉTATION AU TOUR DU LAC	48
FIGURE 29 : CEINTURE RIVERAINE DU LAC BAIE D'OR. A : <i>MYRIQUE GALE L</i> (ZONE E) ; B : <i>IMPATIENS CAPENSIS</i> (ZONE B) ; C : ROSIER RUGUEUX (ZONE B) ; D : RUBAN DE BERGÈRE (ZONE A)	49
FIGURE 30 : <i>TYPHA LATIFOLIA</i>	52
FIGURE 31 : HERBIER AQUATIQUE DE <i>TYPHA LATIFOLIA</i> (ZONE C).....	52
FIGURE 32 : <i>BUTOMUS UMBELLATUS</i> (ZONE B)	53
FIGURE 33 : <i>JUNCUS EFFESUS</i> (ZONE E)	53
FIGURE 34 : DÉBRIS OBSERVÉS À LA BRANCHE 18 ET SES ALENTOURS PRÈS DE LA STATION DE JAUGEAGE.	55
FIGURE 35 : CLASSIFICATION TROPHIQUE DES LACS.....	61
FIGURE 36 : NIVEAUX D'EAU ENREGISTRÉS À LA STATION 1 (AMONT DU LAC), DANS LES JOURS PRÉCÉDANT LES CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE DU LAC. LA FLÈCHE ROUGE INDIQUE LE MOMENT PRÈS OÙ LES PRÉLÈVEMENTS ONT ÉTÉ EFFECTUÉS.	67
FIGURE 37 : NIVEAU D'EAU ET TEMPÉRATURE À LA STATION 1.....	70
FIGURE 38 : NIVEAU D'EAU ET TEMPÉRATURE À LA STATION 2.....	71
FIGURE 39 : NIVEAU D'EAU ET TEMPÉRATURE À LA STATION 3.....	72
FIGURE 40 : NIVEAU D'EAU ET TEMPÉRATURE À LA STATION 4.....	73

FIGURE 41 : TEMPÉRATURE DU LAC BAIE D'OR POUR LA PÉRIODE DE JUILLET À AOÛT. DONNÉES
ENREGISTRÉES AUX 10 MIN PAR DES THERMOGRAPHES INSTALLÉS À LA STATION B. LES DONNÉES À 35
ET 85 CM DE PROFONDEUR NE SONT PAS REPRÉSENTÉES AFIN DE FACILITER LA VISUALISATION.....94

FIGURE 42 : TEMPÉRATURE DU LAC BAIE D'OR AU MOIS DE SEPTEMBRE. DONNÉES ENREGISTRÉES AUX 10
MIN PAR DES THERMOGRAPHES INSTALLÉS À LA STATION B95

1 INTRODUCTION

Le lac Baie d'Or est un lac artificiel, qui a été créé dans les années 60 suite à l'exploitation d'une sablière pour la construction de l'autoroute 20. À l'origine, ce lac présentait des conditions propices aux activités aquatiques, ce qui attirait les gens à s'y installer. Cependant, au cours des années 70 et 80, le bassin versant du lac a connu des modifications résultant du développement urbain et agricole. Ceci a eu des effets directs sur la qualité de l'eau du lac, qui montre des signes d'eutrophisation depuis quelques années. Ainsi, plusieurs plaintes ont été portées par des citoyens, notamment concernant la détérioration du plan d'eau, les mauvaises odeurs et la présence des algues.

Plusieurs démarches ont été entreprises par la Ville de Lévis afin d'améliorer la qualité de l'eau du lac (aération de l'eau du lac, réaménagement des berges, aménagement d'un marais filtrant, élimination des branchements croisés, etc.). Pourtant, cette problématique n'est pas encore résolue. Une caractérisation de la qualité de l'eau et des sédiments du lac a été réalisée dans les dernières années (Laboratoires Shermont), et deux firmes d'ingénieurs (SNC Lavalin et Écogénie) ont proposé un ensemble de solutions d'aménagement pour améliorer la qualité de l'eau du lac. Les résultats de ces travaux ont confirmé la présence de concentrations élevées de phosphore et de matières en suspension qui favorisent le processus d'eutrophisation. Cependant, ces études ne pouvaient statuer sur la cause principale des apports, entre le développement urbain ou agricole.

Suite aux études effectuées en 2009 (Écogénie) deux scénarios de restauration ont été proposés. Le premier, porte sur une gestion par bassin versant et implique des travaux sur le territoire urbain et agricole; ce scénario est très onéreux. Le deuxième scénario moins coûteux est orienté sur l'implantation et le suivi de plusieurs mesures d'atténuation telles que la mise en fonctionnement et l'entretien du bassin de sédimentation. Il est difficile de savoir si ces mesures auront des résultats tangibles. Avant d'investir dans telles mesures, la Ville de Lévis désire avoir une meilleure connaissance sur les sources de pollution à l'origine de la problématique du lac.

C'est pour cette raison que l'INRS a été mandaté pour la réalisation d'un projet de recherche visant à déterminer la provenance des principales sources de nutriments qui arrivent au lac. Ce rapport porte sur les résultats du premier mandat de ce projet qui vise à récolter les informations manquantes pour statuer sur les causes de l'eutrophisation du lac.

1.1 Objectifs

- Récolter l'information nécessaire pour la réalisation du deuxième mandat du projet, qui permettra d'établir l'apport relatif en nutriments provenant du milieu agricole et urbain.
- Déterminer la qualité de l'eau arrivant au lac en provenance du bassin versant.
- Évaluer la charge interne en phosphore, stockée dans les sédiments du lac, ainsi que son potentiel de relargage.
- Établir la qualité de l'eau du lac.

2 DESCRIPTION DU SITE D'ÉTUDE

Le lac Baie d'Or est situé à Lévis, dans la localité de Pintendre. Il est alimenté en eau par deux ruisseaux, les branches 10 et 18 de la rivière des Couture, ainsi que par une partie du réseau pluvial de la localité.

Les branches 10 et 18 ont une longueur de 3 241 m et 1 272 m respectivement¹. Près de 80% de leur étendue se trouve dans le milieu agricole du bassin versant. La branche 18, ruisseau plus au sud, est canalisée dans une conduite d'eau pluviale, 372 m en amont de l'avenue des Ruisseaux. La confluence des deux ruisseaux et de l'eau provenant du réseau pluvial a lieu à 200 m en amont du lac, en dessous de l'avenue des Ruisseaux.

Par ailleurs, le lac Baie d'Or a une superficie de 11 250 m². Le niveau d'eau du lac est contrôlé par un barrage. Pendant l'année 2013, la profondeur maximale observée a été de 1,3 m.

¹ Longueurs calculées à partir des données géomatiques fournies par la Ville de Lévis.

3 MÉTHODOLOGIE

Pour mieux comprendre la problématique du lac Baie d'Or, il est nécessaire d'identifier et de quantifier les sources de pollution. Ainsi, une caractérisation de la charge externe, de la charge interne et de la qualité de l'eau du lac a été effectuée. La charge externe comprend les nutriments et autres éléments arrivant au lac en provenance du bassin versant. Pour sa part, la charge interne peut relarguer les éléments stockés et accumulés dans les sédiments pendant de nombreuses années. La qualité de l'eau inclut les variables physico-chimiques et biologiques permettant de caractériser l'état trophique du lac.

Cette section décrit de manière sommaire les méthodes employées pour la collecte et l'analyse des échantillons.

3.1 Charge externe

Dans le but d'établir l'impact relatif du milieu agricole et du milieu urbain sur l'eutrophisation du lac Baie d'Or, une caractérisation de la charge externe provenant des ruisseaux et du réseau pluvial a été effectuée. De cette façon, il est possible de déterminer la quantité, ainsi que la qualité de l'eau provenant du bassin versant qui parvient au lac.

La quantité d'eau est estimée en termes de débit. Ainsi, des mesures hydrométriques de hauteur d'eau et de débit ont été réalisées dans les tributaires du lac. Quant à la qualité de l'eau, elle a été évaluée par l'analyse des échantillons prélevés dans les tributaires du lac. Ces analyses incluent la concentration en phosphore total, la quantité des matières en suspension, la concentration en coliformes fécaux et la demande biologique en oxygène (DBO₅).

Ces informations serviront de base pour la construction du modèle hydrologique et le calcul du bilan annuel de phosphore et des matières en suspension, lors de la réalisation du deuxième mandat du projet.

3.1.1 Niveau d'eau et débit

Sur le bassin versant du lac Baie d'Or, aucune station hydrométrique n'est disposée. Ainsi, le niveau de l'eau a été déterminé par la mise en place de quatre stations de jaugeage : une dans chacun des ruisseaux (branches 10 et 18), une autre en amont du lac (en aval de la confluence des ruisseaux et du réseau pluvial) et une à l'exutoire du lac. Une cinquième station (air) a été installée hors de l'eau afin de mesurer la pression barométrique et la température ambiante. Chaque station était composée d'un limnigraphe submersible du type « *water lever data logger* HOB0 U20 », qui enregistre en continu (aux 15 min) la pression hydrostatique et la température. Le niveau de l'eau est calculé à partir de la différence entre la pression hydrostatique et la pression atmosphérique[1]; la hauteur d'eau ainsi obtenue est une mesure par rapport à un datum de référence. Les figures 1 et 2 montrent l'emplacement des sondes, alors que le tableau 1 décrit leurs principales caractéristiques.

Par ailleurs, plusieurs mesures de débit ont été effectuées dans chacune des sections jaugées. Pour ce faire, la méthode d'exploration du champ des vitesses² (ISO : 748, 1997[2]) a été utilisée.

Ces mesures de débit seront utilisées pour le calage du modèle hydrologique, qui sera l'objet du 2^e mandat du projet. Celui-ci permettra de différencier l'importance relative des milieux agricole et urbain sur la qualité de l'eau du lac.

² Méthode qui permet le calcul du débit à partir de la détermination de la vitesse d'écoulement et de l'aire de la section par des mesures successives de la profondeur et de la vitesse à différentes verticales sur la largeur totale du chenal.

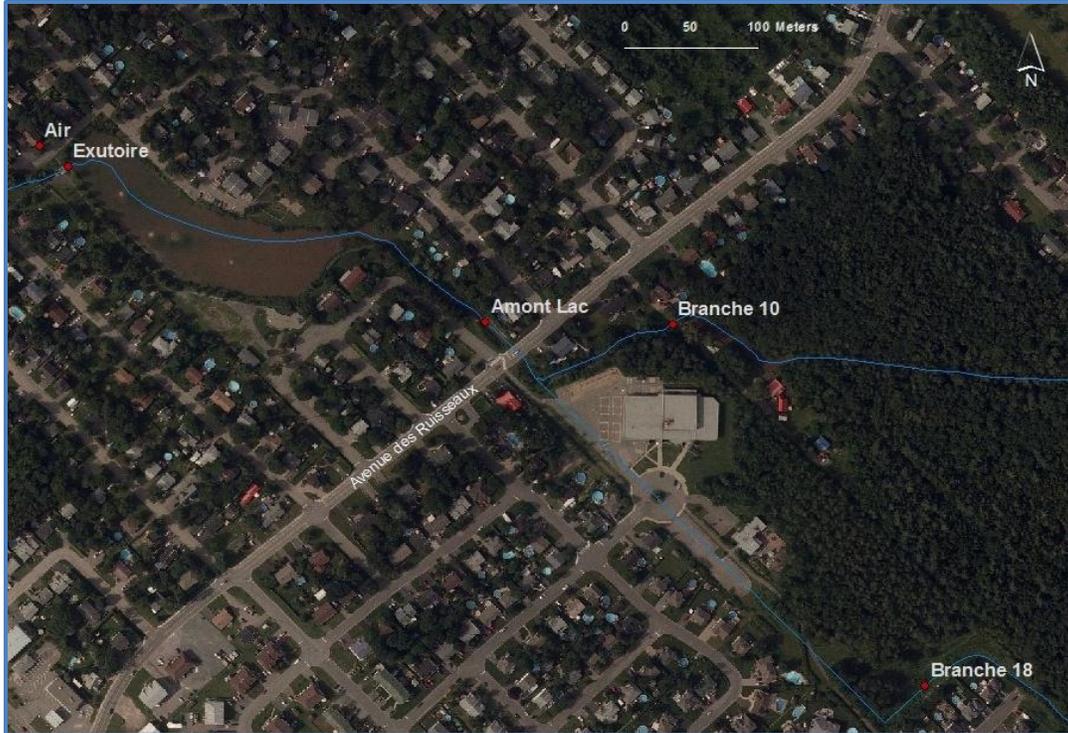


Figure 1 : Emplacement des stations de jaugeage

Tableau 1: Emplacement des stations de jaugeage et période d'exploitation

Station	Site	Coordonnées (longitude; latitude)	Niveau de la sonde vs datum (m)	Période d'exploitation	
				Début	Fin
1	Amont du lac	-71.1295; 46.7686	-94,4	08 avril 2013	15 nov. 2013
2	Branche 10	-71.1277; 46.7686	-86,4	19 avril 2013	15 nov. 2013
3	Branche 18	-71.1252; 46.7661	-78,2	30 avril 2013	15 nov. 2013
4	Exutoire du lac	-71.1336; 46.7697	-98,2	15 avril 2013	15 nov. 2013
5	Air (pression barométrique)	-71.1339; 46.7698	N/A	08 avril 2013 21 mai 2013	13 mai 2013 30 nov. 2013



Figure 2 : Photos des stations hydrométriques. a. Station 1 (amont du lac) ; b. Station 2 (Branche 10); c. Station 3 (branche 18) ; d. Station 4 (exutoire du lac)

3.1.2 Caractérisation de la charge externe

Afin de caractériser la charge externe qui arrive au lac en provenance du bassin versant, des prélèvements d'eau ont été effectués dans les deux ruisseaux (branches 10 et 18) et en amont du lac, près des stations de jaugeage (Figure 3). De plus, certains prélèvements ont été effectués quelques mètres en aval de la station 1, à la suite du bassin de sédimentation (station 1-A). Dans le but d'évaluer la concentration en coliformes fécaux et en DBO_5 provenant du réseau pluvial, un prélèvement a été fait directement dans les conduites se jetant en amont de la station 1, en-dessous de l'avenue des Ruisseaux. Par ailleurs, les caractéristiques de l'eau du milieu urbain seront estimées à partir des résultats provenant des ruisseaux et du site 1 (par soustraction).

Dix campagnes d'échantillonnage en temps sec et cinq en temps de pluie ont été effectuées entre mai et octobre. Lors des événements de pluie, 5 échantillons étaient prélevés, distribués le long de la courbe de crue. Des analyses de phosphore total (PT),

matières en suspension (MES) et matières volatiles en suspension (MVES) ont été faites sur tous les prélèvements. De plus, quelques échantillons ont été soumis à des analyses de demande biologique en oxygène (DBO_5), coliformes fécaux (C.F), orthophosphates (SRP), azote ammoniacal (NH_x), nitrates (NO_3) et nitrites (NO_2). Finalement, des contrôles de qualité interne (blancs de terrain et de laboratoire) ont été effectués.

Les méthodes d'échantillonnage et d'analyse, ainsi que le nombre total d'échantillons analysés sont listés au tableau 2.

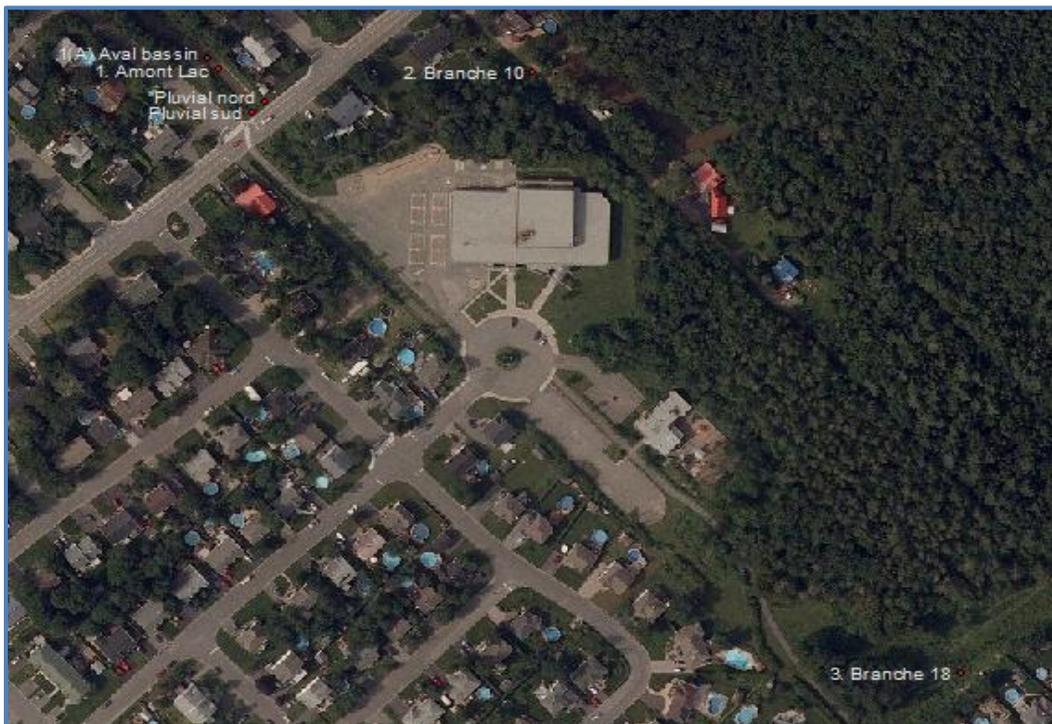


Figure 3 : Emplacement des sites de prélèvement pour la charge externe

Tableau 2 : Liste de variables mesurées dans les échantillons d'eau : méthodes et nombre total d'analyses effectuées

Type d'analyse	Méthode d'analyse	Laboratoire	Nombre d'analyses		
			Charge externe	Qualité de l'eau du lac	Autres**
Phosphore total	Digestion manuelle, colorimétrie (acide ascorbique)	INRS	129	15	6
SRP	Colorimétrie (acide ascorbique).	INRS	12	17	
MES et MVES	Méthode gravimétrique	INRS	129	15	7
Azote total	Digestion en ligne et colorimétrie (réduction au cadmium) ³	INRS	3	15	
NO2 et NO3	Colorimétrie	INRS	12	-	
Chlorophylle-a	Méthode fluorimétrique	INRS	-	16	
DBO5	Méthode accréditée laboratoire Environex	Environex	39	3	
Coliformes fécaux	Méthode accréditée laboratoire Environex	Environex	39	3	
Carbone organique dissous	Combustion catalytique. Detection par chemiluminescence	INRS	-	5	

*Autres : Blancs de terrain

³ La méthode par combustion catalytique à haute température et détection par chemoluminescence (Instrument: Shimadzu VCPH) a été appliquée sur certains échantillons, cependant les deux techniques fournissent des résultats comparables.

3.2 Charge interne

Pour estimer la charge interne en phosphore ainsi que son potentiel de relargage vers la colonne d'eau, une caractérisation sommaire des sédiments a été réalisée. Des échantillons ponctuels ont été prélevés le 30 juillet 2013 à trois endroits sur le lac : près de l'entrée (A), au centre (B) et près de l'exutoire (C), tel qu'illustré à la figure 4. Des analyses de phosphore et autres métaux, de matière organique ainsi que la granulométrie ont été réalisées sur tous les échantillons.

La méthode de prélèvement a été inspirée du «Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime»[3]. Les prélèvements ont été faits au moyen d'un carottier à gravité ouvert doté d'un tube d'échantillonnage en polyéthylène. Deux carottes ont été prélevées à chaque station afin d'obtenir un volume représentatif des sédiments. Elles étaient sous-échantillonnées dans le but de reconstituer deux échantillons à analyser. Le premier de 0 à 5 cm, et le deuxième de 5 à 10 cm de profondeur (figure 5). Les échantillons étaient réfrigérés à 4°C en obscurité jusqu'à leur traitement. Au total, 7 échantillons ont été analysés, dont un duplicata. Les méthodes d'analyse employées sont listées au tableau 3.



Figure 4 : Lac Baie d'Or - Stations d'échantillonnage

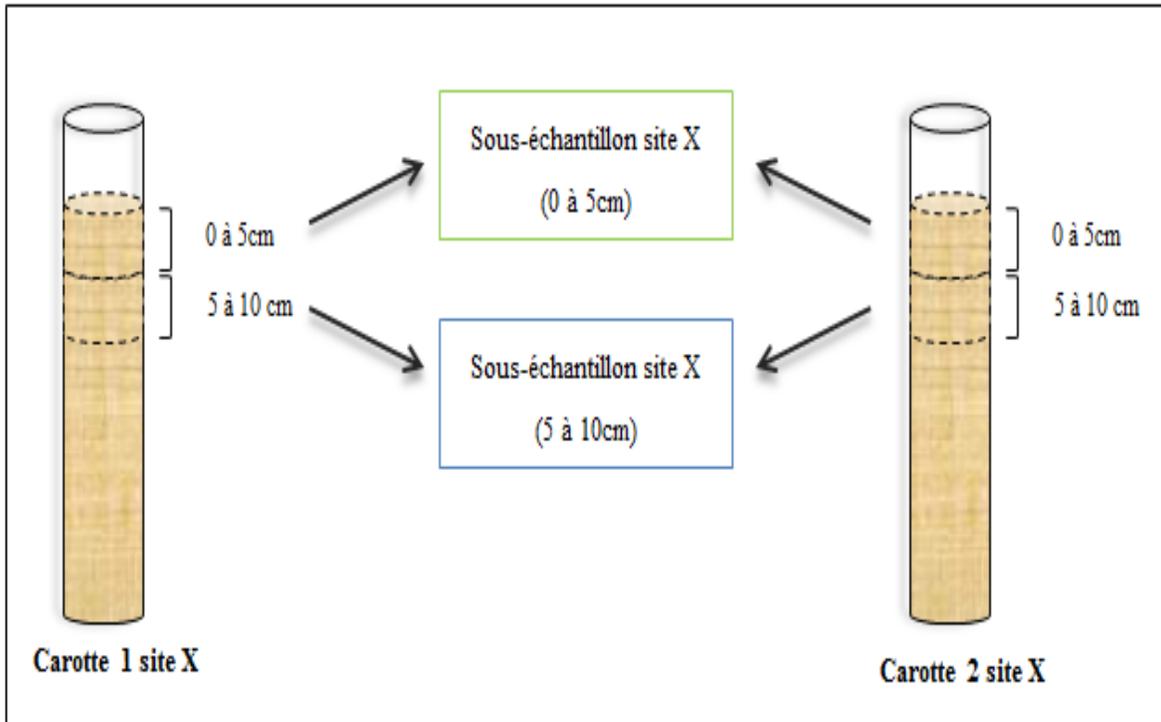


Figure 5 : Procédure de sous-échantillonnage de sédiments

Tableau 3 : Méthodes d'analyse des sédiments

Type d'analyse	Méthode	Laboratoire
PT et autres métaux	Digestion acide et analyse par ICP- AES.	INRS
Granulométrie	Méthode par tamis [4]	INRS
Matière organique	Méthode à l'acide sulfureux pour éliminer le carbone inorganique analyse au CHNS	INRS
Azote total	Méthode à l'acide sulfureux pour éliminer le carbone inorganique analyse au CHNS	INRS

3.3 Qualité de l'eau du lac

Pour faire un diagnostic de la qualité de l'eau du lac, il est nécessaire d'évaluer les caractéristiques physicochimiques et biologiques du milieu. Cette section décrit la méthode utilisée dans le cadre de cette étude. Les campagnes d'échantillonnage ont été réalisées pendant l'été 2013.

3.3.1 Propriétés physicochimique et bactériologique:

Les propriétés physicochimiques de l'eau sont à la base de l'équilibre des différents processus du milieu aquatique [5]. Une connaissance de ces propriétés est fondamentale dans l'évaluation de la qualité de l'eau. C'est pour cette raison que des analyses de transparence, de température, d'oxygène dissous, du pH, ainsi que de la teneur en PT, MES, MVES, SRP, NT ont été effectuées (tableau 4). De plus, des analyses de DBO₅ et de coliformes fécaux ont été réalisées sur quelques échantillons. L'objectif de ces derniers est d'établir la qualité bactériologique de l'eau du lac. Les prélèvements ont été réalisés à trois stations, telles qu'illustrées à la figure 4. Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et d'analyse sont décrites au tableau 2.

Tableau 4 : Liste de variables mesurées dans le lac

Activité	Description	Dates d'exécution
Profil vertical de la température	Des données de température aux 10 minutes ont été recueillies grâce à l'installation de 5 thermographes au centre du lac (station B). Ils ont été fixés sur une ligne verticale de la surface jusqu'au fond.	Du 29 mai au 07 novembre 2013
Profils verticaux de température/oxygène	24 profils de température et d'oxygène dissous ont été effectués, dont 9 à la station B, 8 à la station C et 7 à la station A. Cette dernière, près de l'entrée du lac, présente la plus faible profondeur. Ils étaient réalisés en après-midi, suivant toujours la même séquence : station A, B et C. Ceci permettait d'homogénéiser la plage horaire où les profils étaient effectués. Ainsi, sauf pour ceux du 03 octobre, les mesures ont été réalisées entre 12h45 et 15h30.	29 mai; 13 juin; 04, 17 et 30 juillet; 21 et 27 août; 13 septembre et 03 octobre

Transparence	12 mesures de transparence ont été effectuées au moyen d'un disque Secchi.[6]	30 juillet; 21 et 27 août; 13 septembre.
Phosphore total;		
Matières en suspension;	Trois campagnes d'échantillonnage ont été réalisées.	
Matières volatiles en suspension;	Des prélèvements de l'eau en surface et au fond ont été faits aux stations B et C. Pour la station A, seuls des échantillons en surface ont été prélevés.	13 juin; 21 août; 13 septembre
Azote total;		
Chlorophylle-a		
Orthophosphates (SRP)	Afin d'évaluer le potentiel de relargage du phosphore contenu dans les sédiments, un profil de SRP a été effectué à la station B. Pour ce faire, 4 échantillons ont été prélevés à des intervalles d'environ 40 cm de profondeur à partir de la surface. L'échantillon plus au fond a été prélevé à 110 cm de profondeur	21 août
DBO5 et coliformes fécaux	Un échantillon a été prélevé à chaque station	21 août
Carbone organique dissous	Un prélèvement en surface et au fond a été fait aux stations B et C. Pour la station A, seul un échantillon en surface a été prélevés.	13 septembre

3.3.2 Caractérisation des macrophytes

Certaines années, les plantes aquatiques ont recouvert l'ensemble du lac ou ont atteint de très fortes biomasses. Une méthode de caractérisation semi-quantitative a été appliquée dans le but d'évaluer la présence de plantes aquatiques dans le lac Baie d'Or. Celle-ci a été inspirée du protocole décrit par l'APEL (2012) [7] ainsi que du «Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la Qualité de l'Eau au Canada ((CCME) [8], 2011)». Le but de cette caractérisation est de répertorier de manière sommaire les espèces présentes ainsi que le pourcentage de recouvrement du lac. La campagne de terrain a été effectuée le 27 août 2013 à partir d'une embarcation.

Pour des fins pratiques, l'aire d'étude près des rives a été divisée en 5 zones (figure 6). Compte tenu de la faible profondeur du lac, une vérification de la présence des macrophytes dans la zone pélagique a été aussi réalisée (points d'échantillonnage 19, 20 et 21). Sur chacune des zones une inspection visuelle en surface était effectuée afin de répertorier la présence de plantes flottantes et émergentes. Ensuite, des observations et des prélèvements sous la surface de l'eau étaient faits aux points indiqués à la figure 6, à l'aide d'un aquascope et d'un râteau. L'identification des principales espèces était réalisée par la consultation des fiches d'identification des plantes aquatiques de l'APEL et des livres d'identification de la flore ([9], [10], [11]).

La surface moyenne des herbiers aquatiques a été déterminée et utilisée pour le calcul du pourcentage de recouvrement. Celui-ci a été estimé sur la surface totale du lac ainsi que pour chacune des zones évaluées. Des mesures de turbidité, pH, oxygène dissous et température ont été relevées sur cinq points. Par ailleurs, une description générale de l'état de la bande riveraine a été effectuée.



Figure 6 : Zones d'étude et points d'observation et d'échantillonnage des plantes aquatiques

3.3.3 Phytoplancton

Les espèces phytoplanctoniques présentes dans le lac Baie d'Or ont été caractérisées de façon semi-quantitative. À cet égard, quatre prélèvements d'eau ont été réalisés en juin, juillet, août et septembre. Un filet à plancton (maille de 10µm) a été trainé en surface sur une distance connue afin d'estimer le volume moyen d'eau filtré. Les échantillons étaient conservés à 4 °C à l'obscurité jusqu'à leur identification. Ils ont été examinés au microscope inverse (Axiovert, Zeiss) pour déterminer les espèces présentes ainsi que leur abondance.

4 RÉSULTATS

4.1 Charge externe

4.1.1 Niveau d'eau

Les données brutes de niveau d'eau relevées à chaque station sont disponibles en format électronique. Les figures 37 à 40 illustrent l'ensemble de ces données, et le tableau 12 présente quelques statistiques descriptives (en annexe). Le niveau d'eau est donné en mètres par rapport au point de référence prédéfini pour chaque station de mesure. Ainsi, des valeurs négatives sont obtenues lorsque la hauteur d'eau est en-dessous du datum (point de référence). Les figures 8 à 11 présentent les valeurs mensuelles maximales, minimales et moyennes du niveau d'eau pour chacune des stations de mesure.

Les hauteurs maximales ont été observées le 31 mai et le 1^{er} juin (figures 8 à 11) suite à une période de précipitations abondantes, dont une pluie survenue le 31 mai. Celle-ci a apporté plus de 40 mm d'eau⁴ sur une période d'environ trois heures.

Par ailleurs, les niveaux les plus faibles ont été enregistrés, pour la plupart des stations, en avril, juillet et août. À partir des mesures, il est possible de conclure qu'aucun des ruisseaux n'a été à sec pendant la période d'observation. En ce qui concerne la branche 10, il est important de noter

⁴ Données de la station pluviométrique 7024254-Lauzon, fournies par le Service de l'information sur le milieu atmosphérique de la direction du suivi de l'état de l'environnement du MDDEFP.

que le niveau y est régulé par un petit barrage situé en amont de la station de mesure (figure 7). Celui-ci est contrôlé par le propriétaire de la maison en face du barrage. Ainsi, ce barrage est fermé du début du mois de mai jusqu'à la fin octobre; cependant, il est ouvert lorsque des précipitations importantes arrivent, afin d'éviter le débordement de l'eau par-dessus la route.

Entre le 17 et le 19 avril, la station de jaugeage installée dans ce ruisseau a été frappée et déplacée par une plaque en ciment transportée lors d'un événement de pluie. C'est pourquoi il n'y a pas des données de hauteur d'eau pour cette période.



Figure 7 : Barrage sur la branche 10

Tel que montré au tableau 12, les niveaux d'eau enregistrés restent en général près de la moyenne (écarts-types < 5 cm). Les fluctuations les plus importantes surviennent pendant la période de crue printanière, et à l'automne pour la branche 18 et l'exutoire du lac.

La moyenne mensuelle des quatre stations ne montre pas de grandes variations dans le temps, à l'exception de l'exutoire du lac. À cet endroit, des niveaux beaucoup plus faibles que la moyenne sont observés lorsque le barrage est ouvert en avril, mai, octobre et novembre. Par contre, pendant la période estivale (juin à septembre), le niveau d'eau du lac reste relativement stable.

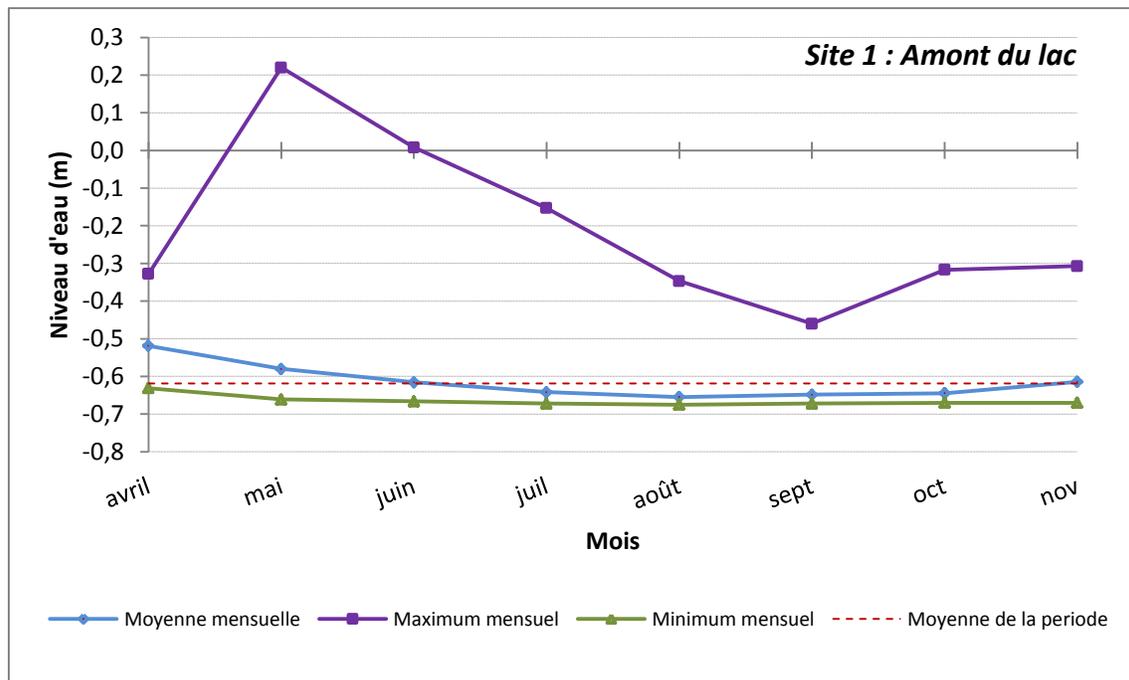


Figure 8 : Niveau d'eau moyen à la station 1 : Amont du lac

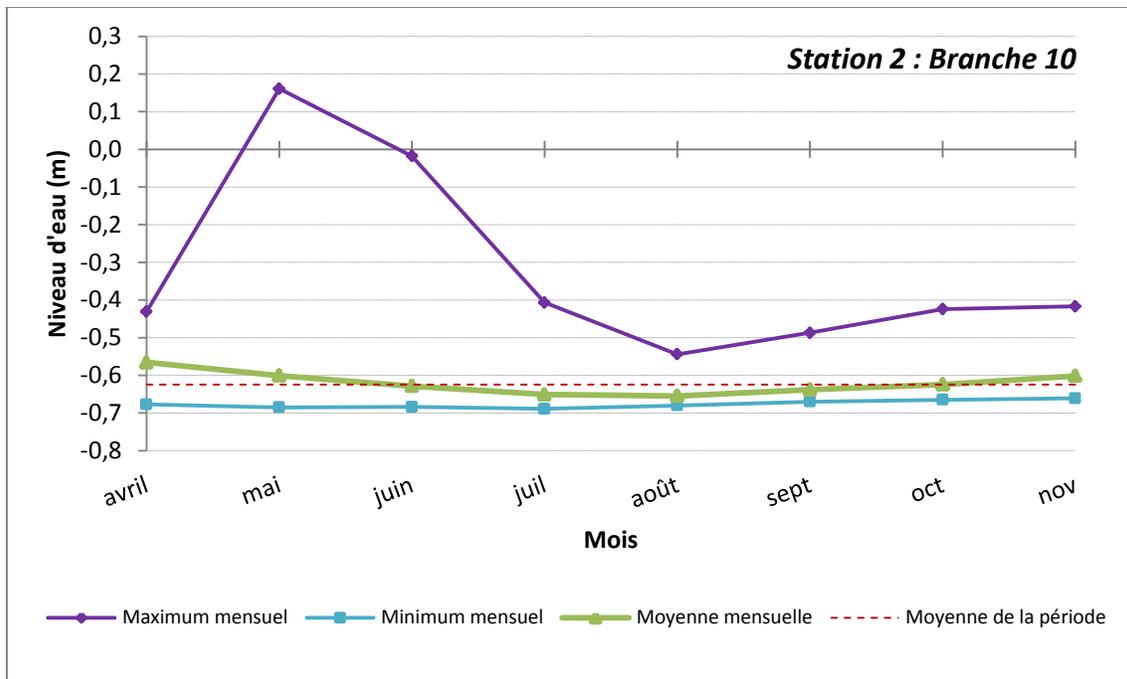


Figure 9 : Niveau d'eau moyen à la station 2 : Branche 10

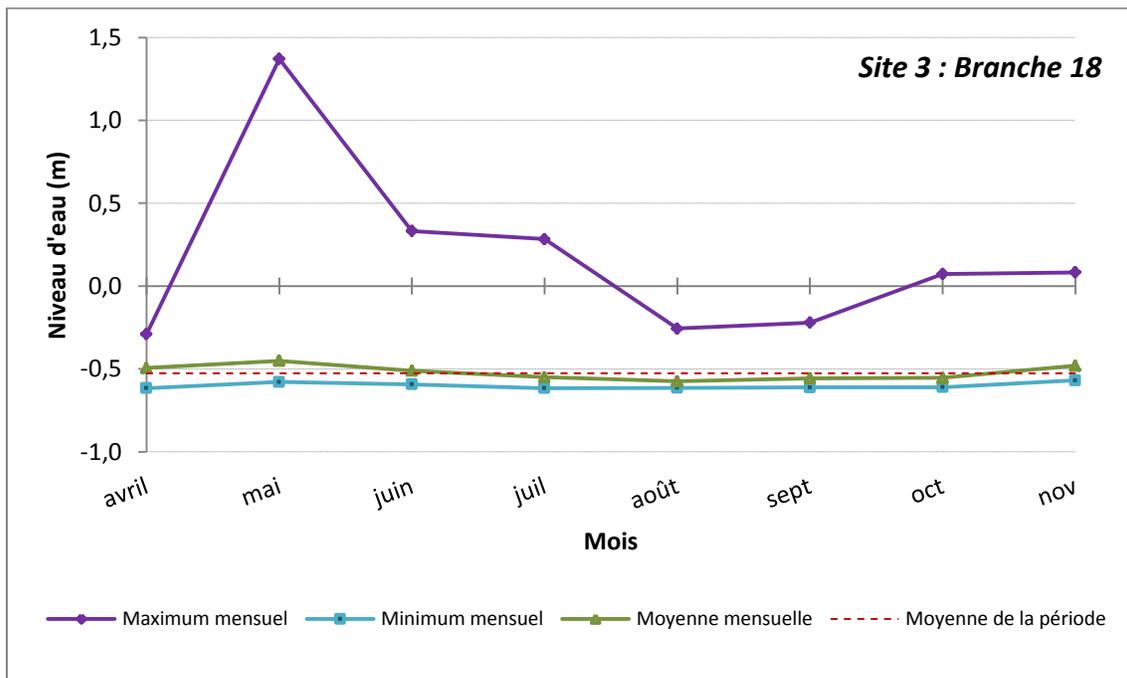


Figure 10 : Niveau d'eau moyen à la station 2 : Branche 18

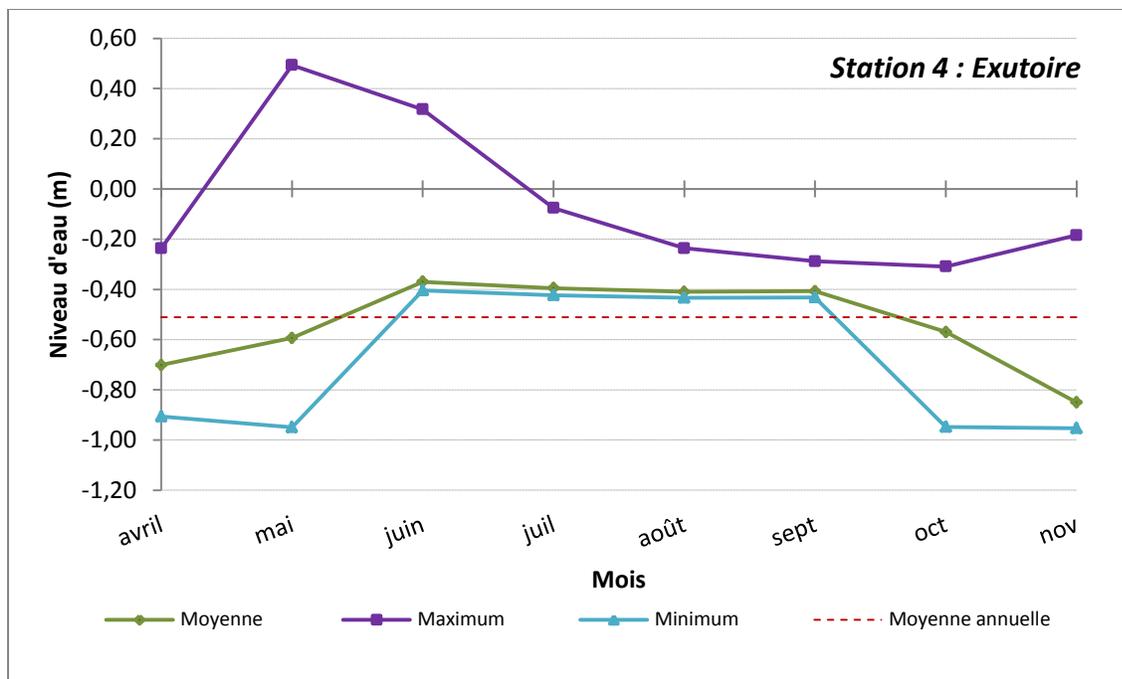


Figure 11 : Niveau d'eau moyen à la station 4 : Exutoire

4.1.2 Débits

Au total, 51 débits ont été mesurés : 11 en amont du lac, 15 dans la branche 10, 8 à l'exutoire du lac et 17 dans la branche 18. Lors de la crue importante survenue à la fin mai, le lit de la branche 18 a été modifié par le dépôt de sédiments. C'est pourquoi il a été nécessaire d'effectuer plus de mesures à cet endroit.

Les débits ont été mesurés entre avril et novembre, à différents niveaux d'eau. Tel que mentionné au chapitre 2, le débit provenant du réseau pluvial n'a pas été mesuré directement, cependant il sera calculé, lors de la modélisation, à partir des données du débit total arrivant au lac (mesuré à la station 1) et le débit des ruisseaux provenant du milieu agricole. Le tableau 14 en annexe énumère les débits mesurés sur le terrain.

Étant donné qu'il s'agit de mesures ponctuelles, prises à des moments différents, il n'est pas encore possible de tirer des conclusions sur l'apport de chaque tributaire. Pour cette raison, les débits et les niveaux d'eau ne seront analysés plus en détail que lors de la modélisation hydrologique, faisant l'objet du 2^e mandat du projet.

4.1.3 Caractérisation de la charge externe

Les résultats des analyses de caractérisation de la charge externe seront comparés aux critères de qualité de l'eau de surface (MDDEP, 2013)⁵ et à l'indice de qualité bactériologique et physicochimique de l'eau pour les rivières du Québec (IQBP) proposé par Hébert et le MDDEP[12]. L'IQBP permet d'évaluer la qualité de l'eau sur 5 catégories. Celles-ci ont été définies à partir des descripteurs de qualité, dont sept ont été analysés dans cette étude. Le tableau 15 décrit chacune des catégories et les valeurs de référence pour les variables évaluées. En plus de la comparaison des résultats aux valeurs de référence, l'IQBP a été calculé pour chacun des tributaires. Pour ce faire, la procédure décrite par Hébert (1996) a été appliquée.

Cette section est divisée en cinq parties. Premièrement, les résultats de température sont présentés. Par la suite trois sections présentent les résultats des échantillons d'eau prélevés pendant la fonte, en temps sec, puis en temps de pluie. La dernière section présente les résultats de calcul de l'IQBP.

Il est important de spécifier que les résultats présentés dans ce rapport donnent une idée sur la qualité ponctuelle de l'eau aux trois sites échantillonnés. Cependant, pour déterminer l'impact relatif de chaque tributaire (ruisseaux et réseau pluvial) sur la charge qui parvient au lac, il est nécessaire d'attendre les résultats issus de la modélisation.

Température de l'eau

Les données brutes de température relevées à chaque station sont disponibles en format électronique. Les figures 37 à 40 illustrent l'ensemble de ces données et le tableau 13 présente quelques statistiques descriptives. Tel que montré à la figure 12, les températures maximales ont été observées en juillet et les plus faibles, au mois d'avril.

⁵ Seuls les critères de protection de la vie aquatique et de protection des activités aquatiques et esthétiques seront retenus (tableau 15).

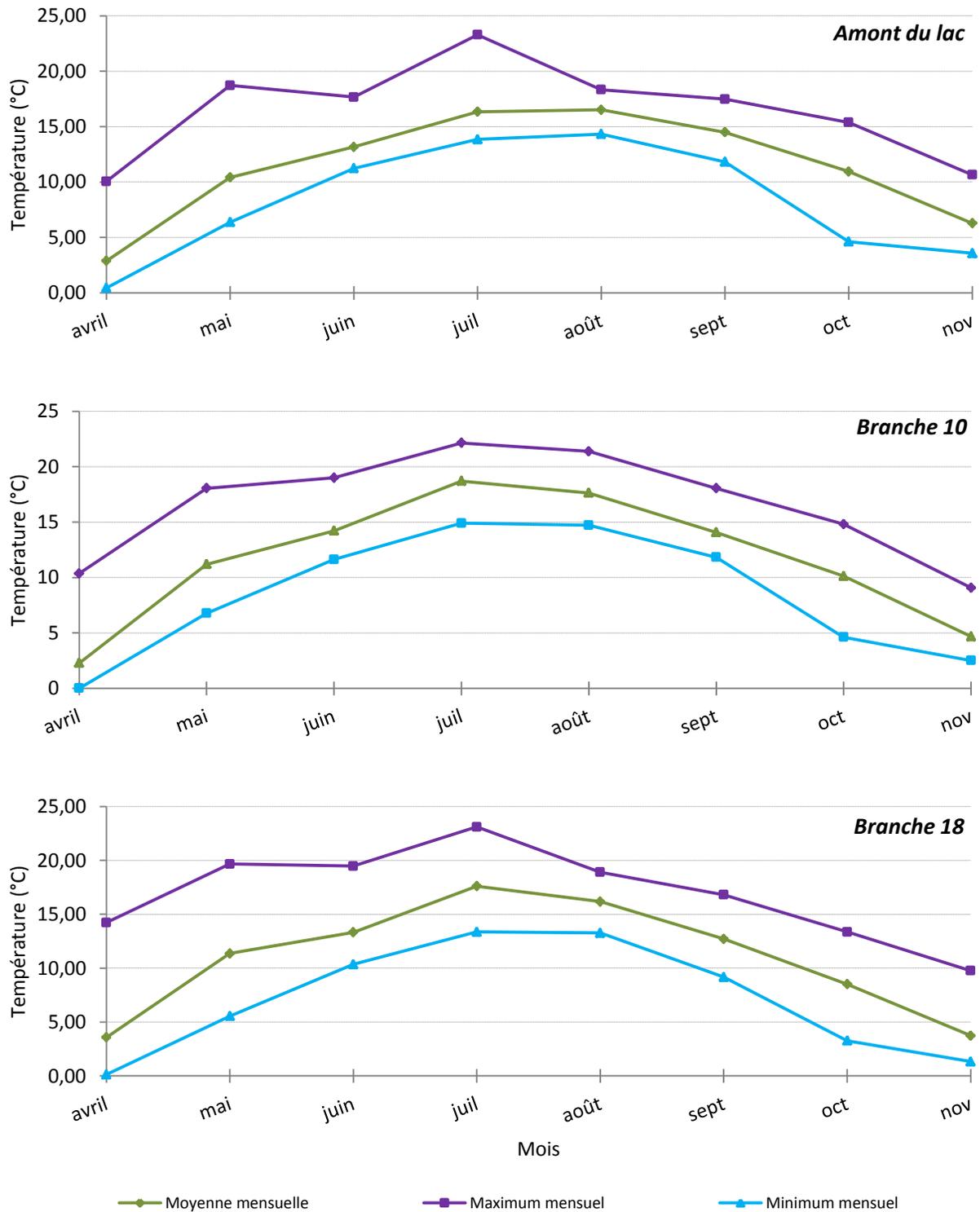


Figure 12 : Moyennes des températures enregistrées aux stations 1 à 3.

Échantillons de fonte

L'ensemble des résultats obtenus est présenté au tableau 16. En regardant ce tableau ainsi que la figure 13, il est possible de constater des concentrations importantes en phosphore dans les trois sites évalués. Ces derniers dépassent le critère de qualité fixé par le MDDEFP, sous lequel la croissance d'algues et de plantes aquatiques demeure relativement limitée dans les milieux aquatiques.

Les plus faibles concentrations en MES et en PT ont été rencontrées dans les échantillons provenant du ruisseau plus au sud (branche 18), alors que les prélèvements collectés en amont du lac et à la branche 10 montrent les concentrations les plus élevées (figure 13). Lors de la deuxième campagne d'échantillonnage, les deux ruisseaux ont montré un plus grand transport de sédiments. Les mesures d'oxygène dissous indiquent que les conditions sont appropriées pour assurer la protection de la vie aquatique.

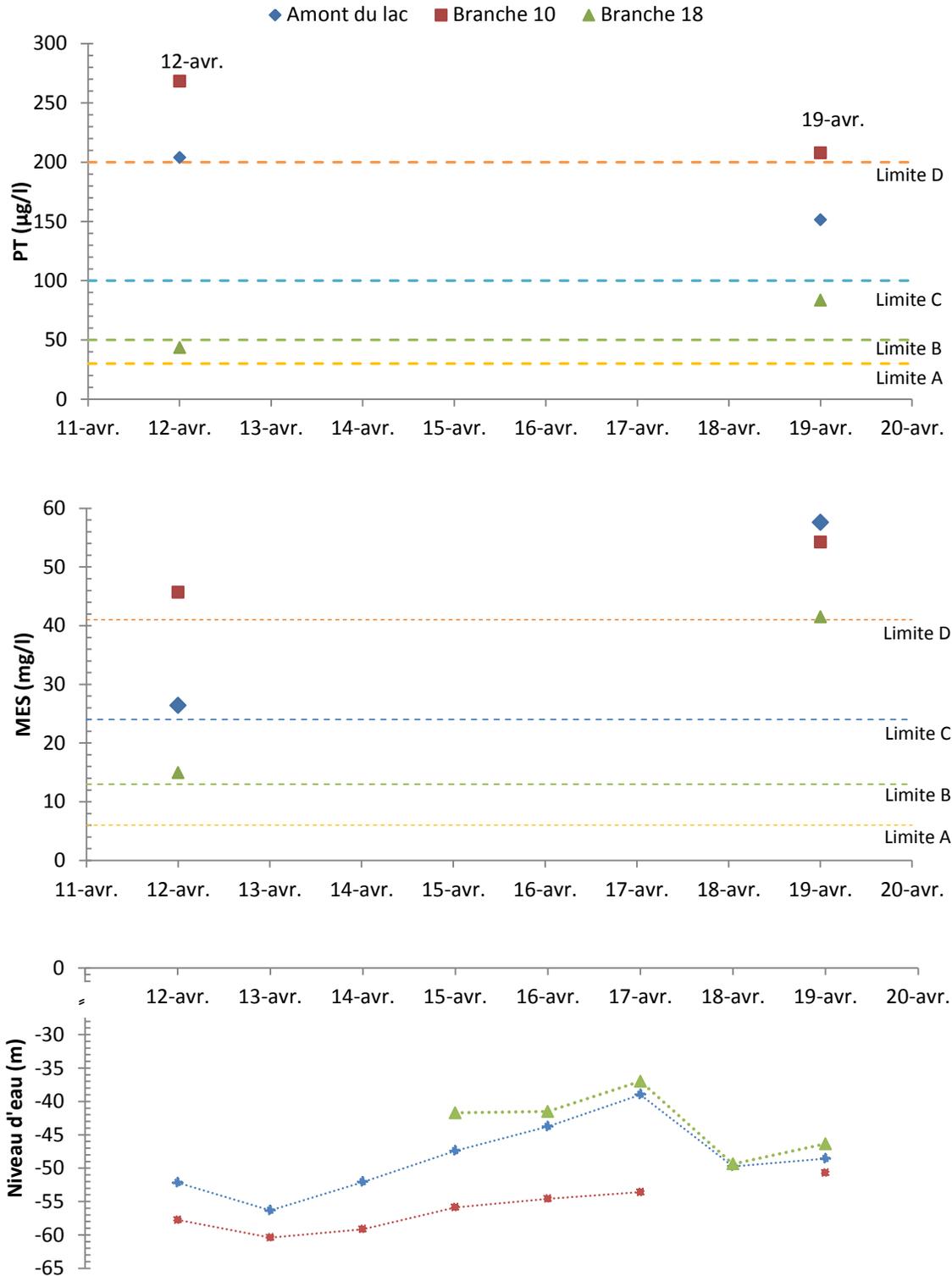


Figure 13 : Concentrations en PT, en MES et niveaux d'eau journaliers retrouvés pendant la fonte. Les critères de qualité sont identifiés par un trait.

Échantillonnage régulier

Au total, 9 campagnes d'échantillonnage en temps sec ont été réalisées (série d'échantillons BDOR). Il est à noter que les prélèvements BDOR 85, 86 et 87 sont la suite de l'échantillonnage en temps de pluie, fait le 13 août. L'ensemble des résultats est présenté au tableau 17 en annexe. Le tableau 5 présente quelques statistiques des principales variables analysées, les critères de référence, ainsi que le nombre de prélèvements qui se trouvent dans les catégories D et E de qualité d'eau. Comme mentionné précédemment, le site 1-A correspond aux échantillons prélevés en aval du bassin de sédimentation.

Des dépassements de la limite de référence du MDDEFP pour le phosphore total ont été observés dans tous les tributaires (figure 14). Pour la branche 10, la moyenne des concentrations en phosphore se situe dans la catégorie D. Du point de vue de MES, huit des neuf prélèvements dépassent le critère C (figure 14). L'analyse de coliformes fécaux révèle des niveaux acceptables pour la plupart des usages sans contact direct. De faibles concentrations en oxygène ont été rencontrées lors de 3 des campagnes d'échantillonnage. La valeur la plus faible a été de 25,6% de saturation en oxygène (2,45 mg/L), observée le 17 juillet.

D'autre part, les concentrations minimales en PT et en MES ont été obtenues dans les prélèvements de la branche 18 (figures 14). Cependant, ce ruisseau a montré des concentrations plus importantes de coliformes fécaux. De plus, une faible saturation en oxygène a été répertoriée sur trois des neuf jours évalués.

En amont du lac (Site 1), les concentrations en PT rencontrées sont très variables, avec des valeurs allant de 57,6 à 228 mg/L. Pour ce qui est des MES, la moyenne est de 25 mg/L. Le site 1-A (en aval du bassin de sédimentation) montre des valeurs similaires au site 1, avec une augmentation moyenne de 17% du PT et de 16,6% des MES. Cependant, il est à noter que les prélèvements étaient effectués en aval du bassin, à la suite d'une petite chute d'eau. Cette dernière pourrait provoquer la mise en suspension de sédiments. D'ailleurs, les résultats de coliformes fécaux sont acceptables du point de vue des normes. Toutefois, la DBO₅ est au-dessus des critères d'acceptabilité du MDDEFP et de l'IQBP.

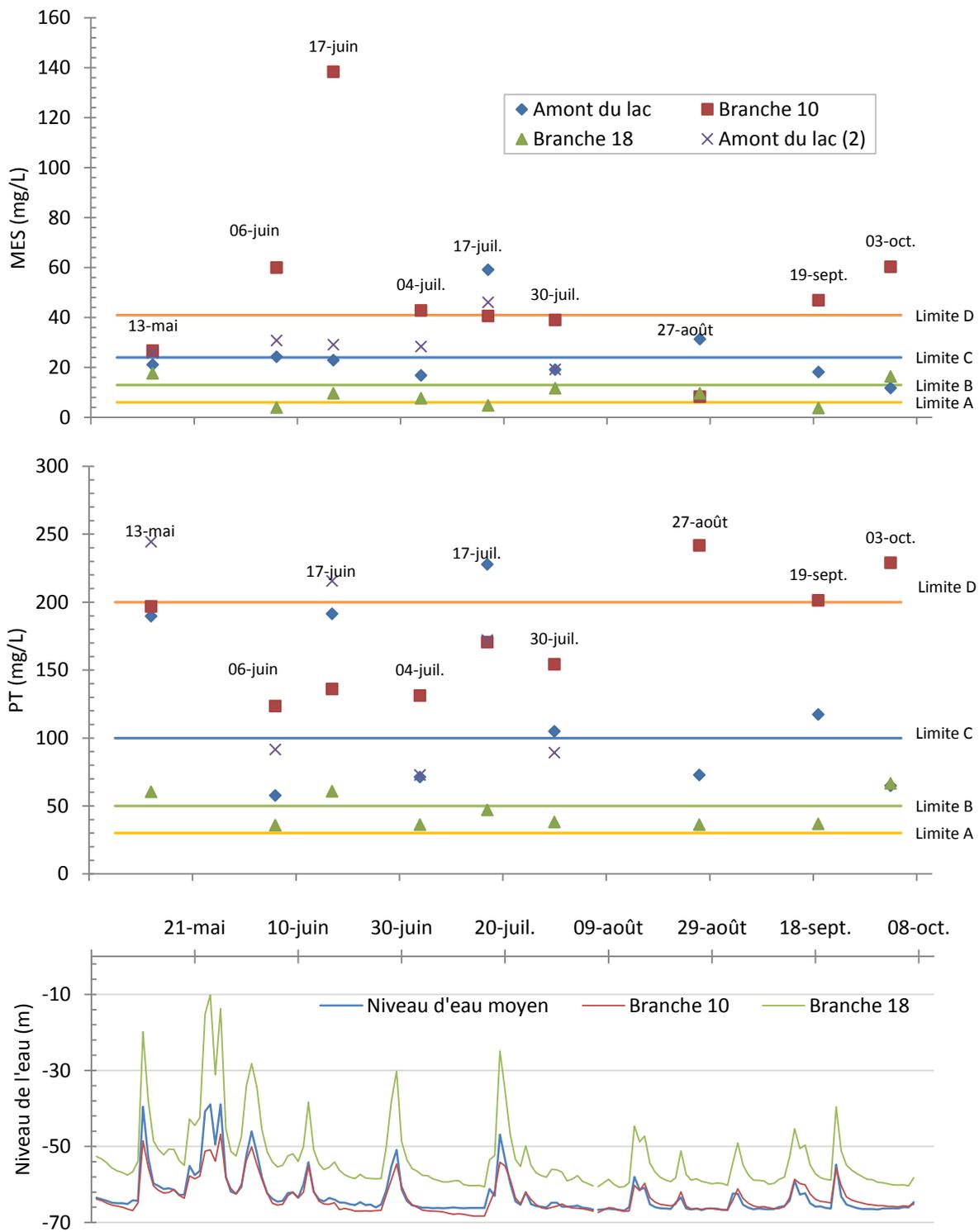


Figure 14 : Concentrations en PT, en MES et niveaux d'eau journaliers retrouvés en temps sec. Les limites maximales pour chacune des catégories de qualité sont représentées par un trait.

Pour ce qui est des prélèvements récoltés le 17 juillet directement sur deux conduites du réseau pluvial, la DBO₅ de 8 mg/L dépasse le critère de qualité du MDDEFP pour la protection de la vie aquatique. De plus, des concentrations élevées en PT et en MES ont aussi été observées dans ces deux conduites. Des coliformes fécaux sont présents en faible concentration (Figure 15).

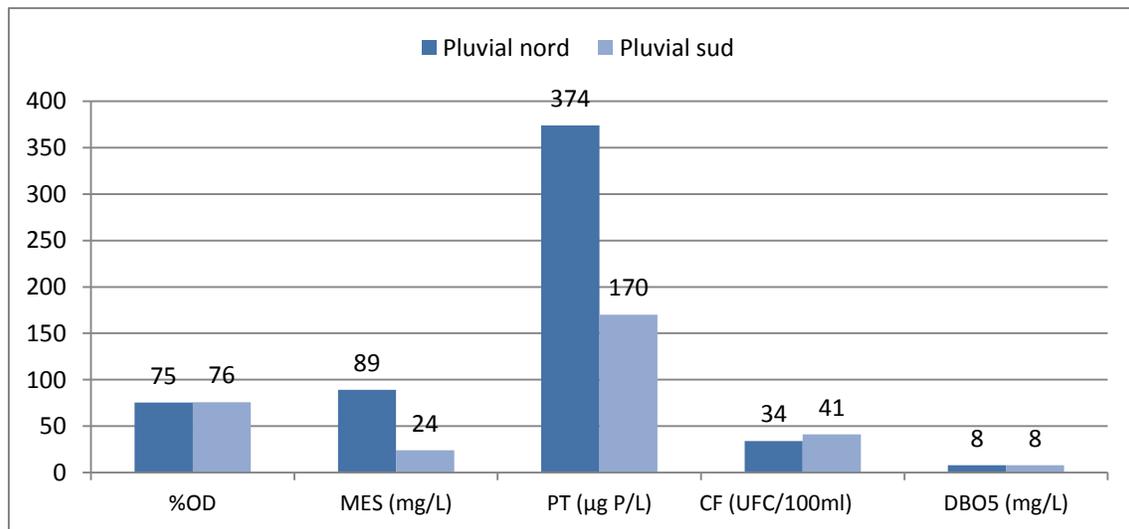


Figure 15 : résultats d'analyse des prélèvements effectués dans les conduites du réseau pluvial en dessous de l'avenue des Ruisseaux

L'azote total (NT) et les nutriments en solution, soit les nitrates (NO₃), les nitrites (NO₂), l'azote ammoniacal et les orthophosphates (SRP), ont été analysés sur les prélèvements du 27 août.

La plus faible concentration en SRP (3,5 µg/L) a été observée en amont du lac, alors que les ruisseaux présentent les valeurs maximales (>20 µg/L). Même s'il n'existe pas de critère de qualité pour les SRP, cette variable correspond à la forme du phosphore dissous qui est directement assimilable par les algues et les plantes aquatiques. Maybeck, (1982, cité dans Wetzel), suggère que des concentrations autour de 10 µg/L dans des cours d'eau non pollués et de 100 µg/L dans les milieux affectés par la pollution agricole peuvent être observées. D'après Wetzel [13], les orthophosphates constituent en moyenne 5% du phosphore total contenu dans l'eau. Tel que montré à la figure 16, le ratio SRP/PT est relativement faible dans les échantillons récoltés à l'entrée du lac (5%) et à la branche 10 (11%), et il s'approche du ratio proposé dans la littérature. Par contre, pour ce qui concerne la branche 18, le SRP représente 56% du phosphore total.

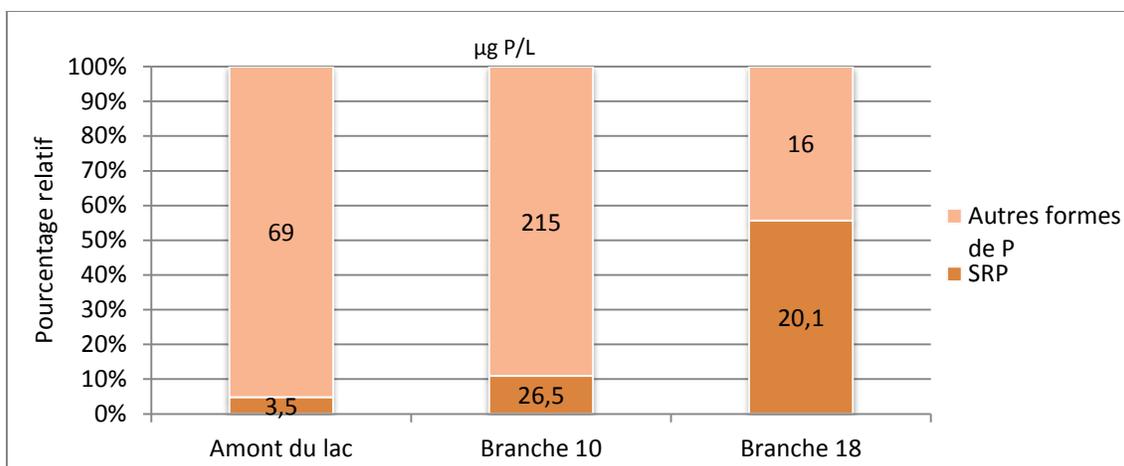


Figure 16 : Concentration et pourcentage relatif de SRP et d'autres formes de phosphore par rapport à la concentration en PT. Les chiffres à l'intérieur des barres indiquent la concentration de phosphore.

Du point de vue des composés azotés, tous les échantillons montrent un contenu en NT supérieur à 1 mg/L. Dans les échantillons collectés en amont du lac et à la branche 18, plus de 75% du NT se trouvait en forme dissoute (NH_4 et NO_3). Par rapport à la branche 10, ces composés constituent moins de 50% de la concentration en azote total (figure 17). La valeur maximale en nitrates a été observée au ruisseau plus au sud (branche 18). Concernant les nitrites, tous les échantillons se trouvaient sous la limite de détection (tableau 17).

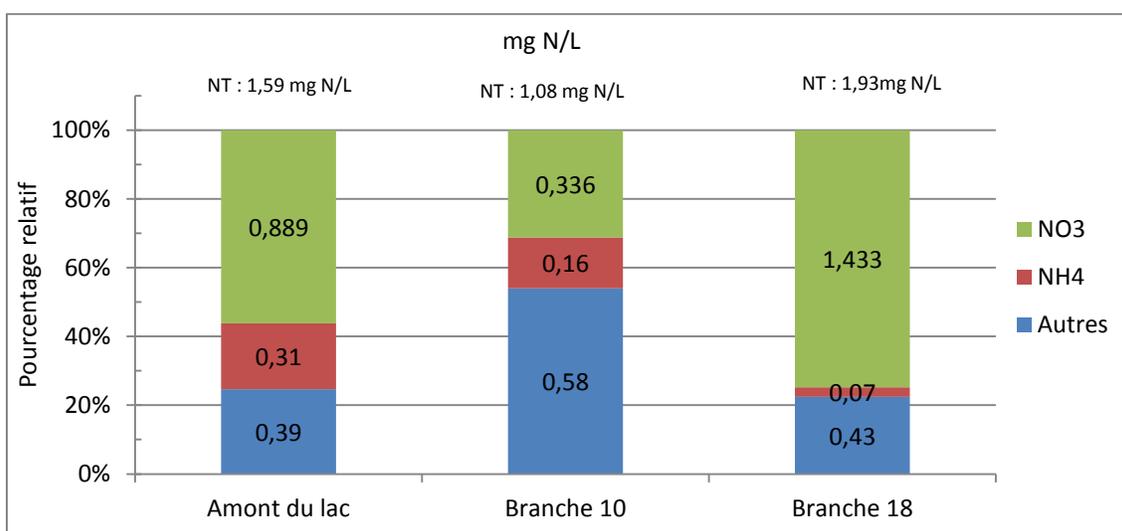


Figure 17 : Concentration et pourcentage relatif des différentes formes d'azote analysées versus la concentration en NT. Les chiffres à l'intérieur des barres indiquent la concentration en azote

Tableau 5 : Statistiques sommaires des résultats d'analyse en temps sec pour les principales variables mesurées.

Site	Variables	T° (°C)	Sat. en Oxygène (%)	MES (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NH ₄ (mg N/L)*	NO ₃ (mg N/L)	NO ₂ (mg N/L)	C.F. (UFC/100ml)	DBO5 (mg/L)
Amont du lac (Site 1)	n	9	9	9	9	1	1	1	1	-	-
	Moyenne	15,3	81,9	25	122	-	-	-	-	-	-
	Écart-type	2,5	8,4	9	54	-	-	-	-	-	-
	Max	18,7	93	59	228	3,5	0,31	0,889	<0,006	-	-
	Min	7,6	62,5	12	58	-	-	-	-	-	-
	Nb >C	-	2	2	5	-	0	-	-	-	-
Amont du lac (Site 1-A)	n	6	6	6	6	-	-	-	-	1	1
	Moyenne	15,5	85,8	30	148	-	-	-	-	-	-
	Écart-type	4,3	8,8	6	63	-	-	-	-	-	-
	Max	20,1	100,2	46	244	-	-	-	-	20	8,0
	Min	7,7	65,7	19	73	-	-	-	-	-	-
	Nb >C	-	1	5	3	-	-	-	-	0	1
Branche 10 (Site 2)	n	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1
	Moyenne	17	74,5	52	176	-	-	-	-	-	-
	Écart-type	4,1	14,9	23	37	-	-	-	-	-	-
	Max	23,7	93	138	242	26,5	0,16	0,336	<0,006	800	<3
	Min	8,1	25,6	8	123	-	-	-	-	-	-
	Nb >C	-	3	8	9	-	0	-	0	0	0
Branche 18 (Site 3)	n	9	9	9	9	1	1	1	0	1	1
	Moyenne	16,3	84,4	10	46	-	-	-	-	-	-
	Écart-type	3,6	14,5	4	11	-	-	-	-	-	-
	Max	21,9	106,1	18	67	20,1	0,07	1,433	<0,006	6500	<3
	Min	8,3	51	4	36	-	-	-	-	-	-
	Nb >C	-	3	0	0	-	0	-	0	1	0
Critères de qualité (IQBP)	C		70-79 ou 131-140	14-24	51-100	S.O	0,51-0,9	1,01 -2	1,01 -2	1001-2000	3,1-4,3
	D		55-69 ou 141-150	25-41	101-200	S.O	0,91-1,5	2,01 - 5	2,01- 5	2001-3500	4,4-5,9
	E		<55 ou >150	> 41	> 200	S.O	>1,5	>5	>5	> 3501	> 5,9
MDDEFP	CVAC ¹		>54 ³		30	S.O.	S.O.	2,9 ⁴	0,02	S.O.	3
	CARE2		N/A		30	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	1000 ⁵	S.O.

¹ PVAC Critère pour la protection de la vie aquatique (effet chronique). ² PAR : Critère pour la protection des activités récréatives et de l'esthétique.

Nb>C : nombre d'échantillons dans les catégories D et E (dépassant la limite de la catégorie C). ³ Saturation minimal à 15°C (équivalent à une concentration de 6mg/L)

⁴ Ce critère est établie à partir des effets toxiques et ne tient pas compte des effets indirects d'eutrophisation.

⁵ Limite pour les activités récréatives sans contact direct.

* Valeurs correspondant à la moyenne des résultats initiaux (effectués et présentés dans la version du rapport envoyée le 5 février 2014) et des reprises (obtenues suite à une vérification analytique effectuée le 12 février 2014). Aucune conclusion concernant la qualité de l'eau n'est affectée par ces changements.

Échantillonnage en temps de pluie

Les prélèvements en temps de pluie ont été effectués à différents niveaux d'eau, résultants de la réponse hydrologique du bassin versant. Un exemple de la distribution des prélèvements en temps de pluie est illustré à la figure 19. L'ensemble des données obtenues est présenté au tableau 18 en annexe (série d'échantillons BDOP).

Les résultats démontrent une exportation conséquente de matières en suspension et de phosphore dans tous les sites évalués. Tel que montré à la figure 19, le contenu en PT et en MES semble varier en fonction de la hauteur d'eau ruisselée. Les corrélations entre ces paramètres seront évaluées plus en détails lors de la modélisation.

Le tableau 6 présente la moyenne, l'écart type, les valeurs maximales, minimales, ainsi que le total de prélèvements dépassant le critère C. L'écart-type révèle une dispersion importante des résultats par rapport à la moyenne. Cependant, cette dispersion pourrait être prévisible et explicable, compte tenu des différences dans les caractéristiques de chaque événement de pluie ainsi que du niveau d'eau auquel chaque échantillon a été pris.

La plupart des prélèvements montrent des concentrations en PT, MES, DBO₅ et en coliformes fécaux au-dessus des critères de qualité du MDDEFP. Concernant le phosphore total, tous les échantillons récoltés dépassent amplement la limite pour la protection de la vie aquatique de 30 µg/L. Par exemple, en amont du lac, 88% des prélèvements analysés se trouvent au-dessus de 100 µg/L de PT.

En ce qui concerne le transport d'éléments en solution, des analyses de nitrates (NO₃), de nitrites (NO₂), d'azote ammoniacal et d'orthophosphates (SRP) ont été réalisées sur 3 échantillons (par site) récoltés pendant la pluie du 22 septembre.

Quant aux composés azotés, le ruisseau plus au sud (branche 18) montre les concentrations les plus élevées en nitrates avec une moyenne de 3,42 mg N/L, qui dépasse le CVAC (2,9 mg N/L). Il est à noter que cette limite est définie à partir des effets toxiques chroniques sur les organismes, cependant elle ne tient pas compte des effets indirects d'eutrophisation [14]. De tels effets chroniques peuvent apparaître lorsque des concentrations au-delà du CVAC sont maintenues continuellement ou sur une période de temps prolongée [14]. D'après les résultats, ces valeurs extrêmes seraient reliées au ruissellement en temps de pluie à cause du drainage des

terres. Cependant, dû au nombre limité d'échantillons prélevés en temps sec, il n'est pas possible d'établir si ces concentrations sont présentes de façon continue dans le milieu.

D'autre part, les concentrations en SRP dans les échantillons de pluie sont supérieures à celles retrouvées en temps sec. De plus, un pourcentage plus élevé en SRP est observé en amont du lac et à la branche 10 (figure 18).

Finalement, la DBO₅ et les coliformes fécaux ont été évalués durant les pluies du 23 mai et du 31 octobre au 1^{er} novembre. Tous les échantillons dépassent le CVAC pour la DBO₅ établi par le MDDEFP. Les résultats révèlent aussi des concentrations importantes en coliformes fécaux. En amont du lac, 60% des prélèvements montrent une concentration supérieure à 2000 UFC/100mL (limite de la classe C). Par ailleurs, la branche 10 montre les concentrations maximales en coliformes fécaux, tandis qu'en général, les valeurs les plus faibles sont observées à la branche 18.

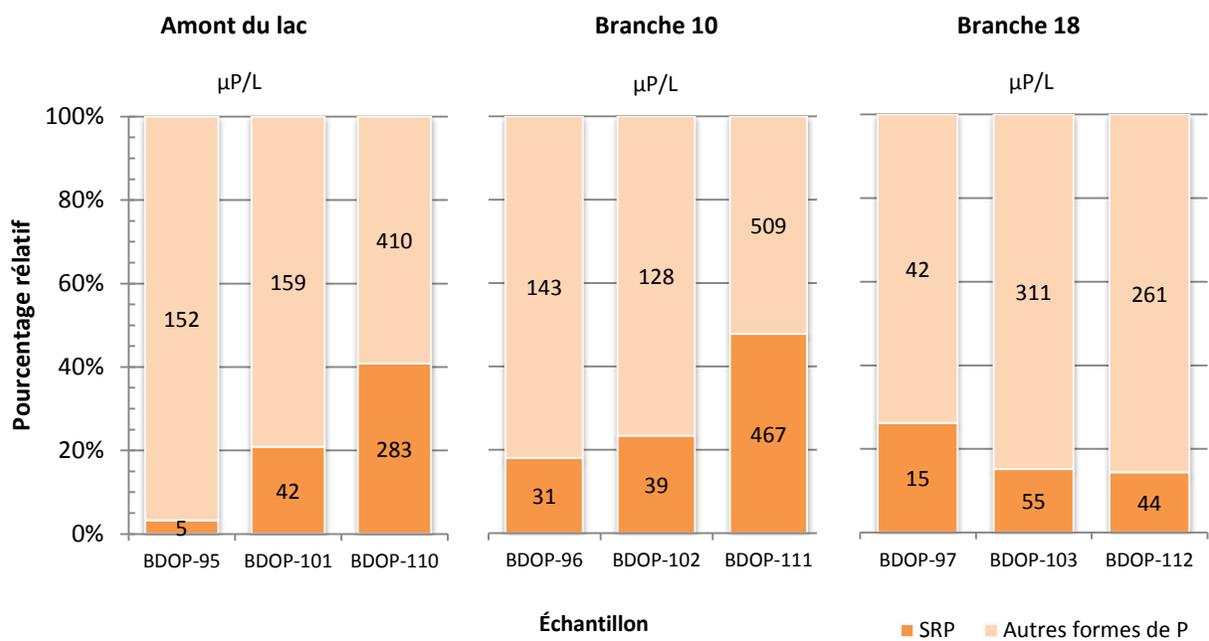


Figure 18 : Pourcentage relatif de SRP versus la concentration en PT retrouvée dans les échantillons collectés pendant la pluie du 22 septembre 2013

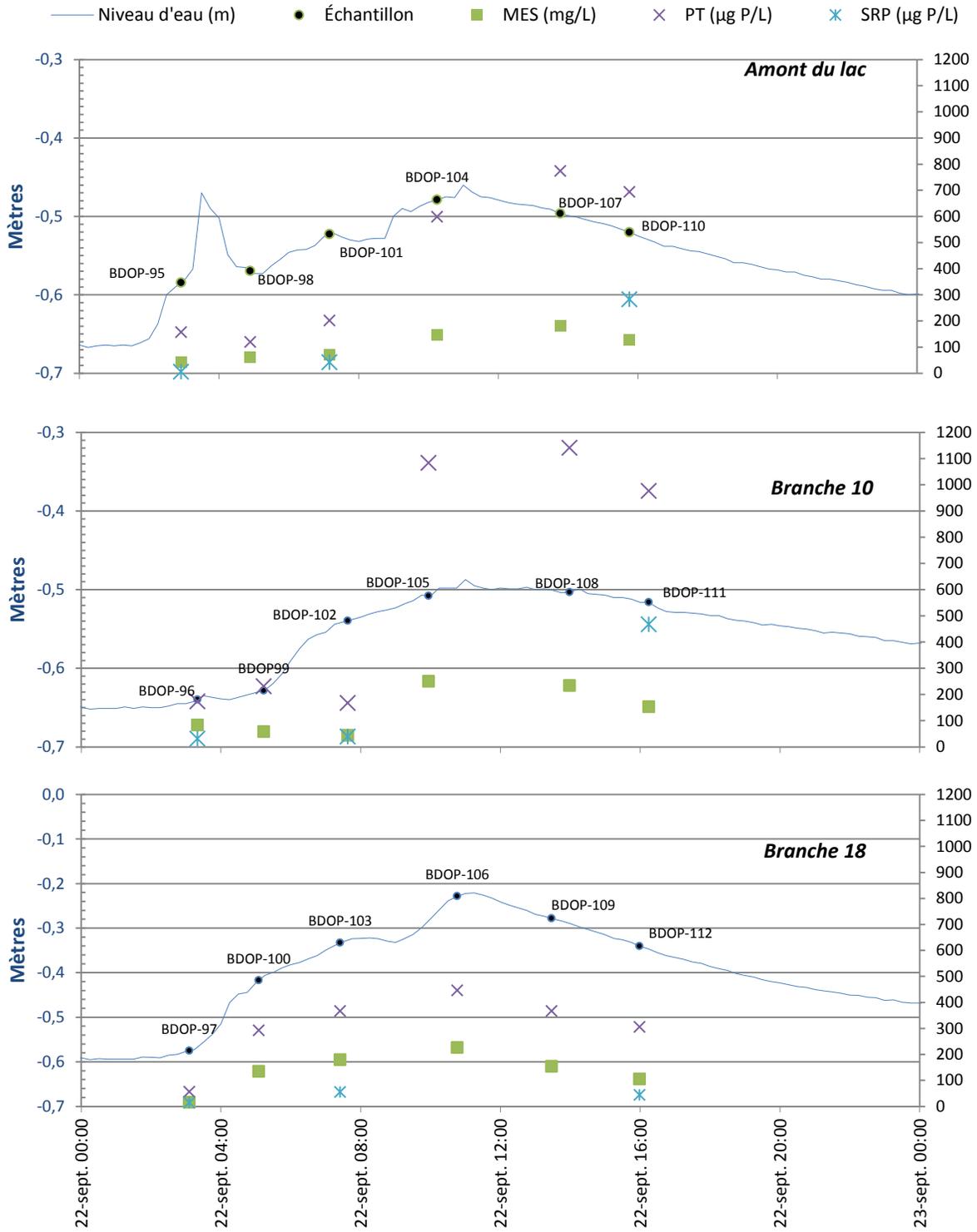


Figure 19 : Distribution des prélèvements et résultats d'analyse des MES, PT et SRP lors de la pluie du 22 septembre 2013.

Tableau 6 : Statistiques sommaires des résultats d'analyse en temps de pluie pour les principales variables mesurées.

Site	Variables	T° (°C)	Sat. en Oxygène (%)	MES (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NH ₄ (mg N/L)*	NO ₃ (mg N/L)	NO ₂ (mg N/L)	C.F. (UFC/100ml)	DBO5 (mg/L)
Amont du lac (Site 1)	n	26	26	26	26	3	3	3	3	10	10
	Moyenne	12,8	85,2	170	483	110,1	0,26	0,849	<0,006	7574,0	14,0
	Écart-type	2,5	4	114	311	115,3	0,08	0,312		8170	8
	Max	16,9	91,2	1056	1195	283,1	0,35	1,316		36000	31
	Min	5,4	58,9	13	77	5,1	0,14	0,569		450	<3
	Nb >C		1	23	23		0	0	0	6	8
Amont du lac (Site 1-A)	n	10	10	10	10					5	5
	Moyenne	12,2	85,8	283	519					1214,0	10,0
	Écart-type	0,7	2,7	238	282					708,8	4
	Max	13,3	89,6	1121	1273					2100	16
	Min	11,3	77,2	54	173					420	6
	Nb >C		0	10	10					2	5
Branche 10 (Site 2)	n	25	25	26	26	3	3	3	3	10	10
	Moyenne	12,5	79,8	216	490	179,2	0,10	1,040	<0,006	14276,0	15,7
	Écart-type	2,5	10,5	161	280	191,9	0,02	0,047		16179,2	10,7
	Max	17,3	91,2	1459	1141	467	0,13	1,095		58000	48
	Min	3,5	48,2	30	134	31,4	0,08	0,970		410	<3
	Nb >C		4	26	26		0	0	0	4	8
Branche 18 (Site 3)	n	26	26	26	26	3	3	3	3	10	10
	Moyenne	12,2	83,5	157	425	38	0,11	3,421	<0,006	1402,3	14,0
	Écart-type	2,2	3,3	104	288	15,5	0,07	2,358		858,2	6,7
	Max	15,6	90,5	525	2389	55,4	0,22	6,958		4500	27
	Min	4,9	69,6	3	40	14,8	0,02	0,739		63	4
	Nb >C		0	20	19		0	2	0	1	8
Critères de qualité (IQBP)	C		70-79 ou 131-140	14-24	51-100	S.O	0,51-0,9	1,01 -2	1,01 -2	1001-2000	3,1-4,3
	D		55-69 ou 141-150	25-41	101-200	S.O	0,91-1,5	2,01 - 5	2,01- 5	2001-3500	4,4-5,9
	E		<55 ou >150	> 41	> 200	S.O	>1,5	>5	>5	> 3501	> 5,9
MDDEFP	CVAC ¹		>54 ³		30	S.O.	S.O.	2,9 ⁴	0,02	S.O.	3
	CARE2		N/A		30	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	1000 ⁵	S.O.

¹PVAC Critère pour la protection de la vie aquatique (effet chronique). ²PAR : Critère pour la protection des activités récréatives et de l'esthétique.

Nb>C : nombre d'échantillons dans les catégories D et E (dépassant la limite de la catégorie C). ³ Saturation minimal à 15°C (équivalent à une concentration de 6mg/L)

⁴ Ce critère est établie à partir des effets toxiques et ne tient pas compte des effets indirects d'eutrophisation.

⁵ Limite pour les activités récréatives sans contact direct.

* Valeurs correspondant à la moyenne des résultats initiaux (effectués et présentés dans la version du rapport envoyée le 5 février 2014) et des reprises (obtenues suite à une vérification analytique effectuée le 12 février 2014). Aucune conclusion concernant la qualité de l'eau n'est affectée par ces changements.

Indice de qualité bactériologique et physicochimique

Comme mentionné précédemment, l'IQBP a été déterminé au moyen de la procédure et des équations développées par Hébert [12]. De cette manière, un sous-indice de qualité est calculé pour les différents descripteurs de qualité, à partir de la médiane des résultats obtenus à chaque site. La figure 20 illustre un exemple de la méthode de calcul de l'IQBP. Dans le but de minimiser l'influence du nombre plus élevé d'échantillons prélevés en temps de pluie et des valeurs extrêmes qu'ils présentent, l'IQBP a été déterminé séparément pour le temps sec et le temps de pluie.

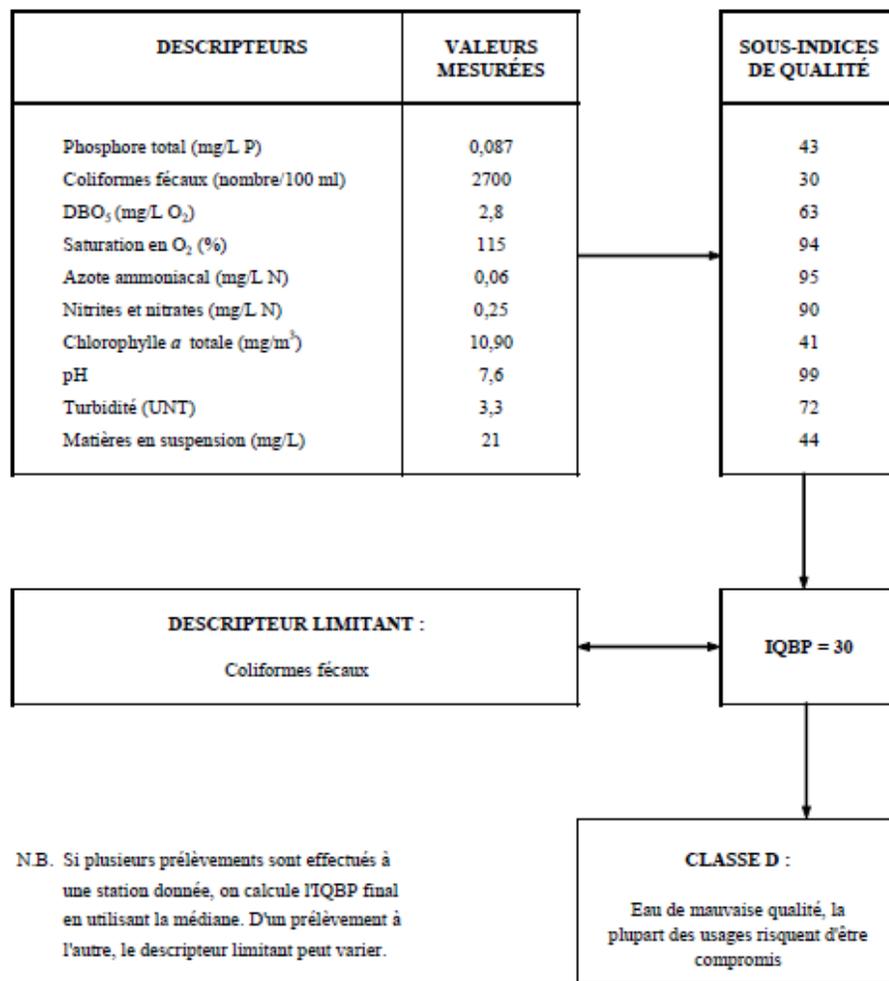


Figure 20 : Exemple de calcul de l'Indice de de qualité bactériologique et physicochimique - IQBP (tiré de Hébert, 1997)

Le tableau 7 liste les sous-indices de qualité, l'IQBP final (sous-indice le plus faible) ainsi que le descripteur limitant pour chaque site. En temps sec et en temps de pluie, les trois sites à l'étude se situent dans la catégorie E «eau de très mauvaise qualité».

En temps sec, la DBO₅ et les coliformes fécaux seraient les descripteurs limitants pour l'amont du lac et la branche 18 respectivement. Cependant, il est à noter qu'un seul prélèvement a été effectué pour ces variables. C'est pourquoi d'autres descripteurs sont aussi à considérer. Ainsi, mis à part la DBO₅ et les coliformes fécaux, l'amont du lac serait classé D en raison des concentrations élevées en PT et en MES. Concernant la branche 18 (site 3), elle ne présente pas d'autres descripteurs de qualité dans les catégories D ou E. Cependant, les nitrates et nitrites se trouvent dans la classe C, c'est-à-dire «eau de qualité douteuse». Par rapport à la branche 10 (site 2), le contenu en MES est la variable déterminante de sa mauvaise qualité.

D'autre part, en temps de pluie tous les sites montrent des IQBP au-dessous de 20, notamment en ce qui concerne les MES, le PT et la DBO₅.

Tableau 7 : Sous-indices de qualité et IQBP des tributaires du lac Baie d'Or

Descripteurs	Sous-indices de qualité					
	Temps sec			Temps de pluie		
	Amont du lac (site 1) ²	Branche 10 (Site 2)	Branche 18 (Site 3)	Amont du lac (site 1) ²	Branche 10 (Site 2)	Branche 18 (Site 3)
Sat. En oxygène	78	62	79	77	76	70
MES	39	19	70	0	0	0
PT	38	25	71	6	5	5
Azote ammoniacal*	74	86	94	76	90	95
Nitrates et nitrites ¹	64	86	49	73	59	34
Coliformes fécaux	96	64	0	39	52	57
DBO ₅ *	5	60	60	11	5	0
IQBP retenu	5	19	0	0	0	0
Descripteur limitant	DBO ₅	MES	C.F.	MES	MES	MES et DBO ₅
Classe	E	E	E	E	E	E

* 60 correspond au sous-indice maximale qui peut être obtenu à cause de la limite de détection de 3 mg/L de la méthode d'analyse.

¹ Tous les résultats de nitrites ont été sous la limite de détection. Le sous indice a été calculé à partir des résultats de nitrates.

² Sous-indice calculé à partir des données du site 1 et 1(A)

4.2 Charge interne

4.2.1 Phosphore et autres métaux

Les résultats des analyses montrent une concentration moyenne en phosphore de 1330 mg/kg dans les échantillons prélevés aux stations B et C (près du centre et de l'exutoire respectivement). D'autre part, à la station A, le contenu en phosphore retrouvé dans l'échantillon est plus faible. Seul l'échantillon recueilli à cette station a montré une différence de concentration remarquable entre la couche de surface et celle de 5 à 10 cm. Celle-ci étant 30% plus faible qu'à la surface (figure 21).

Cette différence entre les concentrations à l'entrée du lac et les autres stations est possiblement reliée au fait que vers le centre et l'exutoire le flux d'eau est réduit, favorisant ainsi la sédimentation du phosphore particulaire.

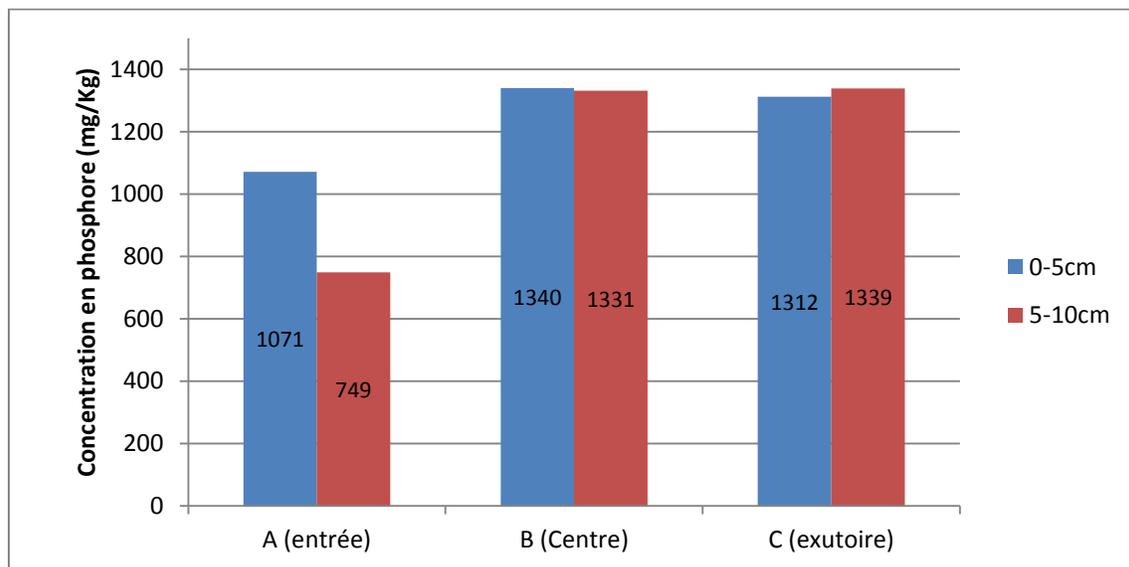


Figure 21 : Concentration en phosphore trouvée dans les échantillons de sédiments du lac Baie d'Or

En ce qui concerne les autres métaux et métalloïdes, les résultats obtenus sont comparés aux «Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec [...]»[15] établis par Environnement Canada et le MDDEP en 2007 (Tableau 19). Ce document définit les valeurs de référence pour les contaminants majeurs, fréquemment observées dans les sédiments. Sept de ces

éléments ont été évalués dans notre étude : Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb et Zinc. Ces valeurs de référence permettent d'établir des plages de concentration allant des concentrations faibles, où les effets sur les organismes sont rarement observables, jusqu'à celles pour lesquelles des effets défavorables sont fréquemment observés (tableau 20). Les autres éléments seront comparés aux concentrations naturelles des sédiments du tronçon fluvial du Saint-Laurent [15]. L'ensemble des résultats d'analyse des sédiments est présenté dans le tableau 19.

Des dépassements des critères CSE et CEO sont observés pour le chrome et le zinc, respectivement dans les échantillons récoltés au centre (station B) et près de la sortie du lac (station C).

4.2.2 Granulométrie des sédiments

Les figures 22 à 24 illustrent les résultats de l'analyse granulométrique des sédiments. Les fréquences relatives des différentes classes de particules sont présentées au tableau 22. Ces résultats montrent que les sédiments du lac sont composés principalement de particules fines. Entre 98 et 99% du poids des échantillons est dominé par des grains d'un diamètre inférieur à 0,5 mm. D'après la classification de Wentwort (tableau 21), ces particules comprennent des sables ainsi que du limon et de l'argile. Seul un échantillon, prélevé à la station C, contenait des particules dans la catégorie «gravier», d'une taille plus grande que 2mm. Le limon et l'argile (<63µm) constituent jusqu'à 60% du poids des échantillons analysés. Cependant, de plus faibles pourcentages ont été retrouvés près de l'entrée du lac.

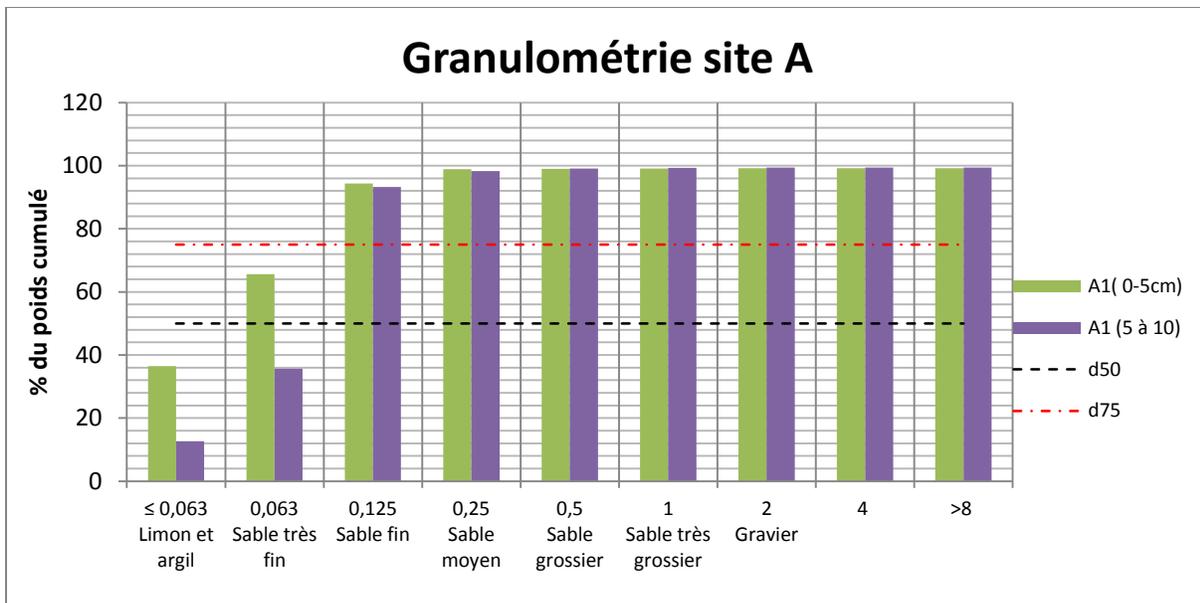


Figure 22 : Résultats des analyses de granulométrie des sédiments prélevés près de l'entrée du lac (Site A)

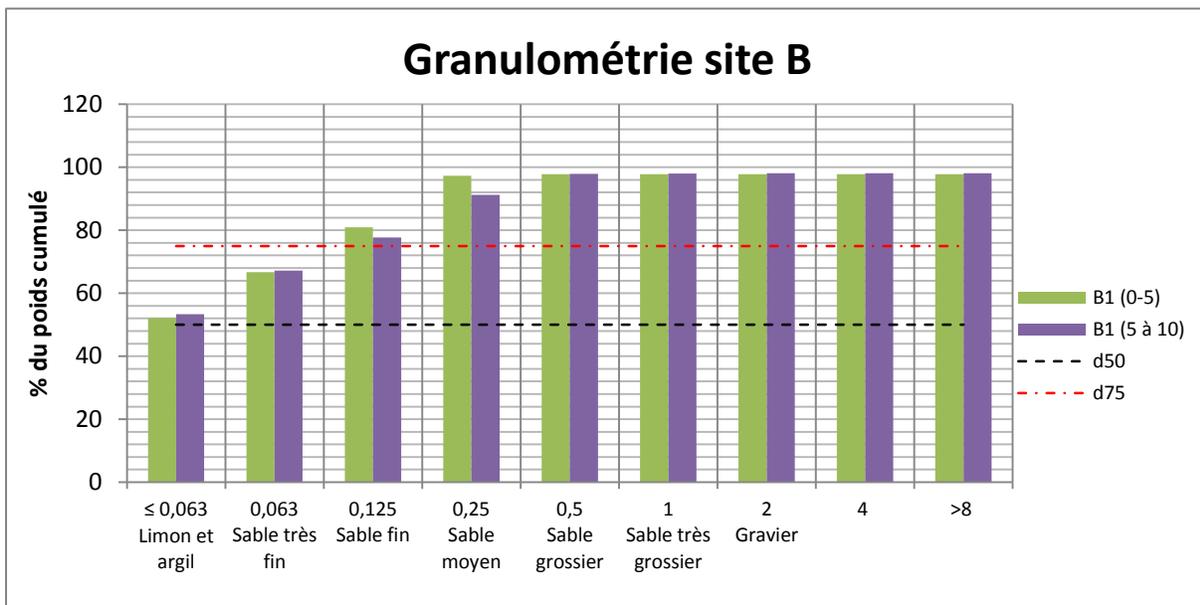


Figure 23 : Résultats des analyses de granulométrie des sédiments prélevés au centre du lac (Site B)

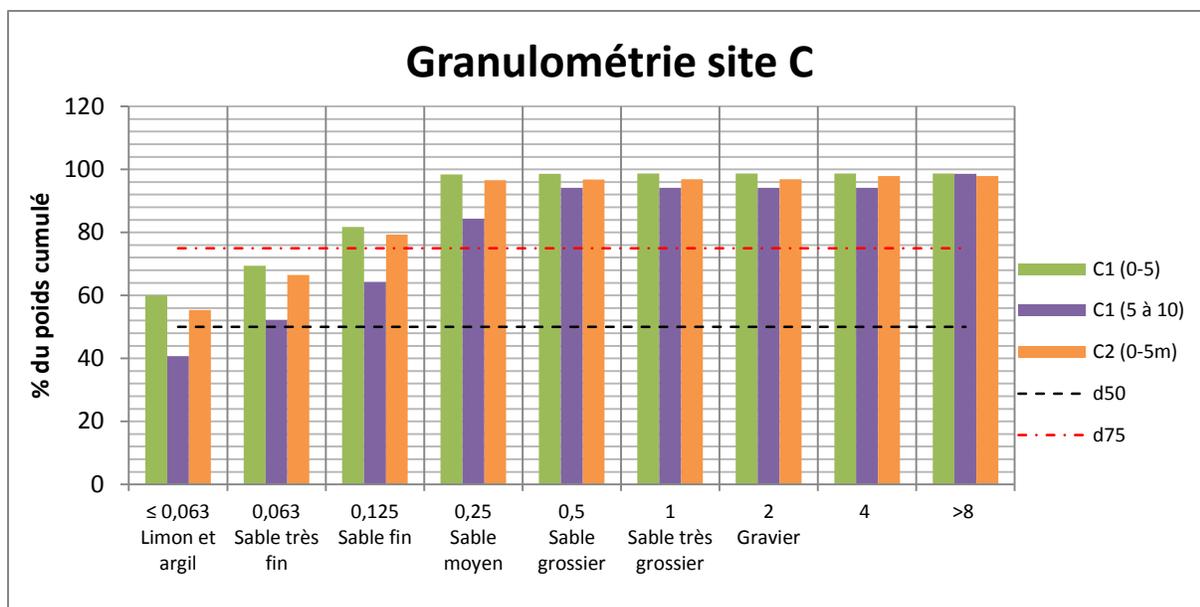


Figure 24 : Résultats des analyses de granulométrie des sédiments prélevés près de l'exutoire du lac (Site C)

4.2.3 Matière organique

Les résultats des analyses de matière organique ainsi que d'azote total sont présentés au tableau 8. La proportion organique du carbone total des sédiments (COT) est relativement faible et varie de 2,41 à 3,3%. Les valeurs les plus faibles sont observées près de l'entrée du lac (station A). Une légère augmentation du COT moyen est observée de l'entrée vers le centre, et du centre vers l'exutoire du lac. Cette faible augmentation est aussi présente en ce qui concerne l'azote total.

Tableau 8 : Teneur en carbone organique total et en azote total dans les échantillons de sédiments prélevés le 30 juillet 2013

Échantillon	Site	COT %	Azote total %
A1 (0 à 5 cm)	A	2,61	0,08
A1 (5 à 10 cm)		2,41	0,08
B1 (0 à 5 cm)	B	3,29	0,16
B1 (5 à 10 cm)		3,27	0,15
C1 (0 à 5 cm)	C	3,22	0,17
C1 (5 à 10 cm)		3,13	0,15
C2 (0 à 5 cm)		3,30	0,14

4.3 Qualité de l'eau du lac

4.3.1 Propriétés physicochimiques et bactériologiques

L'ensemble des résultats relatifs à la qualité de l'eau du lac est présenté au tableau 23. Les concentrations de phosphore dépassent les critères du MDDEFP pour la protection de la vie aquatique. (CVAC). De plus, des concentrations élevées en orthophosphates (SRP) et en azote total ont été aussi retrouvées, notamment dans les échantillons récoltés le 13 juin. À propos du SRP, un profil a été effectué le 21 août à la station B (centre du lac). Les résultats de ce dernier ne montrent pas une augmentation significative de la concentration en phosphore entre la surface et le fond (figure 25).

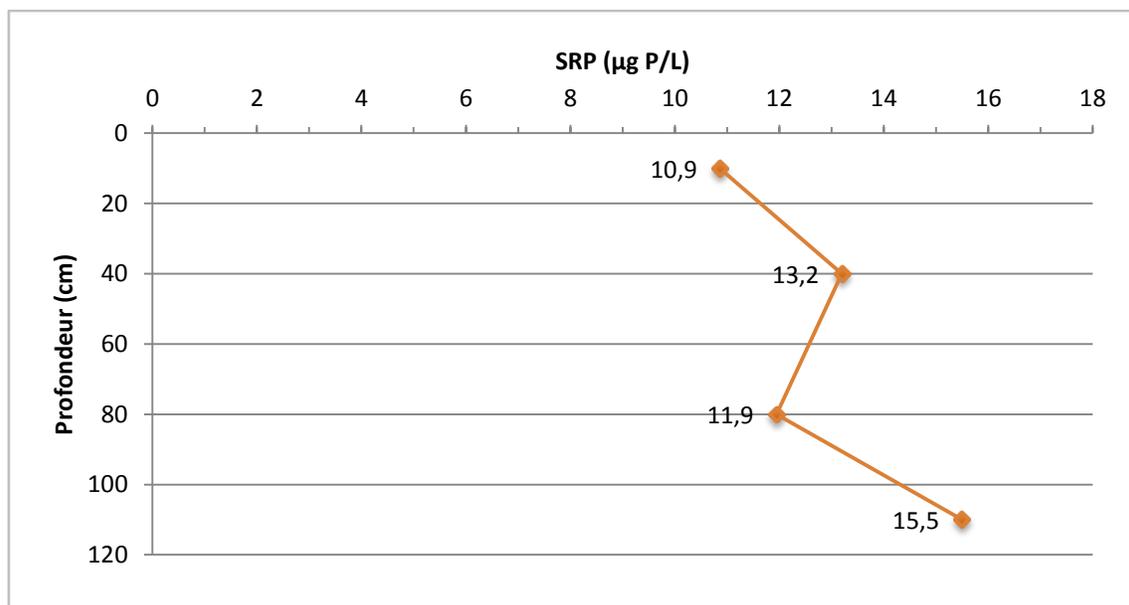


Figure 25 : Profil de concentration en phosphore réactif soluble (SRP) effectué le 21 août 2013 à la station B (au centre du lac)

D'un autre côté, l'eau du lac présente une turbidité importante. La moyenne des mesures de transparence effectuées à l'aide du disque de Secchi est de 21,5 cm de profondeur (figure 26). Ceci est prévisible compte tenu des concentrations élevées de MES. La plus faible transparence a été observée vers la fin de l'été.

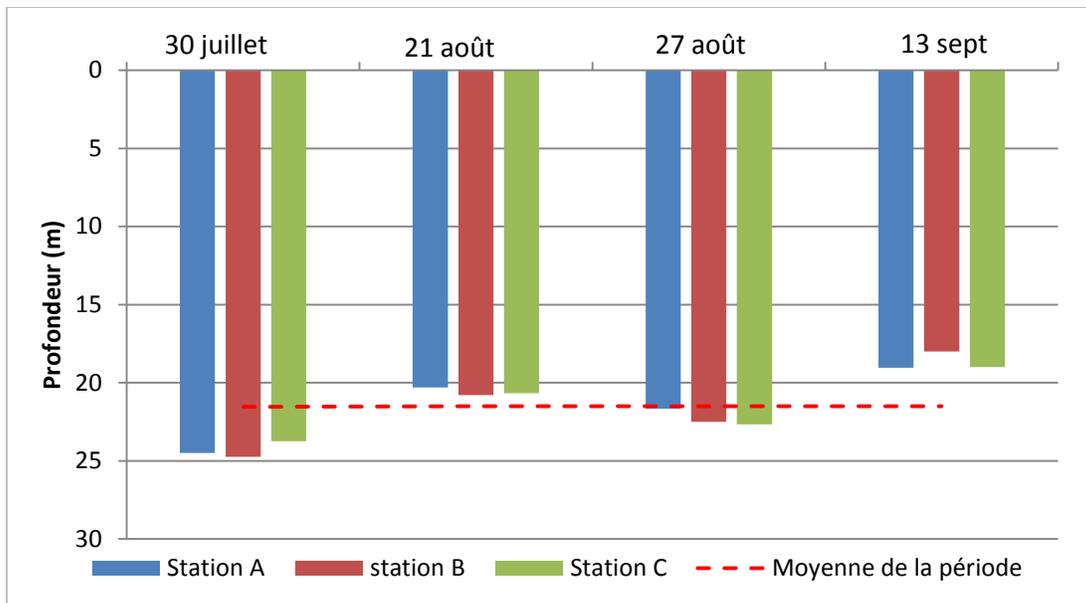


Figure 26 : Résultats des mesures de transparence à l'aide du disque de Secchi

Le lac Baie d'Or présente une stratification thermique diurne bien marquée, qui se défait à chaque nuit (mélange de la colonne d'eau), typique d'un lac polymictique. Les écarts de température entre la surface et le fond peuvent atteindre jusqu'à 5,7°C en après-midi. Les figures 41 et 42 en annexe illustrent l'ensemble des données relevées à l'aide des thermographes pour la période estivale. Quelques statistiques, telles que la moyenne et les valeurs maximales et minimales ont été calculées pour l'ensemble des données (jour et nuit séparément) et sont présentées au tableau 27.

Pour ce qui est de l'oxygène dissous, la valeur minimale de 5,9 mg/L (64,8% de saturation) a été mesurée à la station B à une profondeur de 110 cm. Toutefois, la plupart des mesures, particulièrement au milieu de l'été, ont révélé une super saturation en oxygène (Tableaux 24 à 26). La concentration en oxygène dissous dans la colonne d'eau variait avec la profondeur. La figure 27 représente les profils de température et d'oxygène obtenus à la station B, pendant la période estivale (le jour).

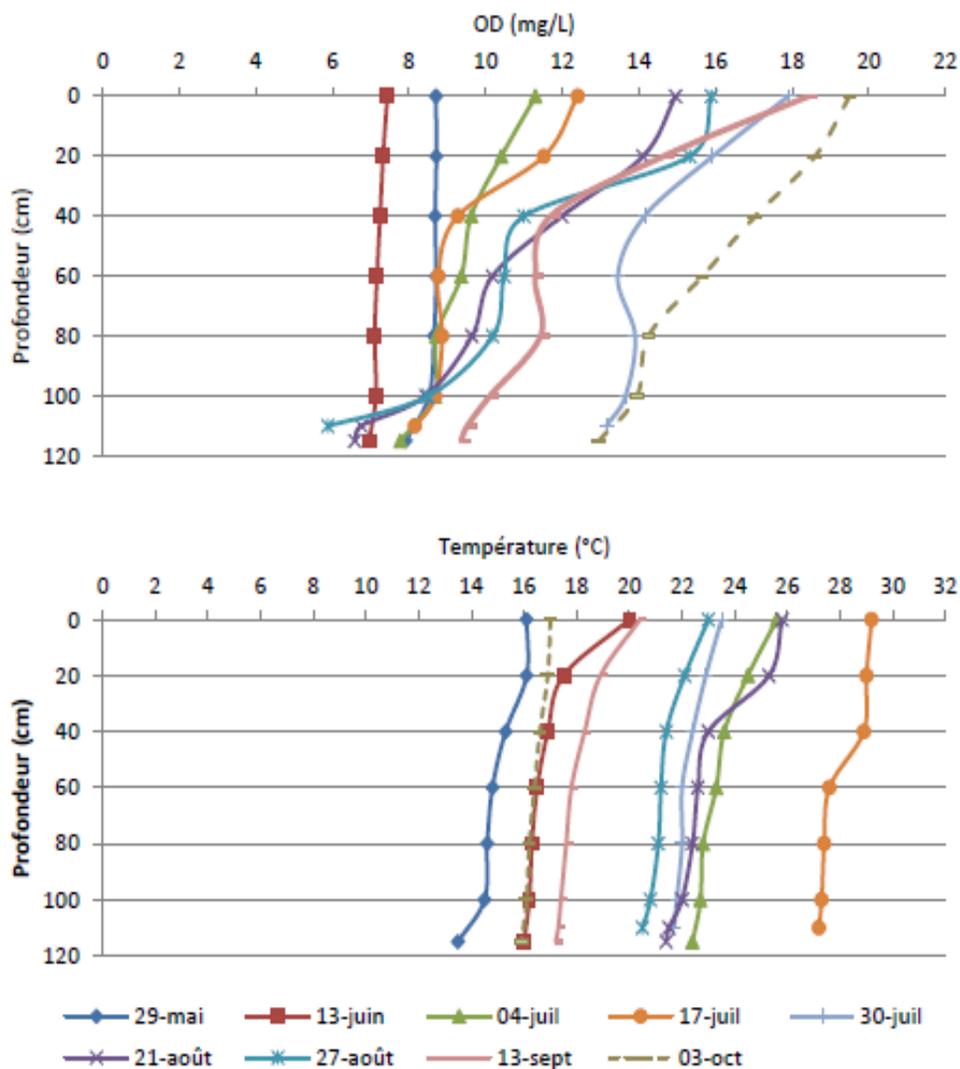


Figure 27 : Profils de température et d'oxygène obtenus à la station B pendant la période estivale

Pour ce qui est de la chlorophylle-a (Chl-a), seize prélèvements ont été réalisés. Les résultats révèlent des concentrations importantes de Chl-a dans l'eau du lac, notamment dans les échantillons prélevés en août et en septembre (Tableau 23). Ceci peut être traduit comme une augmentation au cours de la période estivale, résultant de la prolifération d'organismes phytoplanctoniques. Ainsi, les valeurs maximales ont été observées en septembre, pouvant atteindre jusqu'à 438 µg/L près de la surface (station B). Concernant les échantillons collectés près du fond, ils présentent aussi des concentrations élevées en Chl-a. Cependant, ces concentrations peuvent être jusqu'à trois fois plus faibles que près de la surface. Il faut remarquer que deux valeurs de Chl-a sont présentées dans les résultats. La première, requise pour le calcul

de l'IQBP, est la Chl-a totale qui inclut les phéopigments⁶. La deuxième, correspondant à la Chl-a corrigée (sans les phéopigments), plus couramment utilisée pour l'évaluation du niveau trophique.

D'après les données relevées en août, le pH du lac est alcalin, particulièrement en surface. Lors de la campagne d'échantillonnage réalisée le 21 août, des valeurs maximales allant jusqu'à 9,26 ont été observées. La même journée, un profil de pH a été fait à la station B, montrant une diminution verticale.

Indice de qualité bactériologique et physicochimique du lac

De plus, l'IQBP a été calculé à partir de la médiane des résultats de MES, saturation en oxygène, phosphore total, coliformes fécaux, DBO5 et Chl-a. L'IQBP résultant, étant égal à de zéro, confirme que la qualité de l'eau du lac présente une très mauvaise qualité (classe E). À l'exception des coliformes fécaux, tous les autres descripteurs se situent dans la classe E (Tableau 9).

Tableau 9 : Sous-indices de qualité et IQBP calculés à partir des résultats de caractérisation du lac Baie d'Or

Descripteur de qualité	Sous-indices de qualité	IQBP retenu	Descripteur limitant	Classe
MES	1	0	Saturation en oxygène, DBO5, Chl-a	E
Sat. En oxygène	0			
PT	10			
C.F	100			
DBO5	0			
Chlorophylle-a totale	0			

⁶ Formes résultantes de la dégradation des pigments chlorophylliens [16]

4.3.2 Macrophytes

Nature des abords du lac

Le Lac Baie d'Or présente une bande riveraine⁷ aménagée, avec une ceinture de végétation d'une largeur moyenne comprise entre 2 et 4 m. Celle-ci est suivie par des surfaces gazonnées et imperméables, tels une piste cyclable, des routes d'accès, des stationnements et quelques constructions (Figure 28). Ainsi, environ 24% de la bande riveraine du lac est composée de surfaces imperméables, 23% d'une couverture végétale (arbres et d'arbustes), et 50% de surfaces gazonnées⁸. Le rivage ne présente pas des signes d'érosion à l'exception de quelques mètres près du barrage.

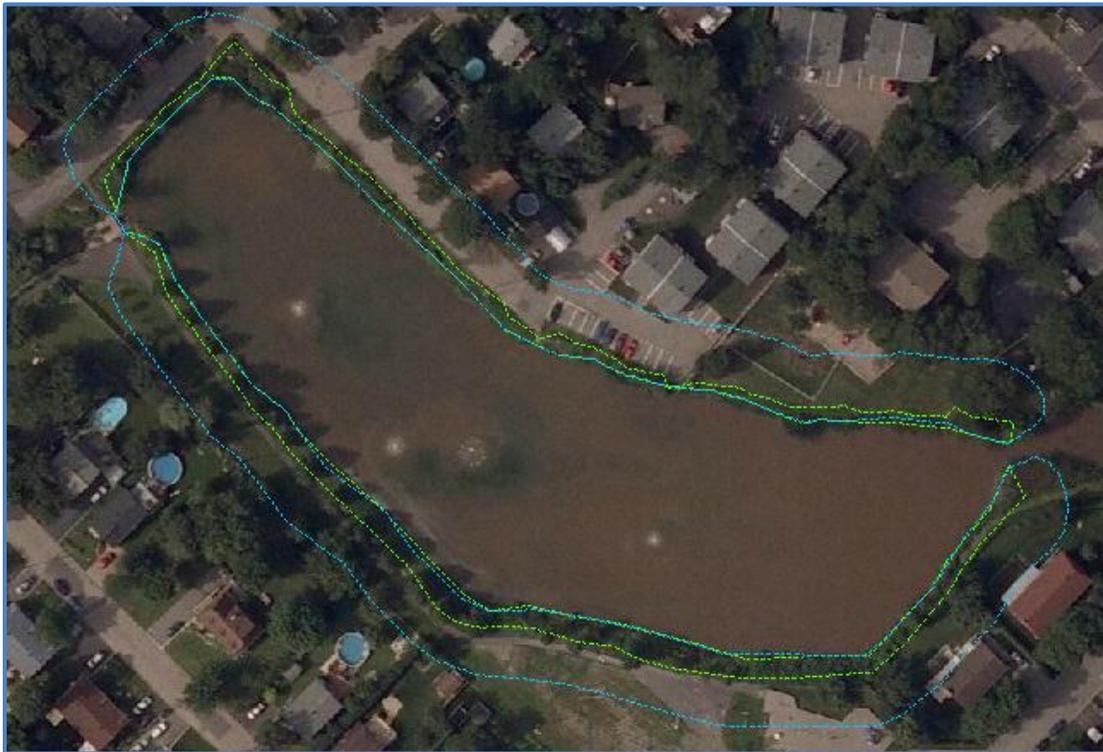


Figure 28 : Abords du lac Baie d'Or. En bleu : bande riveraine (calculé sur 15m à partir de la bordure du lac). En vert : ceinture végétation au tour du lac

⁷ Selon le protocole de caractérisation de la bande riveraine (2007) : «Zone qui ceinture le lac en partant du rivage, jusqu'à 15 mètres de distance vers l'intérieur des terres»

⁸ Calculs effectués à l'aide du logiciel ArcGIS 10.1, à partir des orthophotos (2011) fournies par la Ville de Lévis et des observations obtenues sur le terrain.

La végétation entourant le lac est de type ornemental, comprenant des arbustes, des graminées, des arbres et des vivaces. Dans certains cas, leur feuillage s'allonge par-dessus l'eau, générant de l'ombrage près de rives. Ceci a été particulièrement observé chez *Myrica baumier* (*Myrica gale L.*), l'un des arbustes les plus abondants, notamment dans les zones A, B et C (figure 29).

D'autres plantes retrouvées abondamment sur les rives se composent d'arbustes tels que *Rosa rugosa* (Rosier rugueux), de vivaces (par ex. *Impatiens capensis*) (figure 29), ainsi que de plusieurs graminées telles que le Roseau commun (*Phragmites sp.*), le Ruban de bergère (*Phalaris sp.*), et *Miscanthus sinensis*. Par ailleurs, des quenouilles (*Typha latifolia*) sont présentes autant sur la rive que sur la zone littorale.



Figure 29 : Ceinture riveraine du lac Baie d'Or. A : *Myrique gale L* (zone E) ; B : *Impatiens capensis* (zone B) ; C : Rosier rugueux (zone B) ; D : Ruban de bergère (zone A)

Caractérisation du milieu aquatique

Comme présenté au tableau 11, une faible visibilité est observée dans tous les sites, avec une transparence de Secchi moyenne de 0,23 m⁹. Les concentrations d'oxygène dissous sont élevées, allant jusqu'à 188,6% de saturation. Le pH était légèrement alcalin, allant de 7,27 à 8,77. Les valeurs les plus élevées ont été répertoriées près de l'entrée du lac. Ces résultats de pH se trouvent à l'intérieur des critères de qualité (6,5 à 9,0) pour la protection de la vie aquatique [14].

Caractérisation de plantes aquatiques

Le lac Baie d'Or montre une faible présence et diversité de plantes aquatiques en 2013. Aucun macrophyte submergé (hydrophyte) ni flottant n'a été observé lors de la campagne de terrain. Seules des plantes émergentes (hélrophytes) ont été répertoriées. Dans la zone pélagique, aucune plante aquatique n'a été constatée. Trois espèces de plantes émergentes ont été retrouvées : *Typha latifolia* (quenouille), *Juncus effesus* et *Butomus umbellatus* (Butome à ombelle). Elles recouvrent environ 1,5% de la surface totale du lac (tableau 10).

Des herbiers aquatiques de *T. latifolia* sont clairement établis dans certaines zones autour du lac. Cette Typhaceae est la plante aquatique la plus abondante, et recouvre 1,4% de la surface du lac. D'après des documents consultés au bureau de la Ville de Lévis, elle aurait été introduite lors de la mise en place du marais de filtration en 2004. Par ailleurs, quelques individus de *Juncus effesus* ont été observés à des endroits isolés dans la zone E, avec un pourcentage de recouvrement d'environ 0,02%. Concernant le Butome à ombelle, elle a été observée dans les zones B et D, où elle recouvre 0,03% de la superficie du lac. Bien que ce pourcentage soit faible, il est à noter qu'il s'agit d'une plante exotique envahissante [9].

Le tableau 8 montre les pourcentages de recouvrement relatif de différentes zones et de la surface totale du lac. Le côté sud du lac présente le plus bas pourcentage de recouvrement, tandis que le côté nord et est, près de l'entrée du lac, sont les plus colonisées.

⁹ Méthode de mesure au moyen du disque de Secchi.

Tableau 10 : Pourcentage moyen de recouvrement de macrophytes.

Zone d'étude	Aire (m ²)	Surface colonisée (m ²)*	<i>Pourcentage relatif de recouvrement</i>		
			<i>Butomus umbellatus</i>	<i>Typha latifolia</i>	<i>Juncus effesus</i>
A	227	4	Pas observé	100	Pas observé
B	196	9	22	78	Pas observé
C	107	45	2	98	Pas observé
D	220	60	2	99	Pas observé
E	263	47	Pas observé	96	4
Surface totale du lac*	11250	165	0,03	1,41	0,02

*Valeurs calculées à partir des données brutes recueillies sur le terrain.

Tableau 11 : Propriétés du milieu aquatique rencontrées lors de la campagne de caractérisation des macrophytes (27 août 2013)

	Site	Heure	Météo	Vent	Apparence du substrat[1]	Profondeur (m)	Température de l'eau (°C)	pH	Transparence (m)	% Sat. Oxygène	OD (mg/L)
A	2	9h15	Nuageux	Nul	Argileux	0,3	21,4	7,27	0,24	88,6	7,85
B	6	11h45	Nuageux	Nul	Argileux	0,3	21,5	7,31	0,25	85,3	7,67
C	10	12h30	Ensoleillé	Fort	Argileux	0,3	25,5	8,77	0,25	177,8	14,91
D	12	13h30	Ensoleillé	Fort	Argileux	0,3	24,2	8,57	0,21	188,6	15,73
E	16	14h45	Ensoleillé	Léger	Argileux	0,4	23,4	7,98	0,23	184,9	15,83
Zone pélagique	19	13h	Ensoleillé	Fort	Argileux	0,5	24,5	8,27	0,22	188,6	15,73
	20	13h50	Ensoleillé	Léger	Argileux	1,2	23	7,62	0,23	184,9	17,89
	21	14h19	Ensoleillé	Léger	Argileux	1,2	22,2	7,48	0,22	184,9	15,83



Figure 30 : *Typha latifolia*



Figure 31 : Herbier aquatique de *Typha latifolia* (zone C)



Figure 32 : *Butomus umbellatus* (zone B)



Figure 33 : *Juncus effesus* (zone E)

4.3.3 Phytoplancton

Les échantillons analysés présentent une faible biomasse et diversité phytoplanctonique. Les prélèvements de juin, juillet et août étaient dominés par du zooplancton, notamment des rotifères, alors que les espèces phytoplanctoniques les plus fréquentes étaient des Chlorophycées coccoïdes. Dans les échantillons du mois d'août et septembre, une plus grande abondance phytoplanctonique a été observée, cependant la diversité était encore faible. Des cyanobactéries du genre *Aphanizomenon sp.* ont été observées dans ces échantillons. Le tableau 28 en annexe présente les résultats de la caractérisation semi-quantitative des échantillons phytoplanctoniques.

5 DISCUSSION DE RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

Les objectifs définis pour ce premier mandat ont été atteints. Les données relatives à la charge externe, nécessaires pour la réalisation du deuxième mandat du projet, ont été récoltées. Ces données permettront d'établir l'apport relatif en nutriments provenant des milieux agricole et urbain grâce à la construction d'un modèle hydrologique pour le bassin versant du lac Baie d'Or. La caractérisation de l'eau des tributaires permettra de statuer sur la qualité de l'eau qui arrive au lac. Par ailleurs, la qualité de l'eau et des sédiments du lac a été déterminée ainsi que la structure thermique verticale, permettant de statuer sur l'état trophique du lac en 2013 et d'évaluer sommairement la charge interne en nutriments. L'interprétation des résultats issus de ce premier mandat sera présentée dans les sections suivantes.

5.1 Charge externe

Les travaux de terrain effectués en 2013 ont permis d'acquérir une banque de données représentative sur les niveaux et les débits associés à la charge externe. Lors du deuxième mandat du projet, ces débits seront utilisés pour déterminer la relation entre la hauteur d'eau et le débit associé à chaque station. Cette relation, donnée par le traçage des courbes de tarage, servira de base pour le calage du modèle hydrologique. Une fois le modèle hydrologique validé, la caractérisation de la charge externe permettra d'estimer l'apport relatif en phosphore et en matières en suspension provenant des milieux agricole et urbain.

Les données de niveau d'eau montrent que les deux ruisseaux drainant la zone agricole du bassin versant n'ont jamais été à sec durant l'année 2013. Cependant, ils ont atteint des niveaux assez faibles pendant l'été. Le débit de la branche 10 est régulé par un petit barrage en amont. Ainsi, en période d'étiage, l'écoulement d'eau est minimal et de faibles concentrations d'oxygène peuvent être observées, résultant de la stagnation de l'eau et de la dégradation de la matière organique présente. Ce barrage conduit à la formation d'un étang où plusieurs oiseaux semblent se nourrir pendant l'été. En plus des canards domestiques appartenant au propriétaire de la maison face au barrage, des canards sauvages ainsi que des hérons ont été observés dans cet étang et dans le lac.

Par ailleurs, il est à remarquer qu'un transport important de débris et de sédiments peut survenir dans les deux ruisseaux. Ce transport est principalement relié à des événements pluvieux de forte intensité. Dans la branche 18, ces débris s'accumulent sur la grille à l'entrée de la canalisation. Pour ce qui est de la branche 10, les débris transportés comportent du bois, des plaques en ciment et de gros cailloux. Plusieurs de ceux-ci pourraient provenir de l'empierrement du ponceau qui est détérioré, ainsi que des matériaux de construction déposés près des berges (figure 34).



Figure 34 : Débris observés à la branche 18 et ses alentours près de la station de jaugeage.

Les résultats d'analyse de la charge externe montrent que l'eau arrivant au lac présente une mauvaise qualité. Tel que mentionné dans la section des résultats, d'après l'IQBP, la qualité de l'eau se situe dans la catégorie E (ou D, sans tenir compte de la DBO_5), pour laquelle tous les usages risquent d'être compromis [12]. De façon générale, les principales problématiques sont reliées à l'exportation de quantités importantes de matières en suspension et de phosphore. En temps de pluie, des valeurs élevées de DBO_5 sont aussi observées dans tous les tributaires. La comparaison des résultats en temps sec et en temps de pluie met en évidence l'effet du lessivage des sols. Ainsi, des valeurs extrêmes en PT, MES, DBO_5 , coliformes fécaux et nitrates (dans la branche 18) ont été observées lors des événements de pluie.

Le phosphore et l'azote jouent un rôle essentiel dans la productivité des écosystèmes aquatiques. Le phosphore est reconnu comme l'élément limitant la productivité en eaux douces, en raison de sa faible disponibilité dans le milieu naturel par rapport aux besoins des organismes [5]. Ainsi, une augmentation de sa concentration peut accélérer le processus d'eutrophisation. Les concentrations en phosphore total retrouvées dans les tributaires du lac dépassent en tout temps le seuil de 0,03 mg/L, seuil permettant de limiter la prolifération d'algues et de plantes aquatiques (MDDEFP). Cette exportation de phosphore est notamment incriminée en période de crue. La concentration moyenne en phosphore total, transporté pendant les événements de pluie, atteint des valeurs jusqu'à quatre fois plus élevées que celles retrouvées en temps sec.

Le phosphore total est l'un des critères les plus utilisés pour évaluer la qualité de l'eau par rapport au risque d'eutrophisation. Cependant, le phosphore total comporte différentes formes inorganiques et organiques qui ne sont pas toutes biodisponibles. C'est pourquoi l'évaluation de la concentration en orthophosphates (SRP) permet de faire une meilleure évaluation de la charge en phosphore qui pourrait être directement assimilée par les producteurs primaires sans avoir à suivre de transformations chimiques. En temps sec, les ruisseaux montrent des concentrations plus élevées en SRP que l'eau en amont du lac. Ceci pourrait découler d'un effet de dilution lors du mélange avec l'eau provenant du réseau pluvial. D'un autre côté, cette différence de concentration en SRP pourrait aussi suggérer une activité primaire exploitant une partie du phosphore biodisponible avant qu'il n'arrive au lac. Des mesures supplémentaires de SRP sont nécessaires pour valider ces hypothèses.

D'autre part, en temps de pluie les concentrations en orthophosphates étaient élevées à tous les sites (et semblent augmenter au cours de l'évènement de pluie), suggérant une exportation massive de phosphore biodisponible vers le lac. Toutefois, les résultats indiquent que dans le cas du ruisseau sud (branche 18), le transport de phosphore en solution, représenté par le ratio SRP/PT, serait plus élevé en temps sec qu'en temps de pluie, contrairement aux deux autres sites. En temps de pluie, la diminution de ce ratio pourrait s'expliquer par un transport plus important de phosphore sous forme particulaire suite au lessivage des terres agricoles. En effet, les données démontrent une grande augmentation des MES en temps de pluie contrairement au temps sec.

Quant à l'azote total, les résultats montrent des concentrations supérieures à 1 mg N/L, principalement dans le prélèvement réalisé en amont du lac et dans la branche 18. D'après le MDDEP, une concentration au-delà du seuil de 1 mg N/L pourrait être associée à des problèmes de fertilisation dans le milieu. Cependant, il faut souligner que seul un prélèvement en temps sec a été effectué pour cette variable. L'azote dans l'eau peut se retrouver sous différentes formes incluant les nitrates (NO_3), les nitrites (NO_2) et l'azote ammoniacal (NH_4). Dans les échantillons collectés en temps de pluie, le NT n'a pas été mesuré directement, mais évalué à partir de la somme des nitrates, nitrites et de l'azote ammoniacal. Ainsi, les valeurs d'azote total dans ces échantillons étaient possiblement encore plus élevées. Les résultats révèlent des concentrations élevées en nitrates, notamment dans les échantillons de la branche 18. Cette forme d'azote inorganique est la plus fréquemment retrouvée dans les eaux de surface, mais sa concentration est normalement faible. Des valeurs élevées peuvent être causées par le lessivage des terres agricoles traitées avec des engrais azotés [5]. Des mesures supplémentaires devront être effectuées afin de déterminer la source de nitrates dans ce ruisseau.

Par ailleurs, les résultats démontrent que le lac Baie d'Or reçoit continuellement une charge appréciable de matières en suspension, particulièrement en provenance de la branche 10. Cette charge est incriminée par le ruissellement en temps de pluie. En temps sec, la branche 10 et l'eau en amont du lac semblent transporter plus d'éléments sous forme particulaire (MES), tandis que la branche 18 transporterait plus d'éléments en solution (nutriments).

Pour leur part, les résultats de l'analyse de la DBO_5 suggèrent que la charge externe comporte une quantité considérable de matière organique. La DBO_5 mesure la quantité d'oxygène requise

pour la dégradation de la matière organique (MO) contenue dans l'eau par l'action des microorganismes. Une DBO₅ élevée peut conduire à des conditions d'anoxie, dues à la dégradation de la matière organique, et favoriser les processus d'eutrophisation. En temps sec, cette charge en MO semble provenir du réseau pluvial plutôt que des ruisseaux, pour lesquels la DBO₅ était sous la limite de détection. Cependant, il est difficile de tirer des conclusions à cet égard, car seul un prélèvement a été effectué. Par contre, en temps de pluie la DBO₅ des ruisseaux atteint des valeurs élevées, comparables à celles observées à l'entrée du lac. Aucun prélèvement direct n'a été effectué des conduites pendant la pluie.

Du point de vue de la qualité bactériologique, les résultats d'analyse en temps sec n'ont pas montré de contamination fécale provenant du réseau pluvial. Cependant, des concentrations élevées de coliformes fécaux ont été retrouvées dans les échantillons de pluie aux trois sites étudiés. Ceux-ci sont des indicateurs de pollution fécale dont la source peut être humaine ou animale. Ainsi, des excréments animales transportées par le ruissellement de surface ou des branchements croisés peuvent être la cause de ce type de contamination. L'apport relatif en coliformes fécaux par le réseau pluvial en temps de pluie reste à établir.

Finalement, la moyenne des données obtenues en amont du lac (en temps sec) a été comparée aux résultats des analyses effectuées par les Laboratoires Shermont en 2010. Cette comparaison montre des valeurs du même ordre de grandeur pour les matières en suspension, le phosphore total et l'azote ammoniacal. Par contre, la DBO₅ mesurée en 2013 est deux fois plus élevée que celle de 2010. Quant aux coliformes fécaux, leur concentration a été remarquablement plus faible en 2013. Toutefois, il faut faire attention à l'interprétation de ces différences étant donné le nombre limité de données pour ces variables (DBO₅ et coliformes).

5.2 Charge interne

Les sédiments des lacs jouent un rôle déterminant dans le cycle du phosphore. Effectivement, différents processus responsables du stockage et de la mobilisation du phosphore ont lieu dans le lit des lacs [16]. L'intérêt de notre étude était d'évaluer le potentiel de relargage du phosphore contenu dans les sédiments vers la colonne d'eau. Ceci dans le but d'établir l'impact de la charge interne sur l'eutrophisation du lac. Il est important de noter que les mesures nécessaires pour établir un bilan complet de la charge interne et déterminer le relargage du phosphore sont

beaucoup plus complexes que celles effectuées dans la présente étude, c'est pourquoi nos résultats sont présentés à titre indicatif et comme une première estimation.

Les sédiments du lac Baie d'Or récoltés en 2013 présentent une concentration moyenne en phosphore de 1 330 mg/kg¹⁰. Dans la littérature il n'y a pas de critère de qualité par rapport au phosphore dans les sédiments. Cependant, tel que mentionné par Wetzel [13], la corrélation entre le contenu de phosphore stockée dans les sédiments et la productivité de la colonne d'eau est faible. En effet, l'influence de la charge interne sur la qualité de l'eau est déterminée par le degré de mobilisation du phosphore retenu dans les sédiments vers la colonne d'eau. Ce relargage dépend de plusieurs facteurs, tels que la capacité des sédiments de retenir le phosphore liée à ses caractéristiques géochimiques, les caractéristiques de la colonne d'eau (par ex. la présence de zones anoxiques au fond du lac), la turbulence, la suspension des sédiments, ou la décomposition de la matière organique ([17], [13]). Le dépôt et le stockage du phosphore dans les sédiments sont contrôlés par la formation de complexes chimiques avec des espèces minérales tels que le fer ou l'aluminium. Jensen et al. (1992) [18] mentionnent que le ratio Fe/P permettrait de donner un indice sur la capacité des sédiments de retenir le P. Ces auteurs ont montré que cette capacité augmente lorsque le ratio Fe/P est supérieur à 15. Cependant, cette rétention ne fonctionne que sous des conditions aérobies. De cette manière, le phosphore stocké dans les sédiments peut être libéré lorsque l'anoxie survient.

Un ratio moyen de Fe/P de 30 est obtenu pour les échantillons de sédiments récoltés dans le lac Baie d'Or en 2013. De plus, les profils d'oxygène dissous n'ont pas montré de conditions anoxiques près du fond. Ces résultats suggèrent que les sédiments auraient une bonne capacité de rétention du phosphore par la liaison avec le Fe. D'autre part, les mesures de SRP effectuées dans les échantillons de surface et de fond de la colonne d'eau, ainsi que le profil de SRP réalisé le 21 août, ne permettent pas d'affirmer qu'il existe du relargage de phosphore en provenance des sédiments. Ceci n'exclut pas le potentiel de ce processus de relargage de survenir dans les années à venir. Malgré ces résultats, il est important de souligner que la mobilisation du phosphore comporte des mécanismes complexes pouvant varier en fonction des caractéristiques du milieu et dans le temps. Certaines conditions observées au lac Baie d'Or, telles qu'un pH alcalin et la remise en suspension des sédiments, pourraient favoriser le relargage du phosphore.

¹⁰ Moyenne des échantillons prélevés près du centre et de l'exutoire du lac (stations B et C).

La remise en suspension des sédiments pourrait survenir suite à l'effet du vent, de l'activité des poissons et du mélange de la colonne d'eau résultant des variations de température. L'analyse granulométrique des sédiments montre que la couche supérieure (0 à 5 cm) de sédiments au fond du lac est composée principalement de particules fines, facilitant leur remise en suspension.

D'autre part, en comparant les concentrations des autres métaux et métalloïdes répertoriés par les Laboratoires Shermont en 2010, il semble y avoir une augmentation du contenu en zinc et en chrome dans les sédiments en 2013. Contrairement aux résultats de 2010, la concentration moyenne en Zn dépasse la CSE, cependant elle est encore inférieure à la concentration d'effets occasionnels (CEO), ce qui suggère une faible probabilité d'observer des effets néfastes sur les organismes. D'ailleurs, le chrome montre une concentration moyenne au-delà de la CEO mais sans dépasser la CEP. Ainsi une augmentation de plus de 100 %¹¹ est constatée par rapport à 2010. Dans cette plage de valeurs, des effets biologiques sont parfois observés (tableau 20). En raison de ce qui précède, il serait recommandé d'effectuer un suivi afin d'identifier la source de ces éléments. En ce qui concerne la gestion des sédiments de dragage, ceux-ci ne pourraient être déposés ailleurs en eau libre que si des tests supplémentaires sont effectués afin d'éviter la détérioration du milieu récepteur [15]. De plus, dans l'éventualité où des travaux de dragage seraient effectués, la gestion de sédiments devrait être réalisée conformément à la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés. En effet, la concentration en Zn dépasse la teneur de fond (limite A) défini pour la région des Appalaches (130 mg/kg) à l'annexe 2 de cette politique. Ainsi, certaines restrictions minimales d'utilisation sont applicables à ces sédiments. Les options de gestion sont décrites au tableau 2 « Grille de gestion des sols contaminés excavés intérimaire » de la Politique de protection de sols.

¹¹En comparant la moyenne des concentrations retrouvées dans les sédiments du lac en 2010 versus celle de notre étude.

5.3 Qualité de l'eau du lac

Selon la classification proposée par le MDDEFP (figure 35), le lac Baie d'Or présente les caractéristiques propres à un lac hypereutrophe. De plus, concernant l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique, le lac Baie d'Or est classé E « Eau de très mauvaise qualité », ce qui signifie que tous les usages risquent d'être compromis. Les descripteurs limitants de la qualité de l'eau sont le phosphore total, les matières en suspension, la DBO₅ et la chlorophylle-a. À partir des résultats sur la charge externe arrivant au lac (site 1), il est possible de confirmer que la problématique de qualité de l'eau résulte d'une accumulation démesurée d'éléments nutritifs et de matières en suspension provenant du bassin versant.

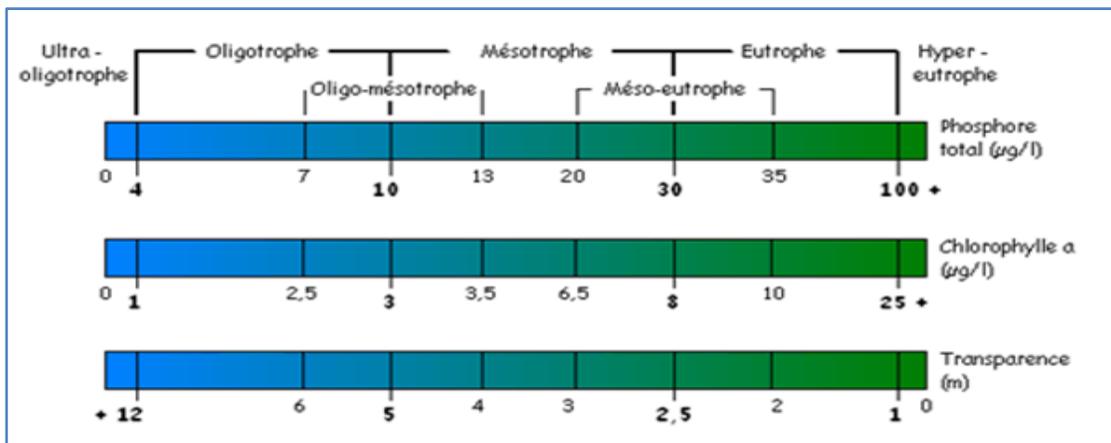


Figure 35 : Classification trophique des lacs (source : site internet MDDEFP (janvier 2014): <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm>)

Concernant les MES, elles arrivent au lac comme résultat du lessivage des sols, particulièrement lors des événements de pluie. Les résultats de l'analyse des matières volatiles en suspension (MVES) montrent qu'en moyenne plus de 30% de MES sont d'origine organique, ce qui corrobore les résultats de DBO₅ dans les échantillons du lac et de l'eau arrivant en amont. Au lac Baie d'Or, la teneur élevée en MES génère une turbidité importante en plus de la couleur brunâtre de l'eau. Malgré sa faible profondeur, le lac Baie d'Or présente une stratification thermique diurne bien marquée. Celle-ci pourrait être associée au contenu élevé en MES ainsi qu'en matière organique dissoute (moyenne : 11 mg/L de COD) qui limitent tous deux la

pénétration de la lumière et conduisent à l'absorption de l'énergie près de la surface [16]. La faible surface du lac (fetch) limite également l'action du vent à générer le mélange, qui survient alors surtout la nuit par échange thermique.

Le lac Baie d'Or montre des concentrations en azote total et en phosphore total très élevées, le PT pouvant dépasser dix fois la limite spécifiée par le MDDEFP. De tels niveaux peuvent promouvoir le développement des producteurs primaires (phytoplancton et plantes aquatiques) et ainsi le processus d'eutrophisation.

Pour ce qui est de l'azote total, la concentration était très variable, montrant toutefois une tendance décroissante au cours de l'été. Des valeurs très élevées ont été observées le 13 juin. Lors de cette campagne d'échantillonnage, les concentrations maximales en MES et SRP ont été aussi répertoriées. Grâce aux données météorologiques et aux courbes de niveau d'eau, il est possible d'établir que la pluie survenue les jours précédant cette première campagne d'échantillonnage sont la cause de cette augmentation des nutriments et des MES dans le lac le 13 juin, charge transportée par le ruissellement (figure 36).

En 2013, les résultats de chlorophylle-a révèlent une prolifération abondante de phytoplancton, mais peu de macrophytes contrairement à certaines autres années. La caractérisation du phytoplancton a montré une faible diversité d'espèces, ainsi que la présence de cyanobactéries du genre *Aphanizomenon sp.*. D'après Hutchinson (1967), cette algue filamenteuse est associée à des milieux eutrophes et des eaux alcalines. Une supersaturation en oxygène a été retrouvée de juillet à octobre, fort probablement causée par l'activité photosynthétique de cette biomasse planctonique. Cette photosynthèse conduit aussi à l'augmentation du pH résultant de la diminution du gaz carbonique puisé par les algues. Il est à noter qu'une grande variabilité des valeurs en pH a été observée entre les résultats du 21 et du 27 août. Toutefois, les valeurs d'oxygène dissous variaient également entre ces 2 dates, suggérant une activité photosynthétique plus faible le 27 août. Lors de cette journée, les pH plus basiques étaient retrouvés près des herbiers aquatiques de *T. Latipholia*. Hade [16] mentionne que dans le cas de lacs très chargés en algues, les variations de pH peuvent être observées même à une échelle journalière.

Le lac Baie d'Or montre des conditions favorables au développement des plantes aquatiques, soient ses concentrations élevées en nutriments et sa faible profondeur. Néanmoins, le pourcentage de recouvrement observé pendant l'été 2013 n'était pas très élevé. L'absence de

macrophytes submergées pourrait être expliquée par la forte turbidité de l'eau cette année-là, qui réduit la pénétration de la lumière, un facteur limitant pour la photosynthèse des macrophytes submergées. Cependant, la prolifération des macrophytes émergentes est un aspect à surveiller, particulièrement les espèces exotiques envahissantes (par ex. Butome à ombelle). Les macrophytes émergentes peuvent se développer autant dans des zones submergées que dans des sols saturés, là où la nappe phréatique se trouve à faible profondeur (environ 0,5 m sous la surface du sol) [13]. Ceci représente un avantage pour ces plantes, tel qu'observé chez les quenouilles et chez plusieurs espèces de graminées couramment retrouvées au lac Baie d'Or (par ex. *Phragmites* sp.). En 2005, des travaux de faucardage ont été effectués pour enlever les plantes aquatiques qui colonisaient le lac¹². Néanmoins, il n'existe pas d'information supplémentaire par rapport aux espèces ni à la quantité de plantes qui ont été enlevées.

¹² Dossier du lac Baie d'Or, Direction de l'environnement, Ville de Lévis

ANNEXES

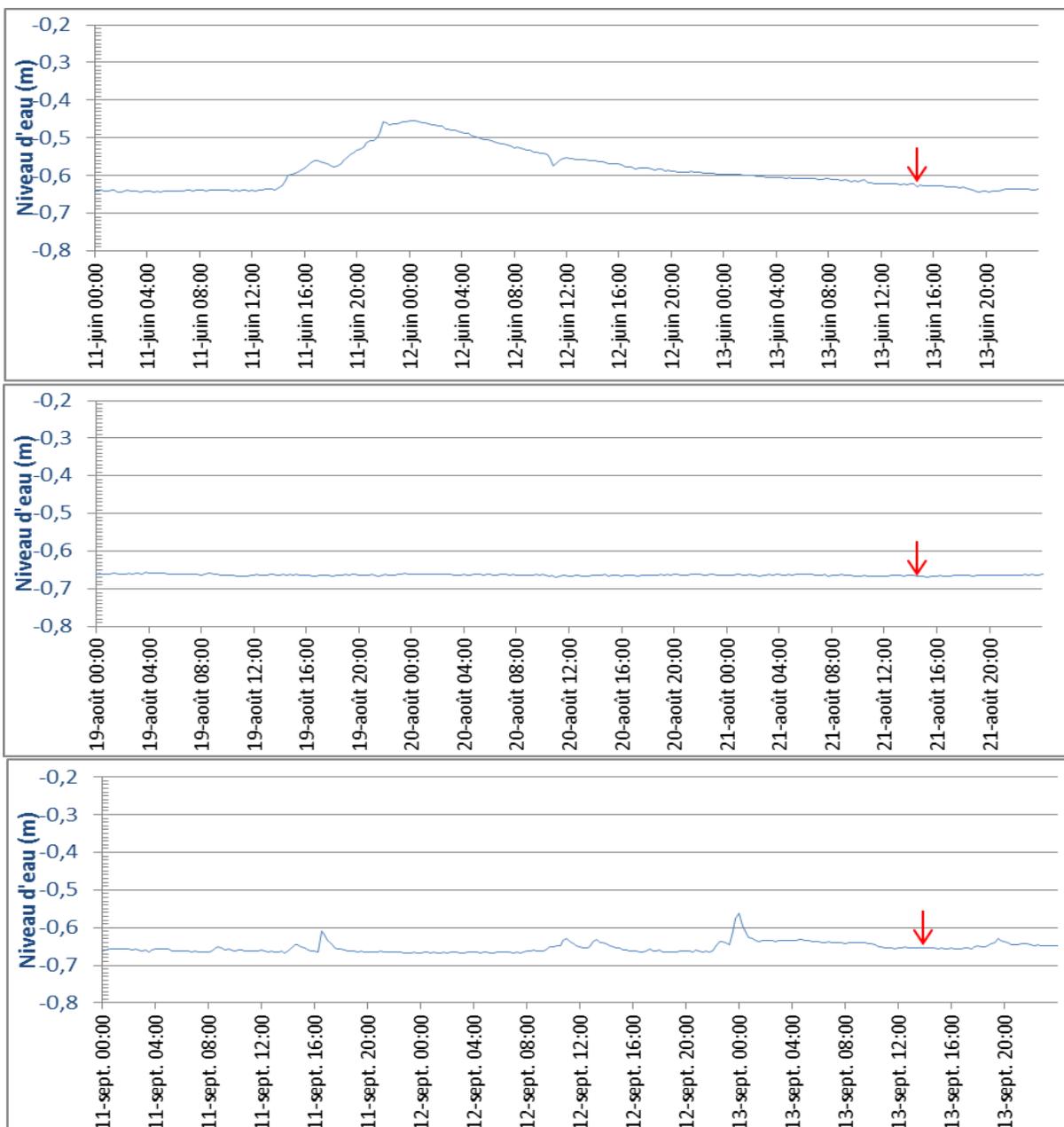


Figure 36 : Niveaux d'eau enregistrés à la station 1 (amont du lac), dans les jours précédant les campagnes d'échantillonnage du lac. La flèche rouge indique le moment près où les prélèvements ont été effectués.

Tableau 12 : Quelques statistiques du niveau d'eau 2013

Station 1 :	Amont du lac								
	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov.	Total
n	1938	2976	2880	2976	2976	2880	2976	1404	21006
Maximum	-0,431	0,161	-0,018	-0,407	-0,544	-0,487	-0,424	-0,417	0,161
Minimum	-0,677	-0,685	-0,684	-0,689	-0,680	-0,670	-0,665	-0,661	-0,689
Moyenne	-0,566	-0,601	-0,629	-0,651	-0,655	-0,638	-0,625	-0,602	-0,625
D95	-0,498	-0,497	-0,530	-0,557	-0,602	-0,580	-0,559	-0,505	-0,529
Mediane	-0,567	-0,621	-0,646	-0,662	-0,662	-0,646	-0,641	-0,616	-0,642
Écart-type	0,030	0,047	0,037	0,027	0,015	0,021	0,030	0,032	0,038

Station 2 :	Branche 10								
	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov.	Total
n	2144	2975	2880	2976	2976	2880	2975	1396	21202
Maximum	-0,328	0,220	0,008	-0,153	-0,347	-0,460	-0,317	-0,307	0,220
Minimum	-0,631	-0,661	-0,666	-0,672	-0,675	-0,672	-0,670	-0,670	-0,675
Moyenne	-0,519	-0,580	-0,616	-0,642	-0,655	-0,648	-0,645	-0,614	-0,618
D95	-0,399	-0,364	-0,483	-0,544	-0,605	-0,580	-0,595	-0,475	-0,463
Mediane	-0,521	-0,616	-0,640	-0,659	-0,663	-0,661	-0,653	-0,632	-0,647
Écart-type	0,054	0,068	0,041	0,028	0,015	0,020	0,019	0,039	0,049

Station 3 :	Branche 18								
	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov.	Total
n	1480	2976	2880	2975	2975	2880	2975	1413	20554
Maximum	-0,290	1,371	0,332	0,283	-0,256	-0,221	0,073	0,083	1,371
Minimum	-0,616	-0,579	-0,593	-0,616	-0,614	-0,611	-0,610	-0,569	-0,616
Moyenne	-0,495	-0,451	-0,510	-0,550	-0,575	-0,556	-0,553	-0,481	-0,526
D95	-0,345	-0,078	-0,294	-0,413	-0,480	-0,452	-0,459	-0,213	-0,348
Mediane	-0,501	-0,513	-0,546	-0,576	-0,590	-0,578	-0,575	-0,517	-0,555
Écart-type	0,059	0,111	0,069	0,049	0,029	0,039	0,045	0,069	0,064

Station 4 :	Exutoire								
	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov.	Total
n	1472	2975	2880	2976	2974	2880	2975	1896	21028
Maximum	-0,237	0,493	0,317	-0,076	-0,236	-0,288	-0,309	-0,184	0,493
Minimum	-0,906	-0,949	-0,404	-0,423	-0,433	-0,432	-0,948	-0,953	-0,953
Moyenne	-0,701	-0,594	-0,370	-0,395	-0,410	-0,408	-0,569	-0,850	-0,511
D95	-0,315	-0,194	-0,281	-0,333	-0,373	-0,364	-0,390	-0,414	-0,319
Mediane	-0,745	-0,426	-0,386	-0,405	-0,415	-0,415	-0,420	-0,902	-0,414
Écart-type	0,140	0,281	0,027	0,020	0,011	0,014	0,210	0,092	0,179

Tableau 13 : Quelques statistiques des données de température

Station 1 :	Amont du lac								
	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov.	Total
n	2142	2973	2877	2973	2974	2878	2973	1396	21186
Maximum	10,063	18,711	17,665	23,292	18,331	17,475	15,378	10,651	23,292
Minimum	0,453	6,370	11,236	13,846	14,325	11,819	4,623	3,578	0,453
Moyenne	2,894	10,423	13,169	16,335	16,509	14,496	10,949	6,276	12,073
D95	8,082	13,269	15,091	19,662	17,379	16,427	14,421	8,481	17,189
Médiane	1,439	10,259	13,076	16,046	16,618	14,517	12,110	5,962	13,076
Écart-type	2,232	1,267	0,756	1,157	0,535	0,962	2,387	0,944	3,602

Station 2 :	Branche 10								
	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov.	Total
n	2141	2976	2880	2976	2976	2880	2976	1404	21209
Maximum	10,357	18,045	18,996	22,142	21,378	18,045	14,804	9,077	22,142
Minimum	0,010	6,775	11,625	14,900	14,709	11,819	4,623	2,517	0,010
Moyenne	2,278	11,190	14,216	18,705	17,631	14,072	10,127	4,678	12,471
D95	8,282	14,709	17,760	20,710	19,187	16,999	13,654	7,983	19,472
Médiane	0,563	11,139	13,846	18,901	17,855	13,942	11,139	4,311	13,365
Écart-type	2,493	1,698	1,220	1,127	0,930	1,066	2,227	1,356	4,268

Station 3 :	Branche 18								
	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov.	Total
n	1480	2976	2879	2972	2974	2880	2972	1412	20545
Maximum	14,230	19,662	19,472	23,100	18,901	16,808	13,365	9,768	23,100
Minimum	0,121	5,552	10,357	13,365	13,269	9,176	3,261	1,330	0,121
Moyenne	3,581	11,368	13,325	17,602	16,173	12,711	8,511	3,730	11,929
D95	9,768	17,189	16,713	20,562	18,140	15,378	11,819	7,582	18,521
Médiane	2,943	11,041	12,787	17,760	16,332	12,594	9,176	3,049	12,497
Écart-type	2,319	2,301	1,361	1,463	1,035	1,344	1,982	1,646	3,881

Station 4 :	Exutoire								
	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov.	Total
n	1470	2974	2880	2972	2971	2879	2973	1894	21013
Maximum	11,625	19,282	23,196	27,173	23,196	21,664	16,237	8,082	27,173
Minimum	0,453	7,179	13,365	15,664	16,808	13,269	4,207	2,195	0,453
Moyenne	4,643	12,754	16,736	22,448	20,816	16,104	11,276	4,753	14,772
D95	10,313	17,127	21,473	25,902	22,812	19,958	15,951	7,782	23,773
Médiane	4,623	12,787	16,332	22,238	21,187	16,046	12,497	4,623	15,378
Écart-type	2,879	2,128	1,733	1,894	1,269	1,232	2,975	1,255	4,972

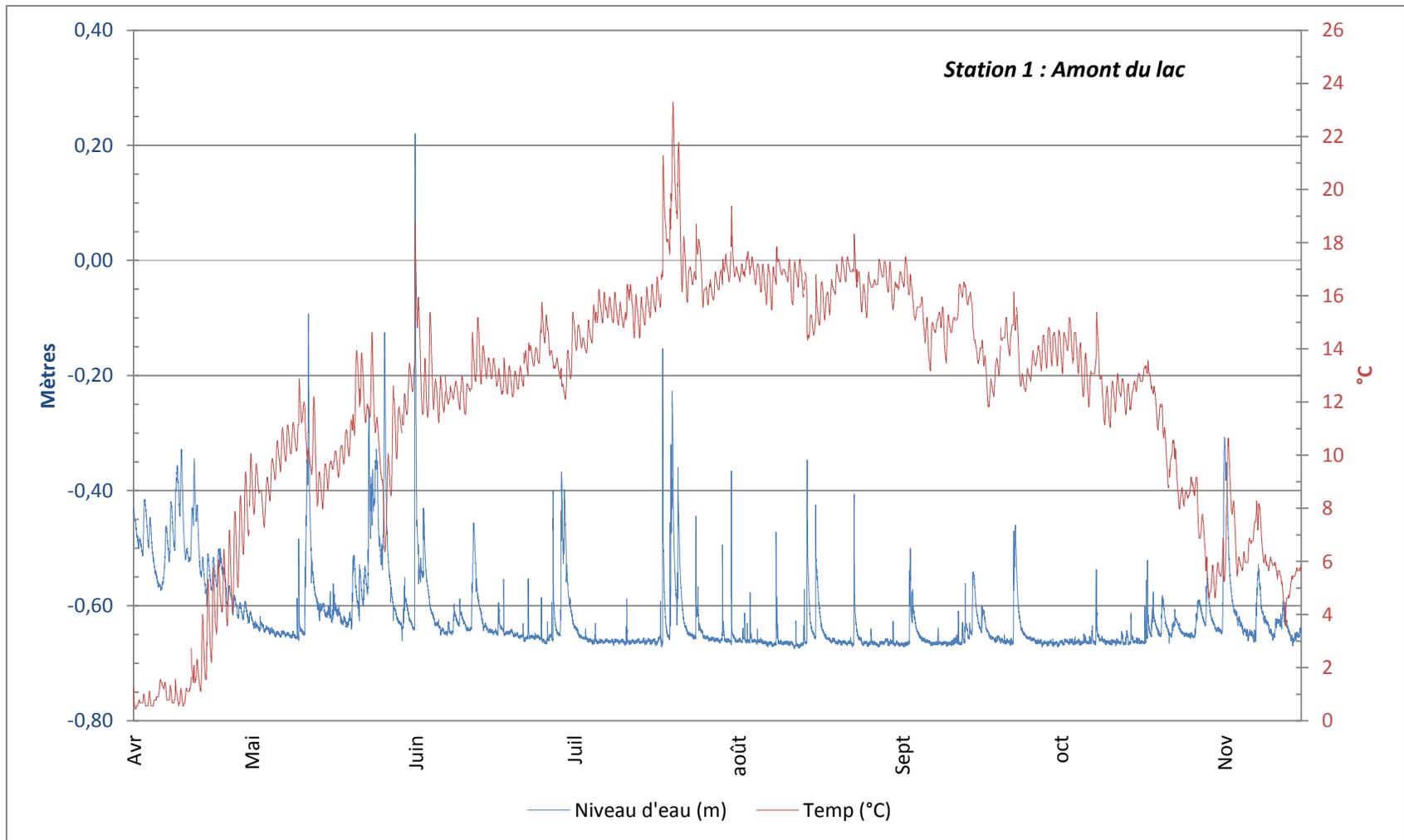


Figure 37 : Niveau d'eau et température à la station 1

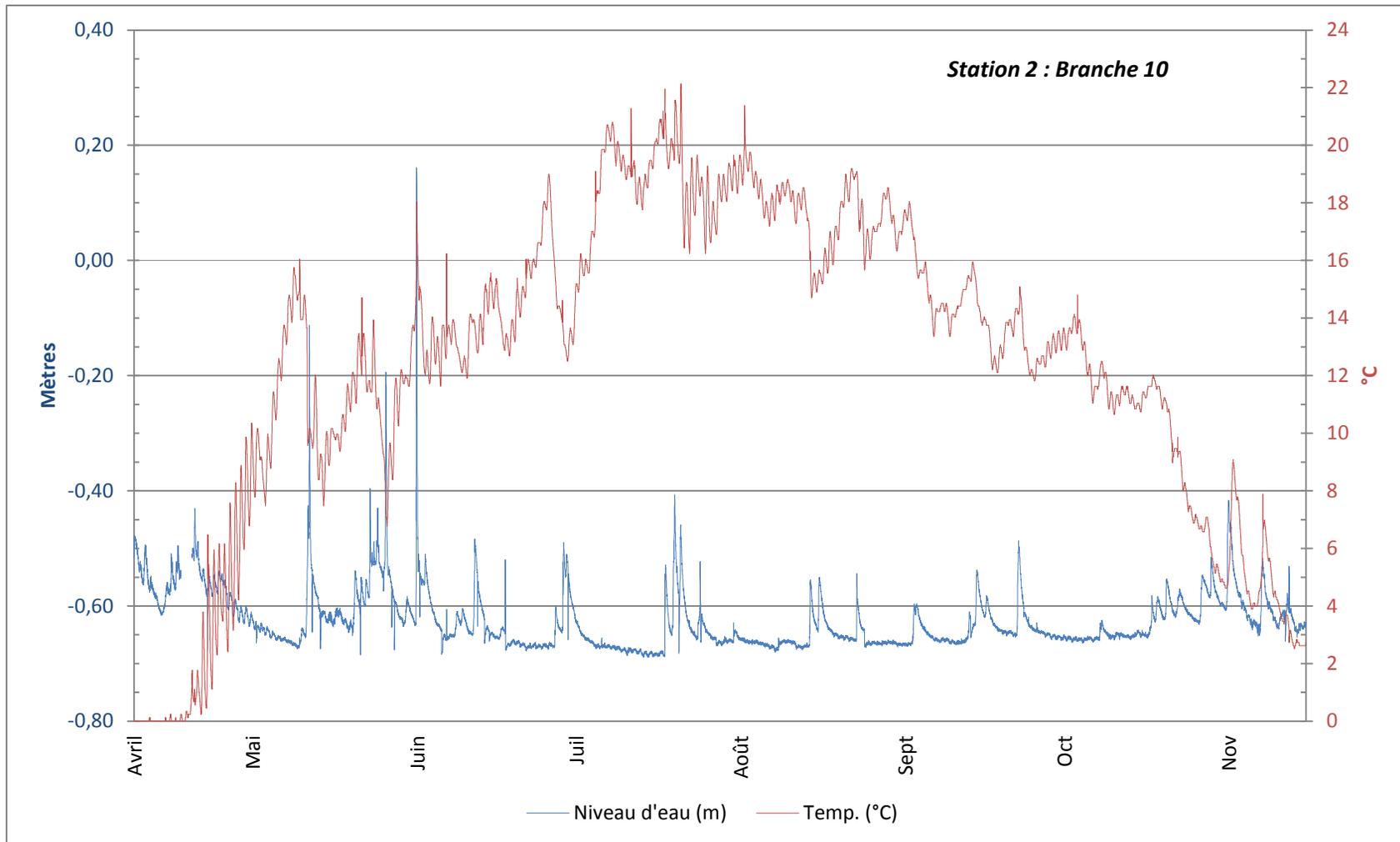


Figure 38 : Niveau d'eau et température à la station 2

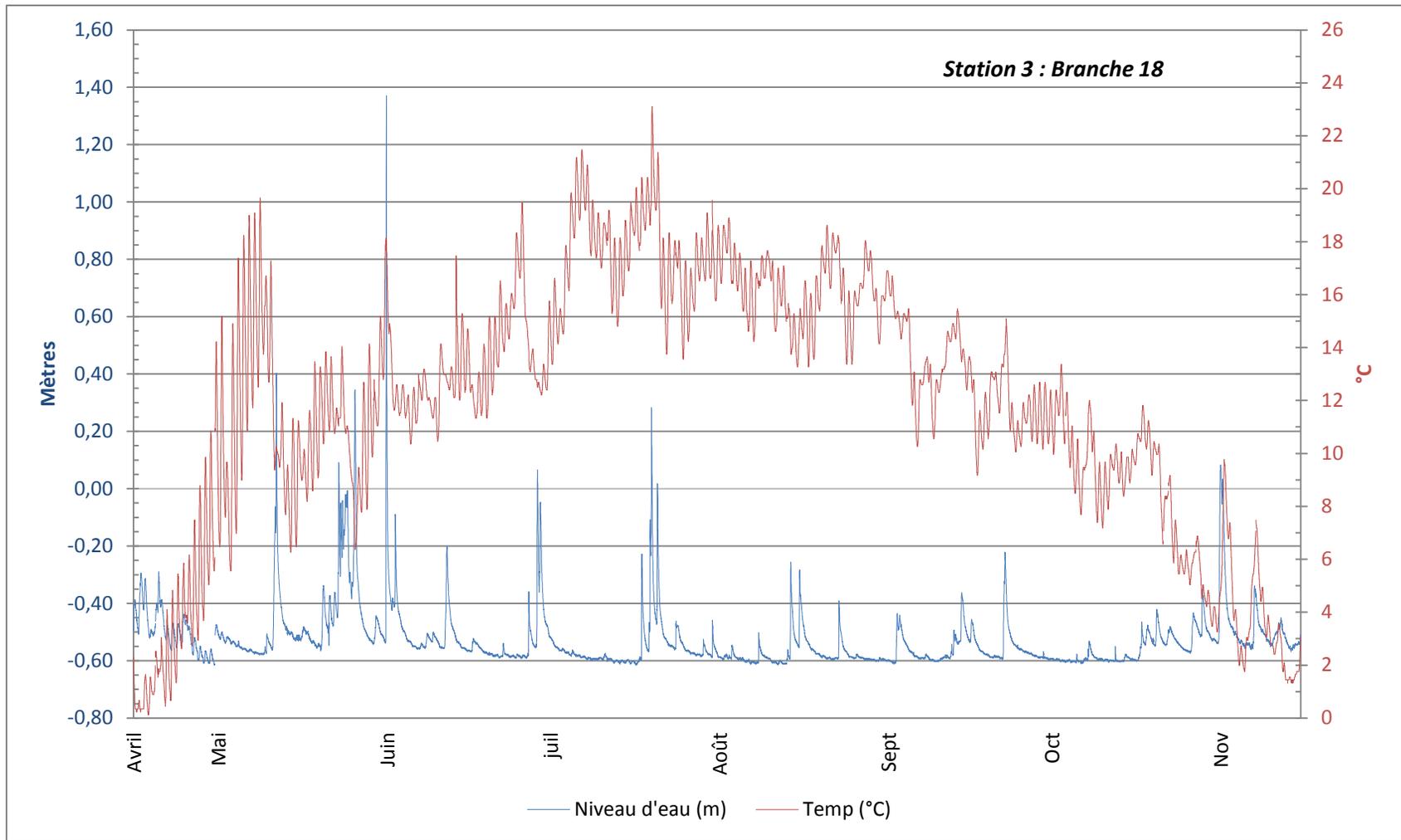


Figure 39 : Niveau d'eau et température à la station 3

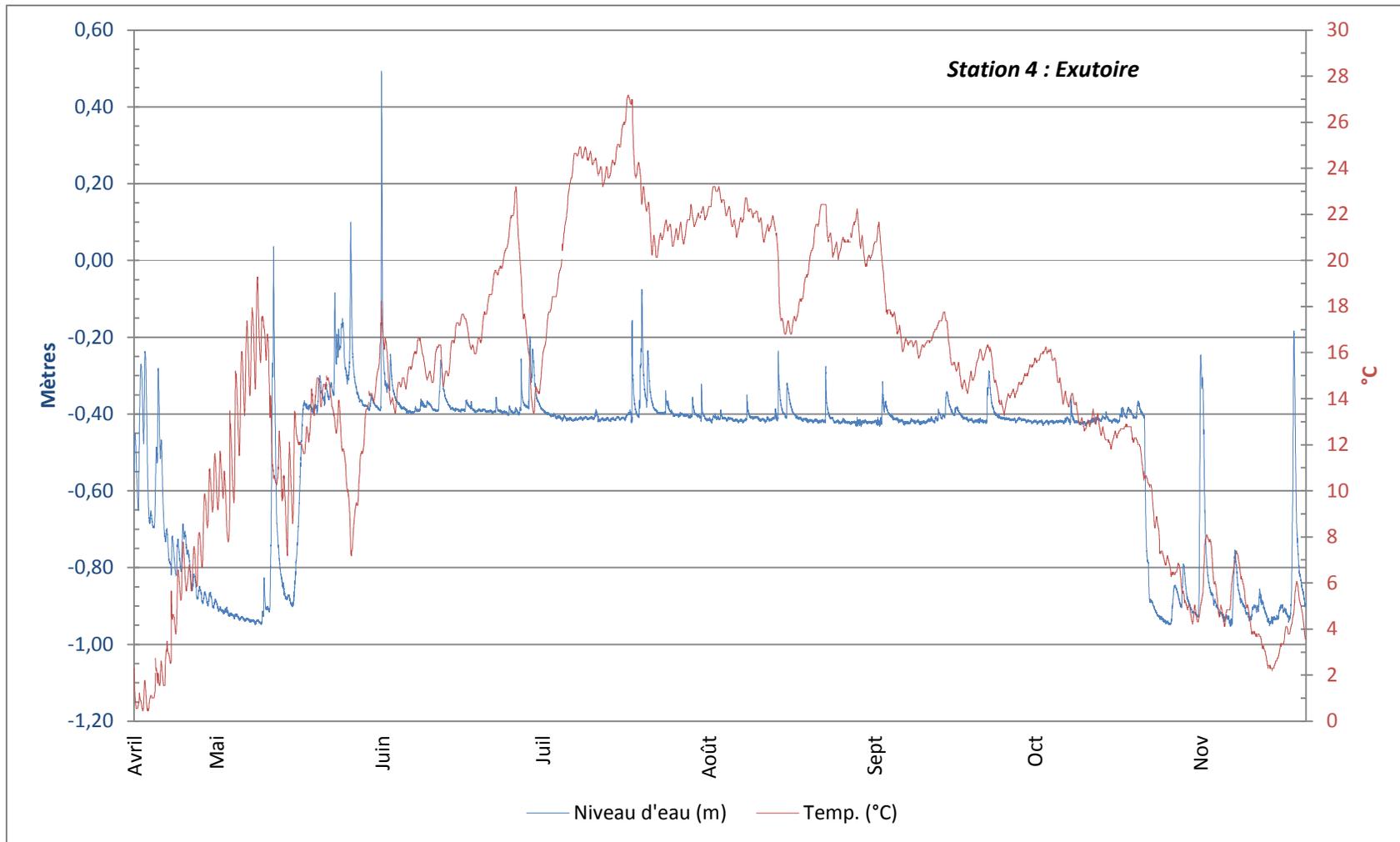


Figure 40 : Niveau d'eau et température à la station 4

Tableau 14 : Débits mesurés pendant l'année 2013 pour les tributaires du lac Baie d'Or

Site de mesure	N°	Date	Heure	Débit (m ³ /s)	Incertitude sur le débit
Station 1 : Amont du lac	1	22-04-13	10h15	0,037	0,018
	2	03-05-13	9h54	0,021	0,015
	3	11-05-13	12h45	1,258	0,050
	4	21-05-13	10h08	0,102	0,019
	5	29-05-13	10h47	0,020	0,014
	6	13-06-13	10h49	0,030	0,017
	7	21-06-13	10h56	0,012	0,014
	8	14-08-13	13h09	0,061	0,018
	9	23-08-13	10h46	0,021	0,016
	10	22-09-13	11h52	0,421	0,030
	11	22-10-13	11h10	0,022	0,016
Station 2 : Branche 10	1	22-04-13	13h48	0,066	0,005
	2	2013-04-22 (2)	13h22	0,035	0,003
	3	03-05-13	11h27	0,006	0,002
	4	21-05-13	15h03	0,087	0,009
	5	13-06-13	11h30	0,018	0,002
	6	21-06-13	13h27	0,002	0,001
	7	14-08-13	12h11	0,030	0,004
	8	22-09-13	9h19	0,130	0,012
	9	22-09-13(2)	14h02	0,151	0,013
	10	21_10	9h48	0,008	0,002
	11	22_10	13h10	0,015	0,002
	12	07_11	9h39	0,088	0,008
	13	12_11	10h05	0,073	0,006
	14	18_11	8h10	0,521	0,015
	15	18 11 (2)	11h26	0,845	0,031
Station 3 : Branche 18	1	30-04-13	11h30	0,006	0,002
	2	09-05-13	11h11	<0,001	0,000
	3	11-05-13	14h11	0,344	0,024
	4	29-05-13	15h17	0,004	0,001
	5	13-06-13	16h52	0,003	0,001
	6	21-06-13	12h34	<0,001	0,000
	7	14-08-13	10h59	0,034	0,005
	8	14-08-13(2)	15h57	0,012	0,002

	9	23-08-13	9h45	0,010	0,002
	10	22-09-13	10h53	0,157	0,016
	11	22-09-13 (2)	12h58	0,123	0,012
	12	21-10-13	8h45	0,006	0,001
	13	22-10-13	10h07	0,012	0,002
	14	07-11-13	10h28	0,060	0,006
	15	18-11-13	9h54	0,437	0,022
	16	2013-11-18 (2)	10h36	0,581	0,021
	17	2013-11-18 (3)	12h40	0,430	0,019
	1	22-04-13	15h08	0,120	0,008
	2	03-05-13	13h39	0,013	0,002
	3	03-05-13(2)	14h39	0,016	0,003
Station 4 : Exutoire du lac	4	21-05-13	14h03	0,219	0,018
	5	29-05-13	14h19	0,026	0,003
	6	21-06-13	14h05	0,008	0,002
	7	23-08-13	11h50	0,022	0,004
	8	21-10-13	10h44	0,019	0,003

Tableau 15 : Critères de qualité pour l'eau de surface

Classes et descripteurs de la qualité de l'eau selon IQBR[12]									
Classe (IQBP)	% saturation en oxygène	PT (µg/L)	NH4 (mg/L)	NO2 et NO3 (mg/L)	MES (mg/L)	C.F. ³ (UFC/100ml)	DBO ₅ (mg/L)	Chl-a totale (µg/L) ⁵	Description
A (80-100)	88-124	≤ 30	≤0,23	≤ 0,5	≤ 6	≤ 200	≤ 1,7	≤ 5,7	Eau de bonne qualité permettant généralement tous les usages, y compris la baignade
B (60-79)	80- 87 ou 125-130	31-50	0,24-0,5	0,51 - 1	7 – 13	201 - 1000	1,8 – 3,0	5,71-8,6	Eau de qualité satisfaisante permettant généralement la plupart des usages
C (40-59)	70 – 79 ou 131-140	51-100	0,51-0,9	1,01 - 2	14 – 24	1001 - 2000	3,1 – 4,3	8,61-11,1	Eau de qualité douteuse, certains usages risquent d'être compromis
D (20-39)	55-69 ou 141-150	101-200	0,91 – 1,5	2,01 - 5	25 - 41	2001 - 3500	4,4 – 5,9	11,11-13,9	Eau de mauvaise qualité, la plupart des usages risquent d'être compromis
E (0-19)	<55 ou >150	>200	> 1,5	> 5	> 41	> 3501	> 5,9	>13,9	Eau de très mauvaise qualité, tous les usages risquent d'être compromis

Critères de qualité pour la protection de la vie aquatique et des activités récréatives et d'esthétique (MDDEFP, 2013) [14]									
	% saturation en oxygène	PT (µg/L)	NO3 (mg/L)	NO2 (mg/L)	C.F. (UFC/100ml)	DBO5 (mg/L)	Chl-a	Commentaires	
CVAC ¹	>54*	30	2,9	0,02	S.O.	3	S.O.	Commentaires : les critères des MES et le	
CARE ²	S.O.	30	S.O.	S.O.	1000 ⁴	S.O.	S.O.	NH ₄ ne seront comparés qu'à ceux de l'IQRB.	

¹CVAC : critère pour la protection de la vie aquatique (effet chronique). ²PAR : critère pour la protection des activités récréatives et de l'esthétique.

³Coliformes fécaux. * Saturation minimale à 15°C (équivalent à une concentration de 6 mg/L). ⁴ Limite pour les activités récréatives sans contact direct.

⁵La chlorophylle-a total inclut les phéopigments.

Tableau 16 : Résultats d'analyses des échantillons collectés pendant la fonte

	Site	Date	Heure	T° (°C)	%OD	OD (mg/L)	MES (mg/L)	MVES (mg/L)	Matière solide fixée (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NT (mgN/L)	NH4 (mgN/L)	NO3 (mgN/L)	NO2 (mgN/L)	C.F. (UFC/100 mL)	DBO5 (mg/L)
Échantillon	Limite de détection			0,1	0,1	0,01	1	1	1	1	0,5	0,02	0,01	0,005*	0,006*	1	3mg/L
BDOF-01	Site 1	12-avr	12:35	1,0	83,5	12,10	26,4	4,5	21,9	204							
BDOF-02	Site 2	12-avr	12:50	-0,20	81,8	11,99	45,7	5,8	39,9	268							
BDOF-03	Site 3	12-avr	13:31	0,60	101,0	12,71	15,0	2,6	12,4	44							
BDOF-05	Site 1	19-avr	13:48	3	89,5	12,08	57,6	7,6	49,9	151							
BDOF-06	Site 2	19-avr	14:53	1,4	88,8	12,52	54,2	6,6	47,6	207,8							
BDOF-07	Site 3	19-avr	13h10	2,6	89,7	12,22	41,5	5,5	36,0	83,6							

* L'équivalent en mg N/L à été calculé à partir des résultats et de la limite de détection, fournis en mg/L de NOx.

Tableau 17 : Résultats d'analyse des échantillons collectés en temps sec

	Site	Date	Heure	T° (°C)	%OD	OD (mg/L)	MES (mg/L)	MVES (mg/L)	Matière solide fixée (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NT (mgN/L)	NH4 (mgN/L)	NO3 (mgN/L)	NO2 (mgN/L)	C.F. (UFC/100 mL)	DBO5 (mg/L)
Échantillon	Limite de détection			0,1	0,1	0,01	1	1	1	1	0,5	0,02	0,01	0,005*	0,006*	1	3mg/L*
BDOR-08	Site 1	13-mai	11:59	7,6	88,5	10,5	21	8	13	190							
BDOR-09	Site 1 (A)	13-mai	12:07	7,7	87,4	10,42	26	9	17	244							
BDOR-10	Site 2	13-mai	12:49	8,1	90,7	10,77	27	7	19	197							
BDOR-11	Site 3	13-mai	12:34	8,3	87,8	10,35	18	4	13	60							
BDOR-32	Site 1	06-juin	15:07	14,2	93,0	9,54	24	4	20	58							
BDOR-33	Site 1 (A)	06-juin	14:45	12,7	88,6	9,4	31	5	25	92							
BDOR-34	Site 2	06-juin	14:16	15,8	83,5	8,24	60	8	52	123							
BDOR-35	Site 3	06-juin	13:45	15,9	104,3	10,31	4	2	2	36							

(Suite) Tableau 17

	Site	Date	Heure	T° (°C)	%OD	OD (mg/L)	MES (mg/L)	MVES (mg/L)	Matière solide fixée (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NT (mgN/L)	NH4 (mgN/L)	NO3 (mgN/L)	NO2 (mgN/L)	C.F. (UFC/100 mL)	DBO5 (mg/L)
Échantillon	Limite de détection			0,1	0,1	0,01	1	1	1	1	0,5	0,02	0,01	0,005*	0,006*	1	3mg/L*
BDOR-36	Site 1	17-juin	14:00	13,3	83,3	8,73	23	11	12	191							
BDOR-37	Site 1 (A)	17-juin	14:07	13,2	79,5	8,37	29	13	17	216							
BDOR-38	Site 2	17-juin	14:41	13,4	77,7	8,12	138	23	115	136							
BDOR-39	Site 3	17-juin	14:26	13,5	106,1	11,07	10	4	6	61							
BDOR-60	Site 1	04-juil	14:14	17,6	79,9	7,64	17	6	11	71							
BDOR-61	Site 1 (A)	04-juil	14:18	20,1	93,5	8,49	28	8	20	73							
BDOR-62	Site 2	04-juil	14:29	23,7	89,3	8,8	43	9	34	131							
BDOR-63	Site 3	04-juil	16:04	21,9	67,8	5,91	8	2	5	36							
BDOR-64	Site 1	17-juil	11:48	17,7	62,5	5,95	59	15	44	228							
BDOR-65	Site 1 (A)	17-juil	11:05	19,3	65,7	6,05	46	16	31	172						20	8
BDOR-66	Site 2	17-juil	10:36	21,9	25,6	2,45	41	8	32	171						800	<3
BDOR-67	Site 3	17-juil	10:04	19,4	68,8	6,33	5	2	3	47						6500	<3
BDOR-68	Pluvial nor	17-juil	11:36	16,3	75,3	7,33	89	22	67	374						34	8
BDOR-69	Pluvial sud	17-juil	11:28	17,5	75,6	7,26	24	11	13	170						41	8
BDOR-70	Site 1	30-juil	16:15	17,9	91,9	8,73	19	6	13	105							
BDOR-71	Site 1 (A)	30-juil	16:25	19,9	100,2	9,12	19	7	13	89							
BDOR-72	Site 2	30-juil	17:15	20,9	67,6	6,04	39	9	30	154							
BDOR-73	Site 3	30-juil	17:05	19,8	87,8	7,98	12	3	9	38							

(Suite) Tableau 17

	Site	Date	Heure	T° (°C)	%OD	OD (mg/L)	MES (mg/L)	MVES (mg/L)	Matière solide fixée (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NT (mgN/L)	NH4* (mgN/L)	NO3 (mgN/L)	NO2 (mgN/L)	C.F. (UFC/100 mL)	DBO5 (mg/L)
Échantillon	Limite de détection			0,1	0,1	0,01	1	1	1	1	0,5	0,02	0,01	0,005*	0,006*	1	3mg/L**
BDOR-89	Site 1	27-août	15:50	18,7	90,3	8,41	31	13	18	73	3,5	1,58	0,31	0,889	<0,006		
BDOR-90	Site 2	27-août	16:03	20,1	93,0	8,45	8	2	6	242	26,5	1,08	0,16	0,336	<0,006		
BDOR-91	Site 3	27-août	15:35	20	51,0	4,65	10	5	5	36	20,1	1,92	0,07	1,433	<0,006		
BDOR-92	Site 1	19-sept	15:23	16,2	82,1	8,07	18	7	11	117							
BDOR-93	Site 2	19-sept	15h49	14,5	79,9	8,14	47	11	36	201							
BDOR-94	Site 3	19-sept	16h07	14,9	93,4	9,46	4	2	2	37							
BDOR-113	Site 1	03-oct	14:41	14,9	65,5	6,66	12	5	7	65							
BDOR-114	Site 2	03-oct	14:30	14,9	63,3	6,4	60	15	45	229							
BDOR-115	Site 3	03-oct	12:53	12,6	92,2	8,93	16	5	12	67							

* Valeurs correspondant à la moyenne des résultats initiaux (effectués et présentés dans la version du rapport envoyée le 5 février 2014) et des reprises (obtenues suite à une vérification analytique effectuée le 12 février 2014). Aucune conclusion concernant la qualité de l'eau n'est affectée par ces changements.

** L'équivalent en mg N/L à été calculé à partir des résultats et de la limite de détection, fournis en mg/L de NOx.

Tableau 18 : Résultats d'analyse des échantillons prélevés en temps de pluie

	Site	Date	Heure	T° (°C)	%OD	OD (mg/L)	MES (mg/L)	MVES (mg/L)	Matière solide fixée (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NT (mgN/L)	NH4 (mgN/L)	NO3 (mgN/L)	NO2 (mgN/L)	C.F. (UFC/100 mL)	DBO5 (mg/L)
Échantillon	Limite de détection			0,1	0,1	0,01	1	1	1	1	0,5	0,02	0,01	0,005*	0,006*	1	3mg/L*
BDOP-12	Site 1	23-mai	0:15	11,7	86,4	9,36	44	14	31	196						450	7
BDOP-13	Site 1(A)	23-mai	0:20	11,6	86,2	9,37	54	11	43	173						420	6
BDOP-14	Site 2	23-mai	0:05	12,1	89,5	9,63	39	13	26	134						410	5
BDOP-15	Site 3	22-mai	23:45	11,2	86,2	9,45	32	7	25	67						63	4
BDOP-16	Site 1	23-mai	2:35	11,5	88,7	9,66	117	20	96	292						700	9
BDOP-17	Site 1(A)	23-mai	2:41	11,6	89,6	9,79	93	19	73	312						2100	14
BDOP-18	Site 2	23-mai	3:11	11,3	91,2	9,96	263	33	229	335						1000	16
BDOP-19	Site 3	23-mai	2:54	11,1	86,1	9,45	167	35	133	577						2000	27
BDOP-20	Site 1	23-mai	4:10	11,3	88,1	9,64	1056	106	951	1195						2500	21
BDOP-21	Site 1(A)	23-mai	4:15	11,4	88,7	9,68	1121	107	1014	1273						2100	16
BDOP-22	Site 2	23-mai	4:28	11,2	90,6	9,95	1459	114	1345	573						1800	14
BDOP-23	Site 3	23-mai	4:39	11,2	83,5	9,17	525	74	451	2389						1200	13
BDOP-24	Site 1	23-mai	6:34	11,3	87,2	9,53	383	51	332	383						1000	7
BDOP-25	Site 1(A)	23-mai	6:39	11,3	88,0	9,6	395	54	341	372						1000	7
BDOP-26	Site 2	23-mai	6:21	11,3	89,5	9,78	596	70	526	409						630	7
BDOP-27	Site 3	23-mai	5:57	11,4	83,4	9,1	296	-5	301	357						1000	12
BDOP-28	Site 1	23-mai	8:44	11,5	88,4	9,6	164	30	134	261						590	6
BDOP-29	Site 1(A)	23-mai	8:54	11,3	88,6	9,7	166	29	136	287						450	7
BDOP-30	Site 2	23-mai	9:27	11,4	89,6	9,79	180	21	159	282						450	8
BDOP-31	Site 3	23-mai	9:10	11,4	86,2	9,42	113	12	101	180						260	6

(Suite) Tableau 18

	Site	Date	Heure	T° (°C)	%OD	OD (mg/L)	MES (mg/L)	MVES (mg/L)	Matière solide fixée (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NT (mgN/L)	NH4 (mgN/L)	NO3 (mgN/L)	NO2 (mgN/L)	C.F. (UFC/100 mL)	DBO5 (mg/L)
Échantillon	Limite de détection			0,1	0,1	0,01	1	1	1	1	0,5	0,02	0,01	0,005*	0,006*	1	3mg/L*
BDOP-40	Site 1	28-juin	10:07	13,4	80,6	8,38	58	18	40	210							
BDOP-41	Site 1(A)	28-juin	10:15	13,3	77,2	8,06	67	17	50	320							
BDOP-42	Site 2	28-juin	10:53	13,3	71,3	7,4	114	22	92	261							
BDOP-43	Site 3	28-juin	10:36	12,5	83,6	8,91	14	5	9	67							
BDOP-44	Site 1	28-juin	13:41	13,1	87,2	9,16	124	21	103	285							
BDOP-45	Site 1(A)	28-juin	13:47	13	87,2	9,18	101	22	79	267							
BDOP-46	Site 2	28-juin	14:17	12,6	84,9	9,04	184	33	151	308							
BDOP-47	Site 3	28-juin	13:58	12,5	84,9	9,05	367	51	315	623							
BDOP-48	Site 1	28-juin	16:35	12,7	83,8	8,89	312	44	268	1154							
BDOP-49	Site 1(A)	28-juin	16:48	12,7	84,1	8,92	522	77	445	1111							
BDOP-50	Site 2	28-juin	17:11	12,6	86,7	9,22	511	68	443	1006							
BDOP-51	Site 3	28-juin	14:56	12,7	79,5	8,44	228	45	182	703							
BDOP-52	Site 1	28-juin	19:56	12,9	83,8	8,85	217	37	179	684							
BDOP-53	Site 1(A)	28-juin	20:02	12,8	84,2	8,91	176	34	142	585							
BDOP-54	Site 2	28-juin	20:30	12,7	86,2	9,14	173	34	139	525							
BDOP-55	Site 3	28-juin	20:18	12,7	81,6	8,65	118	24	94	377							
BDOP-56	Site 1	28-juin	22:27	12,9	84,1	8,9	146	29	117	544							
BDOP-57	Site 1(A)	28-juin	22:39	12,7	84,6	8,98	133	28	105	492							
BDOP-58	Site 2	28-juin	22:51	12,5	86,2	9,18	129	25	105	459							
BDOP-59	Site 3	28-juin	22:41	12,4	82,7	8,81	86	22	65	262							

(Suite) Tableau 18

	Site	Date	Heure	T° (°C)	%OD	OD (mg/L)	MES (mg/L)	MVES (mg/L)	Matière solide fixée (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NT (mgN/L)	NH4 (mgN/L)	NO3 (mgN/L)	NO2 (mgN/L)	C.F. (UFC/100 mL)	DBO5 (mg/L)
Échantillon	Limite de détection			0,1	0,1	0,01	1	1	1	1	0,5	0,02	0,01	0,005*	0,006*	1	3mg/L*
BDOP-74	Site 1	13-août	8:40	15,7	58,9	5,86	13	5	8	77							
BDOP-75	Site 2	13-août	8:56	17,3	48,2	4,62	39	8	30	172							
BDOP-76	Site 3	13-août	9:18	14,8	69,6	7,05	3	2	1	40							
BDOP-77	Site 1	13-août	12:25	16,5	79,8	7,8	19	7	11	94							
BDOP-78	Site 2	13-août	12:56	16,8	57,0	5,53	67	14	53	216							
BDOP-79	Site 3	13-août	12:39	15,1	81,1	8,16	5	2	3	48							
BDOP-80	Site 1	13-août	13:47	16,9	89,7	8,68	32	13	19	107							
BDOP-81	Site 2	13-août	13:58	17,1	53,2	5,12	42	9	34	210							
BDOP-82	Site 3	13-août	14:23	15,5	88,7	8,86	6	2	3	48							
BDOP-83	Site 1	13-août	15:36	16,8	88,9	8,63	17	7	10	83							
BDOP-84	Site 2	13-août	15:56	17,2	49,8	4,8	29	8	22	171							
BDOP-85	Site 3	13-août	16:16	15,6	87,6	8,71	8	3	5	58							
BDOP-86	Site 1	14-août	10:01	14,1	90,0	9,26	140	24	115	412							
BDOR-87	Site 2	14-août	10:14	13,9	90,1	9,31	193	27	167	495							
BDOR-88	Site 3	14-août	10:38	14	90,5	9,31	53	13	40	167							

(Suite) Tableau 18

	Site	Date	Heure	T° (°C)	%OD	OD (mg/L)	MES (mg/L)	MVES (mg/L)	Matière solide fixée (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NT (mgN/L)	NH4* (mgN/L)	NO3 (mgN/L)	NO2 (mgN/L)	C.F. (UFC/100 mL)	DBO5 (mg/L)
Échantillon	Limite de détection			0,1	0,1	0,01	1	1	1	1	0,5	0,02	0,01	0,005*	0,006*	1	3mg/L**
BDOP-95	Site 1	22-sept	2:55	15,8	79,3	7,87	43	14	29	157	5,1		0,34	0,661	<0,006		
BDOP-96	Site 2	22-sept	3:20	14,6	74,4	7,56	84	18	66	174	31,4		0,11	1,095	<0,006		
BDOP-97	Site 3	22-sept	3:06	14,2	73,6	7,56	16	5	10	56	14,8		0,06	2,565	<0,006		
BDOP-98	Site 1	22-sept	4:54	15,8	91,2	9,03	61	12	50	120							
BDOP-99	Site 2	22-sept	5:14	14,4	75,1	7,67	59	14	45	231							
BDOP-100	Site 3	22-sept	5:05	14,2	82,7	8,51	134	26	108	292							
BDOP-101	Site 1	22-sept	7:10	14,7	86,4	8,78	69	16	53	202	42,1		0,13	0,569	<0,006		
BDOP-102	Site 2	22-sept	7:38	-	-	-	45	12	33	167	39,1		0,17	0,970	<0,006		
BDOP-103	Site 3	22-sept	7:25	14	85,0	8,76	180	32	147	366	55,4		0,01	0,739	<0,006		
BDOP-104	Site 1	22-sept	10:15	14,5	89,9	9,07	146	33	113	599							
BDOP-105	Site 2	22-sept	9:57	14	88,0	9,08	251	49	202	1083							
BDOP-106	Site 3	22-sept	10:46	14,2	86,5	8,88	226	44	182	446							
BDOP-107	Site 1	22-sept	13:47	15,3	88,4	8,85	180	56	124	774							
BDOP-108	Site 2	22-sept	13:59	15,1	88,2	8,87	234	49	185	1141							
BDOP-109	Site 3	22-sept	13:28	15,1	87,8	8,84	154	32	121	366							
BDOP-110	Site 1	22-sept	15:46	15,7	88,1	9,77	128	31	98	693	283		0,28	1,316	<0,006		
BDOP-111	Site 2	22-sept	16:15	15,4	87,7	8,77	154	42	112	976	467		0,07	1,057	<0,006		
BDOP-112	Site 3	22-sept	15:59	15	88,5	8,93	105	20	85	305	43,9		0,13	6,958	<0,006		

* Valeurs correspondant à la moyenne des résultats initiaux (effectués et présentés dans la version du rapport envoyée le 5 février 2014) et des reprises (obtenues suite à une vérification analytique effectuée le 12 février 2014). Aucune conclusion concernant la qualité de l'eau n'est affectée par ces changements.

** L'équivalent en mg N/L à été calculé à partir des résultats et de la limite de détection, fournis en mg/L de NOx.

(Suite) Tableau 18

	Site	Date	Heure	T° (°C)	%OD	OD (mg/L)	MES (mg/L)	MVES (mg/L)	Matière solide fixée (mg/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NT (mgN/L)	NH4 (mgN/L)	NO3 (mgN/L)	NO2 (mgN/L)	C.F. (UFC/100 mL)	DBO5 (mg/L)
Échantillon	Limite de détection			0,1	0,1	0,01	1	1	1	1	0,5	0,02	0,01	0,005*	0,006*	1	3mg/L*
BDOP-122	Site 1	31-oct	19:15	6,1	90,7	11,29	83	14	69	323						3500	6
BDOP-123	Site 2	31-oct	19:35	3,5	86,0	11,42	74	10	65	184						470	4
BDOP-124	Site 3	31-oct	19h25	4,9	86,3	10,7	252	32	220	515						4500	22
BDOP-125	Site 1	01-nov	0:33	5,4	86,7	10,88	295	37	259	1041						36000	31
BDOP-126	Site 2	01-nov	1:26	5,2	86,6	11	290	36	254	630						58000	48
BDOP-127	Site 3	01-nov	1:05	5,3	81,8	10,36	285	35	250	1275						1700	23
BDOP-128	Site 1	01-nov	5:36	6,7	84,4	10,33	185	27	158	891						20000	22
BDOP-129	Site 2	01-nov	5:55	6,7	84,9	10,41	158	23	135	1016						48000	31
BDOP-130	Site 3	01-nov	5:46	6,6	80,3	9,85	202	27	175	505						1700	13
BDOP-131	Site 1	01-nov	12:35	10	82,7	9,34	200	29	172	905						6000	<3
BDOP-132	Site 2	01-nov	12:46	10,1	78,0	8,78	161	25	136	905						17000	8
BDOP-133	Site 3	01-nov	13:07	10,4	83,3	9,32	195	28	167	474						1000	6
BDOP-134	Site 1	01-nov	19:28	10,9	82,5	9,12	181	36	145	866						5000	<3
BDOP-135	Site 2	01-nov	19:49	10,7	82,8	9,19	94	23	70	680						15000	<3
BDOP-136	Site 3	01-nov	19:41	9,8	78,9	8,95	310	47	263	481						600	<3

* L'équivalent en mg N/L à été calculé à partir des résultats et de la limite de détection, fournis en mg/L de NOx.

Tableau 19 : Concentration en métaux et métalloïdes dans les échantillons de sédiments

Échantillon	Concentration en mg/Kg																				
	Al	As	Ba	Ca	Cd *	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sr	Ti	Zn
SED-A1 0-5 cm	67237	1,8	620	18987	0,2	11,4	41,1	17,1	28684	21868	7209	451	1,0	19184	15,3	1071	13,9	1102	288	3662	95
SED-A2 5-10 cm	64964	1,8	669	19437	0,1	8,7	20,3	11,2	21788	21788	5513	372	0,9	20546	9,8	749	13,2	848	320	2853	63
SED-B1 0-5 cm	73568	5,1	551	15541	< 0,1	14,9	62,9	28,6	39770	22446	10811	624	1,0	14676	25,4	1340	17,6	1303	223	4197	142
SED-B2 5-10 cm	74356	5,1	552	14959	0,1	15,2	64,2	29,9	40820	23230	11177	571	0,9	14869	25,7	1331	18,2	1486	220	4139	142
SED-C1 0-5 cm	74156	3,7	559	14588	0,2	15,4	67,3	31,4	40523	22887	11262	605	0,9	14232	27,3	1312	18,1	1426	213	4122	145
SED-C1 5-10 cm	78097	4,5	564	12758	0,2	16,6	73,4	34,1	43463	24487	11942	556	1,1	13569	30,4	1339	19,4	1494	201	4367	159
SED-C2 0-5 cm	75777	3,9	555	14729	0,3	15,6	66,6	29,9	41883	23069	11515	618	0,9	14156	27,4	1334	17,4	1330	214	4252	146
Blanc	< 4	< 1,0	< 1	12	< 0,10	0,2	1,4	< 0,1	8	21	4	0,08	0,5	13	0,4	< 3	< 0,6	4	< 0,1	< 1	< 0,3
Limite critère A: Teneur de fond (secteur des Appalaches) ²		15,0	265		1,3		75,0	50,0				1000	2,0		55,0		40,0				130
Critère de qualité (MDDEFP, 2008)																					
CER : Concentration d'effets rares		4,1			0,3		25	22									25				80
CSE : Concentration seuil produisant un effet		5,9			0,6		37	36									35				120
CEO : Concentration d'effets occasionnels		7,6			1,7		57	63						47			52				170
CEP : Concentration d'effets probables		17,0			3,5		90	200									91				310
CEF : Concentration d'effets fréquents		23,0			12,0		120	700									150				770

¹ Limite défini par la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés. Grille des critères génériques pour les sols, MDDEFP (1998). Consultation en ligne sur le site web du MDDEFP.

Tableau 20 : Sommaire des critères de qualité des sédiments au Québec et leur cadre d'application pour la prévention de la contamination et la gestion des sédiments résultat de travaux de dragage (Source : Environnement Canada et MDDEP, 2007 [15])

Critère de qualité	Risque d'effets biologiques	Prévention de la contamination des sédiments due à des rejets	Gestion des sédiments résultant de travaux de dragage
CER	Effets biologiques rarement observés	Sédiments considérés comme n'ayant pas d'impact. Aucune action n'est requise sauf dans le cas où des substances persistantes, toxiques et bioaccumulables rejetées dans le plan d'eau risquent de s'accumuler dans les sédiments et dans les tissus des organismes.	La probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes est relativement faible. Les sédiments peuvent être rejetés en eau libre ou utilisés à d'autres fins dans la mesure où le dépôt ne contribue pas à détériorer le milieu récepteur.
CES		La probabilité que les sédiments aient un impact sur le milieu est faible. Un suivi peut être mis en place afin de vérifier l'évolution de la situation	
CEO	Effets biologiques parfois observés	La probabilité de mesurer des effets néfastes augmente avec les concentrations mesurées. Selon le niveau de pollution des actions pour évaluer la problématique doivent être entreprises tel qu'identifier les sources de contamination et intervenir au besoin afin d'éviter l'augmentation de la contamination.	La probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes est relativement élevée, et elle augmente avec la concentration. Le rejet en eau libre peut être considéré si des test de toxicité démontrent que le dépôt ne contribue pas à détériorer le milieu récepteur.
CEP			
CEF	Effets biologiques fréquemment observés		La probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes est très élevée. Le rejet en eau libre est proscrit. Les sédiments doivent être traités ou confinés de façon sécuritaire.

Tableau 21 : Classification granulométrique des sédiments (Source : Environnement-Canada [3])

Classe	Critère	Taille	Détermination	
Grossiers	Blocs	600 mm +	Visible à l'œil, forme	
	Pierres	250 à 600 mm		
	Cailloux	75 à 250 mm		
	Graviers	2 à 75 mm		
	Fins	Sable très grossier	1 à 2 mm	Visible à l'œil
		Sable grossier	0,5 à 1 mm	
		Sable moyen	0,25 à 0,25 mm	
		Sable fin	0,063 à 0,125	
Fins	Limon	< 63 µm	Tactile (granulaire mais invisible à l'œil) + Tactile (lisse, serpentín)	
	Argile	< 4 µm		
Organiques	Boue		Matière végétale en décomposition	

(Modifié de Wentworth, 1922 et USACE, 1996)

Tableau 22 : Résultats de l'analyse granulométrique des sédiments du lac Baie d'Or. Fréquence relative par taille des particules

Taille des particules (mm)	Fréquence relative (%)						
	A1		B1		C1		C2*
	A1 (0-5cm)	A1 (5 à 10)	B1 (0-5cm)	B1 (5-10cm)	C1 (0-5cm)	C1 (5-10cm)	C2 (0-5 cm)
>8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0
4 à 8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
2 à 4	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
1 à 2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
0,5 à 1	0,1	0,8	0,5	6,7	0,2	9,8	0,2
0,25 à 0,5	4,5	5,0	16,3	13,6	16,7	20,1	17,3
0,125 à 0,25	28,7	57,6	14,3	10,4	12,3	12,1	12,8
0,063 à 0,125	29,1	23,0	14,6	13,8	9,5	11,4	11,1
≤ 0,063	36,5	12,7	52,1	53,4	60,0	40,7	55,3
Total	99,2	99,4	97,8	98,1	98,7	98,6	97,9
% récupération	99,16	99,41	97,82	98,11	98,7	98,6	97,95

* Duplicata C1 (0-5cm)

Tableau 23 : Résultats concernant la qualité de l'eau du lac Baie d'Or

Échantillon	Station /profondeur	Date	Heure	MES (mg/L)	MVES (mg/L)	Matière solide fixée (mg/L)	COD (mg C/L)	PT (µg P/L)	SRP (µg P/L)	NT (mg N/L)	C.F. (UFC/100mL)	DBO5 (mg/L)	Chlorophylle -a total (µg/L)	Chlorophylle -a corrigée ¹ (µg/L)
		Limite de détection		1	1	1	0,05	1	0,5	0,02	1	3	0,01	0,01
LAC-A-01	Entrée / surface	13-juin-13	13h53	91	29	63		299	179,1	6,20			8,00	6,89
LAC-B-01	Centre / surface	13-juin-13	14h35	102	30	73		359	236,1	6,20			7,75	6,66
LAC-B-02	Centre / fond	13-juin-13	14h35	114	31	83		394	190,1	6,20			7,50	6,06
LAC-C-01	Exutoire / surface	13-juin-13	15h21	105	35	70		296	186,8	6,44			9,25	8,33
LAC-C-02	Exutoire / fond	13-juin-13	15h21	126	37	89		264	167,2	5,91			7,33	5,65
LAC-A-02	Entrée / surface	21-août-13	13h04	69	37	32		292	10,3	1,03	0	12	200,00	191,45
LAC-B-03	Centre / surface	21-août-13	13h39	51	23	28		227	10,9	1,03	270	9	150,00	145,41
LAC-B-03	Centre / surface (duplicata)	21-août-13	-	-	-	-		-	-	-			158,00	153,89
LAC-B-04	Centre / fond 110cm	21-août-13	13h39	59	15	44		235	13,2	1,19			45,00	42,41
LAC-B-05	Centre 40cm	21-août-13	13h39	-	-	-		-	11,9	-			-	-
LAC-B-06	Centre 80cm	21-août-13	13h39	-	-	-		-	15,5	-			-	-
LAC-C-03	Exutoire / surface	21-août-13	15h21	77	303	50		303	10,5	1,04	0	11	166,00	163,58
LAC-C-04	Exutoire / fond	21-août-13	15h21	82	23	59		241	15,3	1,11			42,00	41,20
LAC-C-04 (2)	Exutoire / fond (duplicata)	21-août-13	15h21	85	23	62		-	-	-			-	-
LAC-A-04	Entrée / surface	13-sept-13	13H21	52	25	27	11,7	600	5,5	0,87			220,00	213,26
LAC-B-07	Centre / surface	13-sept-13	14H05	73	41	32	11,5	350	4,6	1,54			437,50	427,13
LAC-B-08	Centre / fond	13-sept-13	14H05	73	30	43	11,0	395	4,3	0,56			287,50	278,69
LAC-C-05	Exutoire / surface	13-sept-13	14H40	63	39	24	11,2	405	3,8	0,57			330,00	319,89
LAC-C-06	Exutoire / fond	13-sept-13	14H40	66	19	47	9,4	187	5,4	0,44			80,00	76,34

¹ Chlorophylle totale moins les phéopigments

Tableau 24 : Mesures in-situ : Données brutes des profils de température et d'oxygène ; transparence (Secchi) et de pH effectués près de l'entrée du lac (Station A)

Station	Date	Heure	Paramètres	Profondeur (cm)					Transparence (cm)
				0	20	30	40	60	
A	13-juin	13h30	T°	20,5	16,8		16,2	15,8	
			Oxygène (% sat.)	86,1	77,6		75,6	72,6	
			OD (mg/L)	7,75	7,52		7,44	7,25	
	17-juil	13h15	T°	30,4	30,1		29,4	28,8	
			Oxygène (% sat.)	180,8	176,4		165,4	156,2	
			OD (mg/L)	13,6	13,33		12,62	12,06	
	30-juil	12h45	T°	23,9	23,9		23,7		24,5
			Oxygène (% sat.)	207,2	229		224		
			OD (mg/L)	17,45	18,3		17,8		
	21-août	13h04	T°	25,8	25,8	25,2	23,8		20,3
			Oxygène (% sat.)	220,8	220,5	197,7	151,6		
			OD (mg/L)	18,03	17,9	16,44	12,43		-
pH			9,24						
27-août	13h15	T°	24,5	23,9	23,2	22		21,7	
		Oxygène (% sat.)	188,6	188,2	184,9	140,8			
		OD (mg/L)	15,73	15,82	14,53	12,36			
13-sept	13h21	T°	19,1	18,8		17,7		19	
		Oxygène (% sat.)	175,1	173		125,1			
		OD (mg/L)	16,23	16,21		11,94			
03-oct	16h07	T°	17,6	17,6		17,4			
		Oxygène (% sat.)	250,9	249,1		248			
		OD (mg/L)	23,9	23,84		23,41			

Station	Date	Heure	Paramètres	Profondeur (cm)					Transparence (cm)
				0	20	30	40	60	

A	13-juin	13h30	T°	20,5	16,8		16,2	15,8	
			Oxygène (% sat.)	86,1	77,6		75,6	72,6	
			OD (mg/L)	7,75	7,52		7,44	7,25	
	17-juil	13h15	T°	30,4	30,1		29,4	28,8	
			Oxygène (% sat.)	180,8	176,4		165,4	156,2	
			OD (mg/L)	13,6	13,33		12,62	12,06	
	30-juil	12h45	T°	23,9	23,9		23,7		24,5
			Oxygène (% sat.)	207,2	229		224		
			OD (mg/L)	17,45	18,3		17,8		
	21-août	13h04	T°	25,8	25,8	25,2	23,8		20,3
			Oxygène (% sat.)	220,8	220,5	197,7	151,6		
			OD (mg/L)	18,03	17,9	16,44	12,43		-
			pH	9,24					
	27-août	13h15	T°	24,5	23,9	23,2	22		21,7
			Oxygène (% sat.)	188,6	188,2	184,9	140,8		
			OD (mg/L)	15,73	15,82	14,53	12,36		
	13-sept	13h21	T°	19,1	18,8		17,7		
			Oxygène (% sat.)	175,1	173		125,1		19
OD (mg/L)			16,23	16,21		11,94			
03-oct	16h07	T°	17,6	17,6		17,4			
		Oxygène	250,	249,		248			

			(% sat.)	9	1				
			OD (mg/L)	23,9	23,8 4		23,4 1		

Tableau 25 : Mesures in-situ : Données brutes des profils de température et d'oxygène ; transparence (Secchi) et de pH effectués au centre du lac (Station B)

Site	Date	Heure	Paramètres	Profondeur (cm)								Transparence (cm)
				0	20	40	60	80	100	110	115	
B	29-mai	13h23	T°	16,1	16,1	15,3	14,8	14,6	14,5		13,5	
			Oxygène (% sat.)	88,3	88,1	86,4	85,8	85,3	83,6		76	
			OD (mg/L)	8,7	8,71	8,68	8,7	8,65	8,52		7,91	
	13-juin	14h35	T°	20	17,5	16,9	16,5	16,3	16,2		16	
			Oxygène (% sat.)	81,6	76,4	74,9	73,3	72,9	72,4		71,2	
			OD (mg/L)	7,43	7,32	7,24	7,16	7,1	7,13		6,96	
	04-juil	14h55	T°	25,6	24,5	23,6	23,3	22,8	22,7		22,4	
			Oxygène (% sat.)	136,2	124,6	113,3	110,2	101,1	100,5		89,2	
			OD (mg/L)	11,3	10,41	9,62	9,36	8,71	8,68		7,77	
	17-juil	13h35	T°	29,2	29	28,9	27,6	27,4	27,3	27,2		
Oxygène (% sat.)			162,3	150,9	118,6	115,6	110,2	108,5	103,4			
OD (mg/L)			12,4	11,52	9,27	8,76	8,86	8,69	8,15			
30-juil	13h35	T°	23,5	22,9	22,4	22	22	21,8	21,7		24,8	
		Oxygène (% sat.)	205	185	166,5	154	158,5	157	150,6			
		OD (mg/L)	17,9	15,93	14,15	13,45	13,9	13,65	13,15			
21-août	13h39	T°	25,8	25,3	23	22,6	22,4	22	21,5	21,4		
		Oxygène (% sat.)	183,9	169,2	139,6	118,2	111	96,8	76,4	74,4	20,8	
		OD (mg/L)	14,96	14,11	11,99	10,18	9,64	8,43	6,75	6,58		
			pH	9,26		8,75		8,24		8,27		
27-août	13h45	T°	23	22,1	21,4	21,2	21,1	20,8	20,5			
		Oxygène (% sat.)	184,9	174,9	124,2	118,2	114,3	94,9	64,8		22,5	
		OD (mg/L)	15,89	15,33	11	10,48	10,18	8,5	5,88			
13-sept	14h05	T°	20,4	18,9	18,3	17,8	17,6	17,4	17,3	17,2		
		Oxygène (% sat.)	203,6	157,9	123,6	118,8	109,3	105,9	99	97,6	18	
		OD (mg/L)	18,43	14,65	11,7	11,29	11,43	10,11	9,52	9,35		
03-oct	16h23	T°	17	16,9	16,6	16,4	16,2	16,1		15,9		
		Oxygène (% sat.)	188,1	186,8	174,5	160,4	147,1	141,6		131,1		
		OD (mg/L)	19,5	18,6	17,04	15,66	14,25	13,95		12,96		

Tableau 26 : Mesures in-situ : Données brutes des profils de température et d'oxygène ; transparence (Secchi) et de pH effectués près de l'exutoire du lac (Station C)

Site	Date	Heure	Paramètres	Profondeur (cm)								Transparence (cm)	VsC	
				0	20	30	40	60	80	100	115			120
C	13-juin	15h21	T°	19,8	18,9	17,7	17,3	17	16,9	16,8	16,6			
			Oxygène (% sat.)	81	79	77,1	75,6	75,3	74,8	74,5	73,6			
			OD (mg/L)	7,45	7,35	7,36	7,28	7,25	7,25	7,23	7,16			
	04-juil	15h30	T°	24,6	23,7		23,3	22,8	22,8	22,4	22,1			
			Oxygène (% sat.)	127,2	118,6		112,2	103	103,1	97	89,3			
			OD (mg/L)	10,05	10,05		9,57	8,86	8,87	8,42	7,8			
	17-juil	13h52	T°	29,8	28,6		27,8	27,4	27,4	27,2		27,1		
			Oxygène (% sat.)	170,2	155,6		139,4	97	97,2	86,7		77,8		
			OD (mg/L)	12,94	12,04		10,68	7,68	7,63	6,72		6,2		
	30-juil	13h52	T°	24	23,7		22,8	22,2	22,1	21,9	21,8			23,75
			Oxygène (% sat.)	245	214,5		169	154,5	149	142	140,3			
			OD (mg/L)	20,4	18,22		14,6	13,55	13,05	12,45	12,35			
21-août	15h21	T°	24	23,7		23,1	22,8	22,7	22,6		22,3			
		Oxygène (% sat.)	168,1	148,3		128,8	122,6	120,1	118,5		104,8		20,7	
		OD (mg/L)	14,12	12,62		11,05	10,54	10,36	10,2		9,1			
			pH	9,03							8,23			
27-août	14h19	T°	22,2	22,1		21,6	21,2	21,1	20,9	20,7				
		Oxygène (% sat.)	184,9	154,8		110,6	98,2	96,8	95,2	82,4			22,7	
		OD (mg/L)	15,83	13,54		9,56	8,76	8,62	8,56	7,53				
13-sept	14h40	T°	19,3	19,5		18,4	18	17,8	17,6		17,4			
		Oxygène (% sat.)	180,3	176,2		131,9	119,6	113,3	102,7		92,2		19	
		OD (mg/L)	16,57	16,18		12,45	11,31	10,78	9,8	8,86				
03-oct	16h46	T°	16,3	16,3		16,2	16,3	16,2	16,2		16,2			
		Oxygène (% sat.)	159,5	156,4		152,6	150,9	148,5	146,2		145,8			
		OD (mg/L)	15,62	15,32		14,97	14,84	14,6	14,36		14,33			

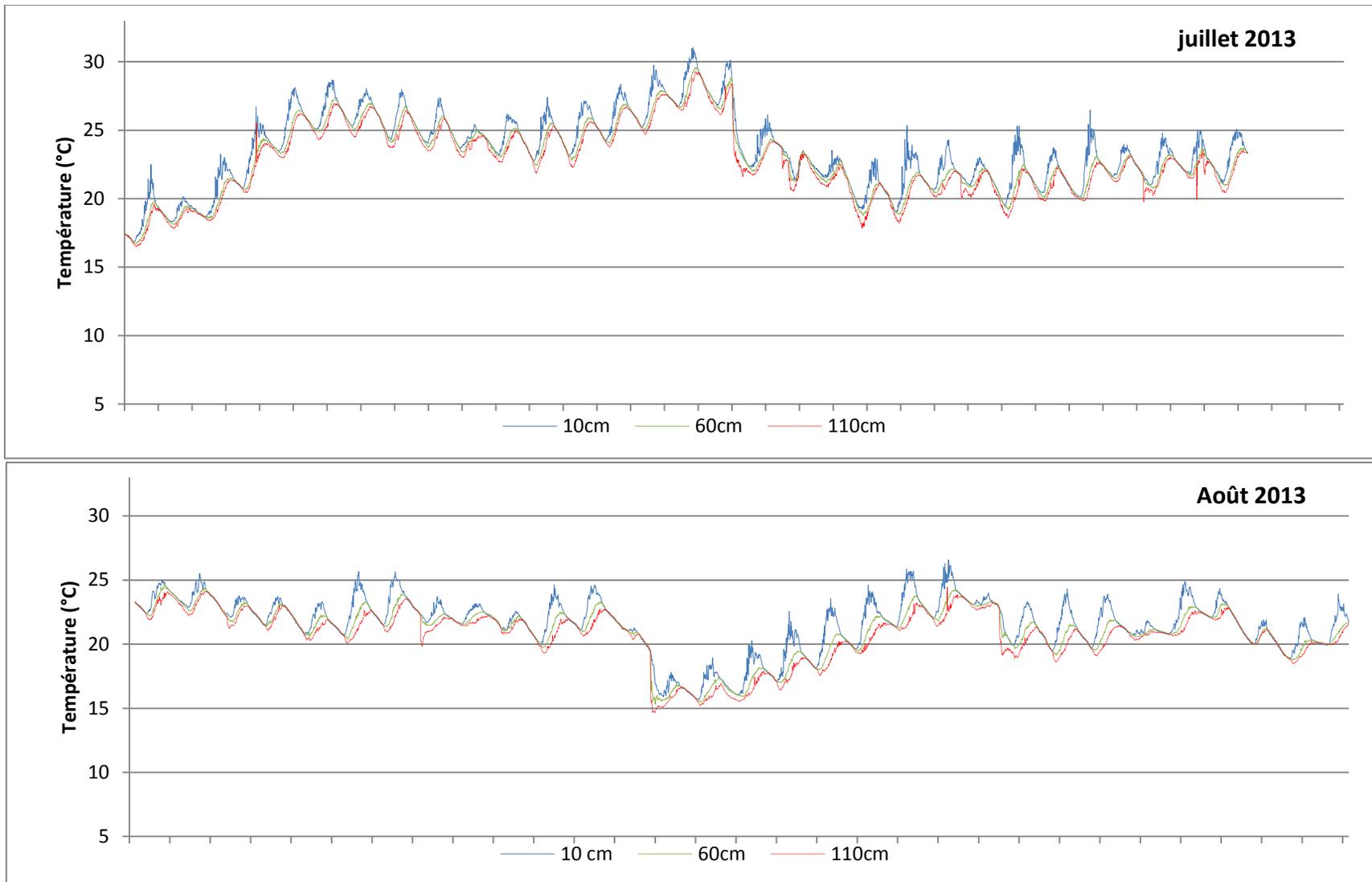


Figure 41 : Température du lac Baie d'Or pour la période de juillet à août. Données enregistrées aux 10 min par des thermographes installés à la station B. Les données à 35 et 85 cm de profondeur ne sont pas représentées afin de faciliter la visualisation.

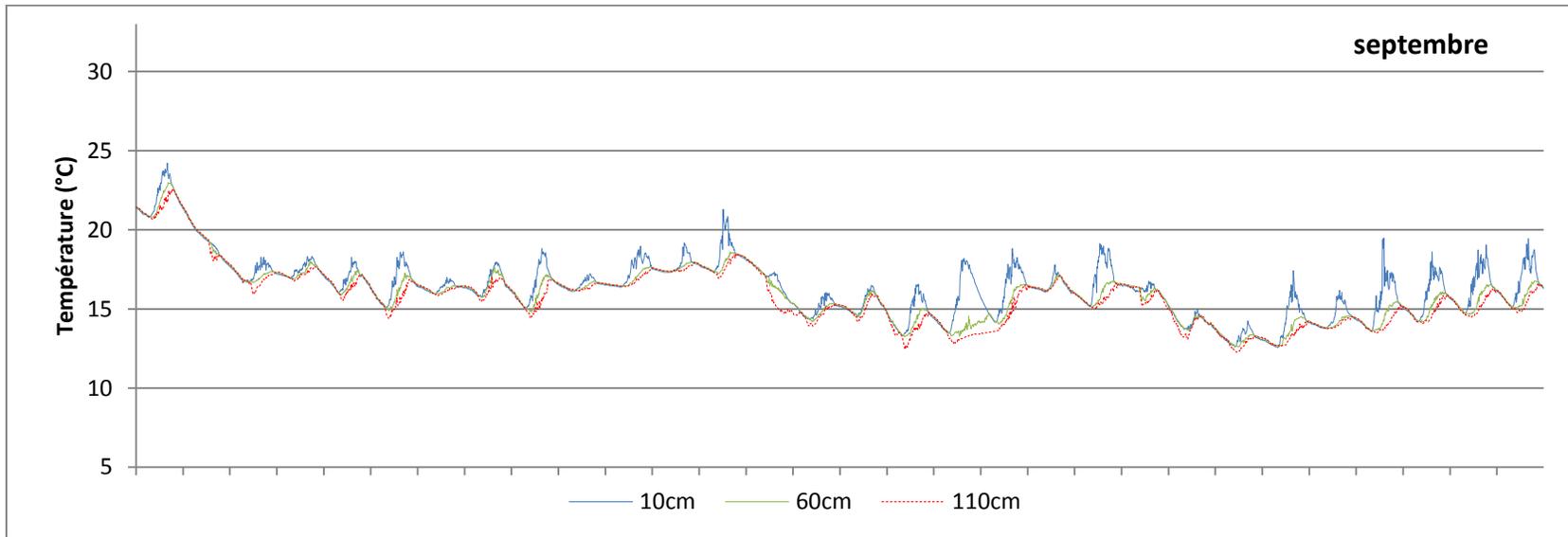


Figure 42 : Température du lac Baie d'Or au mois de septembre. Données enregistrées aux 10 min par des thermographes installés à la station B. Les données à 35 et 85 cm de profondeur ne sont pas représentées afin de faciliter la visualisation.

Tableau 27 : Quelques statistiques des données de température enregistrées par les thermographes installés au centre du lac (Station B).

		Jour (6h à 17h50)																			
Profondeur		10 cm				35 cm				60 cm				85 cm				110 cm			
Mois	n	Moyenne	Maximum	Minimum	écart-type	Moyenne	Maximum	Minimum	écart-type	Moyenne	Maximum	Minimum	écart-type	Moyenne	Maximum	Minimum	écart-type	Moyenne	Maximum	Minimum	écart-type
Mai	168	17,4	22,5	14,3	1,9	16,3	20,4	14,1	1,4	16,0	20,0	13,9	1,4	15,8	19,6	13,6	1,3	15,5	19,1	13,4	1,3
Juin	2160	17,7	27,2	12,4	2,3	17,1	25,8	12,5	2,1	16,9	25,3	12,4	2,1	16,7	25,0	12,3	2,1	16,5	24,8	12,1	2,1
Juillet	2232	23,7	31,1	16,9	2,3	22,9	29,8	16,8	2,2	22,7	29,6	16,7	2,2	22,6	29,4	16,7	2,1	22,3	29,2	16,5	2,1
Août	2232	21,7	26,6	15,7	1,7	21,0	24,8	15,7	1,6	20,8	24,7	15,5	1,6	20,6	24,5	15,0	1,5	20,3	24,5	15,0	1,6
Septembre	2160	16,5	24,2	12,6	1,5	16,0	23,2	12,7	1,4	15,8	23,0	12,6	1,4	15,7	22,9	12,3	1,4	15,5	22,5	12,3	1,5
Octobre	2232	11,0	18,7	1,6	3,6	10,9	17,9	2,9	3,4	10,8	17,2	3,0	3,3	10,8	17,2	4,0	3,1	10,8	17,1	4,0	3,1
Novembre	475	6,1	10,6	1,5	2,1	6,1	10,7	3,4	1,8	5,9	10,6	3,1	1,8	6,0	10,6	3,3	1,6	6,0	10,6	3,8	1,5
Période	11659	17,6	31,1	1,5	4,5	17,1	29,8	2,9	4,3	16,9	29,6	3,0	4,2	16,8	29,4	3,3	4,2	16,6	29,2	3,8	4,1

		Soir (18h à 5h50)																			
Profondeur		surface (10cm)				35cm				60cm				85cm				110cm			
Mois	n	Moyenne	Maximum	Minimum	écart-type	Moyenne	Maximum	Minimum	écart-type	Moyenne	Maximum	Minimum	écart-type	Moyenne	Maximum	Minimum	écart-type	Moyenne	Maximum	Minimum	écart-type
Mai	180	16,8	21,8	14,4	1,5	16,6	21,0	14,3	1,3	16,4	20,7	14,1	1,3	16,3	20,5	13,9	1,3	16,0	20,1	13,6	1,5
Juin	2160	17,5	26,9	12,5	2,3	17,5	25,9	12,6	2,2	17,4	25,6	12,6	2,2	17,3	25,5	12,6	2,2	17,2	25,3	12,6	2,2
Juillet	2232	23,4	30,5	16,9	2,1	23,4	29,8	17,0	2,1	23,3	29,6	16,9	2,1	23,2	29,5	16,8	2,1	23,1	29,3	16,7	2,1
Août	2232	21,5	25,7	15,8	1,5	21,4	24,7	15,9	1,5	21,4	24,6	15,3	1,5	21,3	24,4	14,7	1,5	21,1	24,1	14,6	1,5
Septembre	2160	16,3	23,0	12,7	1,3	16,3	23,0	12,8	1,3	16,2	22,9	12,7	1,3	16,1	22,8	12,7	1,3	16,0	22,6	12,7	1,4
Octobre	2220	10,9	18,3	1,6	3,5	11,1	17,6	3,2	3,4	11,1	17,4	4,0	3,3	11,2	17,3	4,3	3,1	11,2	17,1	4,4	3,1
Novembre	463	5,5	10,6	1,6	2,4	6,0	10,6	3,3	1,7	5,9	10,6	3,7	1,4	6,1	10,6	3,8	1,3	6,2	10,6	4,2	1,4
Période	11664	17,4132	30,5	1,6	4,4	17,4	29,8	3,2	4,3	17,4	29,6	3,7	4,3	17,4	29,5	3,8	4,3	17,2	17,2	17,2	17,2

Tableau 28 : Principales espèces phytoplanctoniques retrouvées dans le lac Baie d'Or. Caractérisation semi-quantitative.

	Date / Station d'échantillonnage													
	2013-06-13			2013-07-17			2013-08-21			2013-09-13				
	Station A	Station B	Station C	Station A	Station B	Station C	Station A	Station B	Station C	Station A	Station B	Station C		
Volume d'eau filtrée (m3)	0,98	0,98	11,88	0,98	1,10	0,61	0,61	0,74	0,74	0,61	0,61	0,61		
Espèces	Échantillons peu diversifiés avec peu de biomasse, pas de débris de diatomées, cellules petites, quelques zooplancton (rotifères)			Échantillons extrêmement peu diversifiés, énormément de zooplancton (rotifères), quasi-absence de diatomées			Échantillons dominés par les chlorophycées coccoides et encore beaucoup de rotifères, quasi absence de diatomées sauf Aulacoseira.			Échantillons très fortement dominés par les chlorophycées coccoides, beaucoup moins de zooplancton que les échantillons précédents				
Cyanophycées							*	**	*	**	**	**		
<i>Aphanizomenon sp.</i>														
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>					p					p				
<i>Oscillatoria sp.</i>	p	p												
Chlorophycées														
<i>Actinastrum sp.</i>							p							
<i>Chlorella sp.</i>							***	***	***	***	***	***		
<i>Cladophora sp.</i>		p												
<i>Closterium sp.</i>				p	p		**	**	**	*	p			
<i>Chlamydomonas sp.</i>	*	*	*											
<i>Pandorina sp.</i>	*	*	*											
<i>Pediastrum sp.</i>				**	**	**	*	*	*	*	*	*		
<i>Scenedesmus sp.</i>	p			p	p	p				*	*	*		
<i>Sphaerocystis sp.</i>			*	*	*	*	**	**	**	*		p		
<i>Spirogyra sp.</i>		*												
<i>Staurastrum sp.</i>								p						
Diatomées														
<i>Aulacoseira sp.</i>	*	*	*	p			**	**	**	***	***	***		
<i>Cyclotella sp.</i>							p	p		p				
<i>Fragilaria sp.</i>	*													
<i>Gyrosigma sp.</i>				*	*	*	p							
<i>Navicula sp.</i>		*	p	p	p	*	*			p				
<i>Nitzschia sp.</i>	*	*	*							*	*	*		
<i>Surirella sp.</i>	*													
<i>Synedra sp.</i>	*	*	*											
Chrysophycées														
<i>Mallomonas sp.</i>									p	*	*	*		
<i>Synura sp.</i>			p											
Euglenophycées														
<i>Euglena sp.</i>	*	*	*		**	p	***	**	***	*	*	*		
<i>Strombomonas sp.</i>	*	*	*		p		***	***	***					
Cryptophycées														
<i>Cryptomonas sp.</i>							*	**	*	*				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; padding: 5px;"> p * ** *** </td> <td style="padding: 5px;"> vu une fois vu entre 1 et 4 fois vu entre 1 et 10 fois vu plus de 10 fois </td> </tr> </table>													p * ** ***	vu une fois vu entre 1 et 4 fois vu entre 1 et 10 fois vu plus de 10 fois
p * ** ***	vu une fois vu entre 1 et 4 fois vu entre 1 et 10 fois vu plus de 10 fois													
Caractérisation effectuée par : Delphine Rolland														

RÉFÉRENCES

1. (WMO), W.M.O., Manual on stream gauging (WMO-1044). 2010. 1-Fieldwork: 252 p.
2. ISO, I.O.F.S.-. ISO 748. Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts-méthodes d'exploration du champ de vitesses. 1997.
3. Environnement Canada (2002). Guide d'échantillonnage des sédiments du saint-laurent pour les projets de dragage et de génie maritime. Volume 2 : Manuel du praticien de terrain. Environnement Canada, Direction de la Protection de l'environnement, Région du Québec, section innovation, technologique des secteurs industriels. Rapport. 107 p.
4. Centre d'expertise en Analyse Environnementale du Québec. Détermination de la granulométrie, M.A. 100-GRAN 2.0, Ministère du développement durable, de l'Environnement et Des Parcs du Québec, 2010. 11 p.
5. Lapalme, R. Protéger et restaurer les lacs. 2006, Boucherville, Québec.
6. Ministère du Développement durable, de l'environnement et des Parcs (MDDEP) et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides). Protocole de mesure de la transparence de l'eau, 2007, 2^E Édition (2009), Québec, MDDEP et CRE Laurentides. 8 p.
7. APEL, Les herbiers aquatiques du lac saint-charles et du lac clément, Protocole : matériaux et méthodes). 2012. 62 p.
8. Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au canada. 2011. 219 p.
9. Sokolyk M. et Brodreau J. Plantes sauvages des milieux humides. 2009. 159 p.
10. FLEURBEC. Plantes sauvages des lacs, rivières et tourbières. 1987.
11. Marie-Victorin, frère, F.É.C., 1888-1944. Flore laurentienne. 3^e édition mise à jour et notée par Bruoillet L. et al., 1995. 1093 p.
12. Hébert, 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., annexes.

13. Wetzel R.G. Limnology, Lake and river ecosystems. 3rd ed., 2001. 1006 p.
14. Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), 2013. Critères de qualité de l'eau de surface, 3^e édition. Direction du suivi de l'état de l'environnement, (PDF). 510 p.
15. Environnement Canada et Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 2007. Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application. 39 p.
16. HADE, A., Nos lacs : les connaître pour mieux les protéger. 2003. 359 p.
17. SCHEFFER, M., ECOLOGY OF SHALLOW LAKES. 1998. 357 p.
18. H. S. JENSEN, P.K., E. JEPPESEN, A. SKYTTHE. Iron :Phosphorus ration in surface sediment as an indicator of phosphate release from aerobic sediments in shallow lakes. Hydrobiologia, 1992. **235-236**(1). p. 731-743.