

RAPPORT D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DU LAC BOIVIN - 2017



AVRIL 2018



Équipe de réalisation

Rédaction et mise en page	Anaïs Renaud, M. Sc. Coordonnatrice de projets OBV Yamaska
Échantillonnage	Jean Fecteau Michel Landry OBV Yamaska
Révision	Joshua Bleser, M. Env. Coordonnateur de projets OBV Yamaska Alex Martin, M. Env. Directeur général OBV Yamaska
Photo en couverture	© OBV Yamaska

Le rapport a été commandé par la Ville de Granby. Une copie papier du rapport ainsi que les fichiers numériques suivants seront remis au client :

- Certificats d'analyse
- Classeurs Excel des données brutes d'échantillonnage
- Rapport en version PDF

Les limites des bassins et les cartes ont été produites à partir des données reconnues disponibles dans l'objectif de faciliter l'interprétation des données d'échantillonnage. Toute autre utilisation pourrait ne pas convenir. La précision des limites des bassins est limitée et n'est qu'à titre indicatif.

Le présent rapport peut être cité de la façon suivante :

OBV YAMASKA, 2018. *Rapport d'échantillonnage de la qualité de l'eau du lac Boivin – 2017*, pour la Ville de Granby, Organisme de bassin versant de la Yamaska, 55 pages.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES.....	3
LISTE DES TABLEAUX.....	4
LISTE DES PHOTOS.....	6
1. MISE EN CONTEXTE	6
2. LA STATION D'ÉCHANTILLONNAGE ET LE TERRITOIRE.....	8
2.1 Localisation de la station d'échantillonnage.....	8
2.2 Description du territoire	10
3. MÉTHODOLOGIE	13
3.1 Paramètres analysés.....	13
3.2 Indices utilisés	15
3.3 Période d'échantillonnage	17
3.4 Prélèvements et laboratoire.....	18
3.5 Limites du bassin versant.....	18
4. ANALYSE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DU LAC BOIVIN PAR PARAMÈTRE.....	19
4.1 Escherichia coli (E. coli).....	19
4.2 Phosphore total.....	23
4.3 Chlorophylle α	26
4.4 Carbone organique dissous	29
4.5 Transparence.....	32
4.6 Paramètres de la multisonde (oxygène dissous et pH).....	36

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	38
5.1 Suivi de la qualité de l'eau	40
5.2 Pratiques agricoles	40
5.3 Milieux humides.....	41
5.4 Gestion des eaux de ruissellement et contrôle de l'érosion.....	41
5.5 Sensibilisation, communication et concertation	42
6. RÉFÉRENCES.....	44
ANNEXE 1 PRÉCIPITATIONS À LA STATION MÉTÉOROLOGIQUE DE GRANBY (7022800).....	48
ANNEXE 2 RÉSULTATS 2010-2017 DE L'ANALYSE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DU LAC BOIVIN DANS LE CADRE DU RÉSEAU DE SURVEILLANCE VOLONTAIRE DES LACS.....	51

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation de la station d'échantillonnage Lac Boivin – fosse (114).....	9
Figure 2	Localisation de la station du lac Boivin et délimitation du bassin versant du lac Boivin....	12
Figure 3	Concentration de <i>E. coli</i> pour chaque prélèvement en 2017.....	21
Figure 4	Concentration d' <i>E. coli</i> pour chaque prélèvement en 2017.....	21
Figure 5	Concentration de phosphore total et classe trophique des prélèvements de 2017	24
Figure 6	Concentration de chlorophylle α pour chaque prélèvement en 2017	27
Figure 7	Concentration de carbone organique dissous pour chaque prélèvement en 2017.....	30
Figure 8	Mesures de transparence pour chaque sortie en 2017	34

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Localisation de la station d'échantillonnage de 2017.....	8
Tableau 2	Paramètres analysés en laboratoire et <i>in situ</i> en 2017	13
Tableau 3	Signification environnementale des paramètres analysés	14
Tableau 4	Classes de qualité bactériologique, pour la bactérie <i>Escherichia coli</i> , des eaux de baignade en eaux douces.....	19
Tableau 5	Moyennes arithmétiques, classes de qualité et dépassements de 2011 à 2017 pour les coliformes thermotolérants (fécaux)	22
Tableau 6	Concentration d' <i>E. coli</i> pour chacun des 10 prélèvements en 2017.....	22
Tableau 7	Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de phosphore total.....	23
Tableau 8	Moyenne, classe trophique, dépassements et amplitude moyenne pour le phosphore total de 2010 à 2017	25
Tableau 9	Concentration de phosphore pour chaque prélèvement en 2017	25
Tableau 10	Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de chlorophylle α	26
Tableau 11	Moyennes et classes trophiques pour la chlorophylle α de 2010 à 2017	28

Tableau 12	Concentration de chlorophylle α pour chaque prélèvement en 2017	28
Tableau 13	Moyennes pour le carbone organique dissous mesuré de 2010 à 2017.....	31
Tableau 14	Concentration de carbone organique dissous pour chaque prélèvement en 2017.....	31
Tableau 15	Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de transparence	32
Tableau 16	Moyennes et classes trophiques pour la transparence de 2010 à 2017	35
Tableau 17	Mesures de transparence pour chaque sortie en 2017	35

LISTE DES PHOTOS

Photo 1	Lac Boivin le 31 mai 2017	17
Photo 2	Lac Boivin le 27 juin 2017	17
Photo 3	Lac Boivin le 13 août 2017.....	17
Photo 4	Lac Boivin le 10 octobre 2017.....	17

1. MISE EN CONTEXTE

En 2008, la Ville de Granby a déposé son *Plan vert*, un document de planification stratégique qui prescrit des gestes et des objectifs visant l'amélioration de la qualité de l'environnement dans son ensemble. La gestion de l'eau, cette ressource essentielle dont la qualité et la quantité sont continuellement modifiées par les actions humaines, détient une place primordiale dans ce plan (Ville de Granby, 2008).

Dans cette optique, la Ville de Granby a entrepris en 2009 le *Projet d'amélioration de la qualité de l'eau du lac Boivin* et en 2010, le suivi de la qualité de l'eau du lac Boivin et de ses tributaires. En effet, le lac Boivin, situé au cœur de la ville, subit de fortes pressions agricoles et urbaines qui, combinées à certains aspects naturels et intrinsèques du lac, mènent à une eutrophisation accélérée (processus naturel de « vieillissement » des plans d'eau).

À la suite d'un processus de consultation publique, la Ville de Granby a élaboré le *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin*, qu'elle a adopté en 2015, dans le but de poser des actions concertées favorisant la réhabilitation du lac. En accord avec ce plan d'action, la Ville de Granby, qui travaille en collaboration avec l'Organisme de bassin versant de la Yamaska (OBV Yamaska) depuis huit ans, a confié à l'OBV Yamaska le mandat de poursuivre l'échantillonnage du lac Boivin. Le rapport qui suit présente les résultats d'échantillonnage pour 2017.

Tous ces efforts sont déployés dans l'espoir de retrouver et diversifier les usages récréotouristiques du lac Boivin, et plus particulièrement, de sauvegarder cette pièce maîtresse du paysage de la Ville.

2. LA STATION D'ÉCHANTILLONNAGE ET LE TERRITOIRE

2.1 Localisation de la station d'échantillonnage

Le suivi de la qualité de l'eau du lac Boivin a été effectué à partir d'une seule station d'échantillonnage localisée directement à côté de la fontaine, dans la fosse du lac (Figure 1 et Tableau 1). C'est à cette station (station Lac Boivin - fosse) que depuis 2010, dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), des prélèvements spécifiques au RSVL ont été effectués lors de l'échantillonnage du lac Boivin. Le nombre de prélèvements associés au RSVL a varié au cours des années. Les résultats compilés par le RSVL pour l'année 2017 se trouvent en annexe et ceux des années antérieures sont disponibles sur le site Web du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques (MDDELCC) (<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/rsvl/index.asp>) (Gouvernement du Québec, 2018a).

Tableau 1 Localisation de la station d'échantillonnage de 2017

Nom de la station	N° Station	Superficie BV (km ²)	Latitude	Longitude
Lac Boivin - fosse	03030114	212	45,39749	-72,71043

La station Lac Boivin - fosse est située à l'aval du lac Boivin et à l'aval du bassin versant du lac Boivin dont elle fait partie. La station se trouve dans le chenal du lac, qui représente l'emplacement de l'ancien cours de la rivière (Figure 1), au niveau de la partie la plus profonde selon la bathymétrie effectuée en 2010. Des variations de profondeur dans le chenal ont été identifiées entre les bathymétries de 1973 et 2010, ce qui impliquerait que celui-ci est dynamique (OBV Yamaska, 2011a).



Figure 1 Localisation de la station d'échantillonnage Lac Boivin – fosse (114)

2.2 Description du territoire

Le lac Boivin, anciennement connu sous le nom de lac Granby, a été créé au 19^e siècle, à la suite de l'érection de deux barrages sur la rivière Yamaska Nord, en 1830 et 1923 respectivement (Gendron et al., 2001; Teknika HBA inc., 2010). Il servira, un certain temps, comme source d'eau potable à la Ville, avant que des problèmes de contamination due aux industries et aux rejets des eaux usées municipales directement dans la rivière rendent l'eau inconsommable (OBV Yamaska, s.d.). S'est construit par la suite, au sud-est du lac, le réservoir Lemieux qui est devenu la nouvelle réserve d'eau potable de la Ville (Teknika HBA inc., 2010). Une vocation uniquement récréative a depuis été attribuée au lac.

Anciennement un milieu humide de type marécageux, le lac Boivin est très peu profond, avec une profondeur moyenne d'environ 1,5 mètre et une profondeur maximale, au niveau de la fosse, de 5,5 mètres (Teknika HBA inc., 2010; OBV Yamaska, 2011a). Ceci résulte en un milieu idéal pour le développement des plantes aquatiques, non seulement en raison de la grande superficie photique du lac, mais aussi par la riche présence de nutriments dans les sédiments (Teknika HBA inc., 2010).

Le lac se retrouve sur le territoire de la Municipalité régionale de comté (MRC) de La Haute-Yamaska qui regroupe huit municipalités et couvre une superficie de 643,75 km².

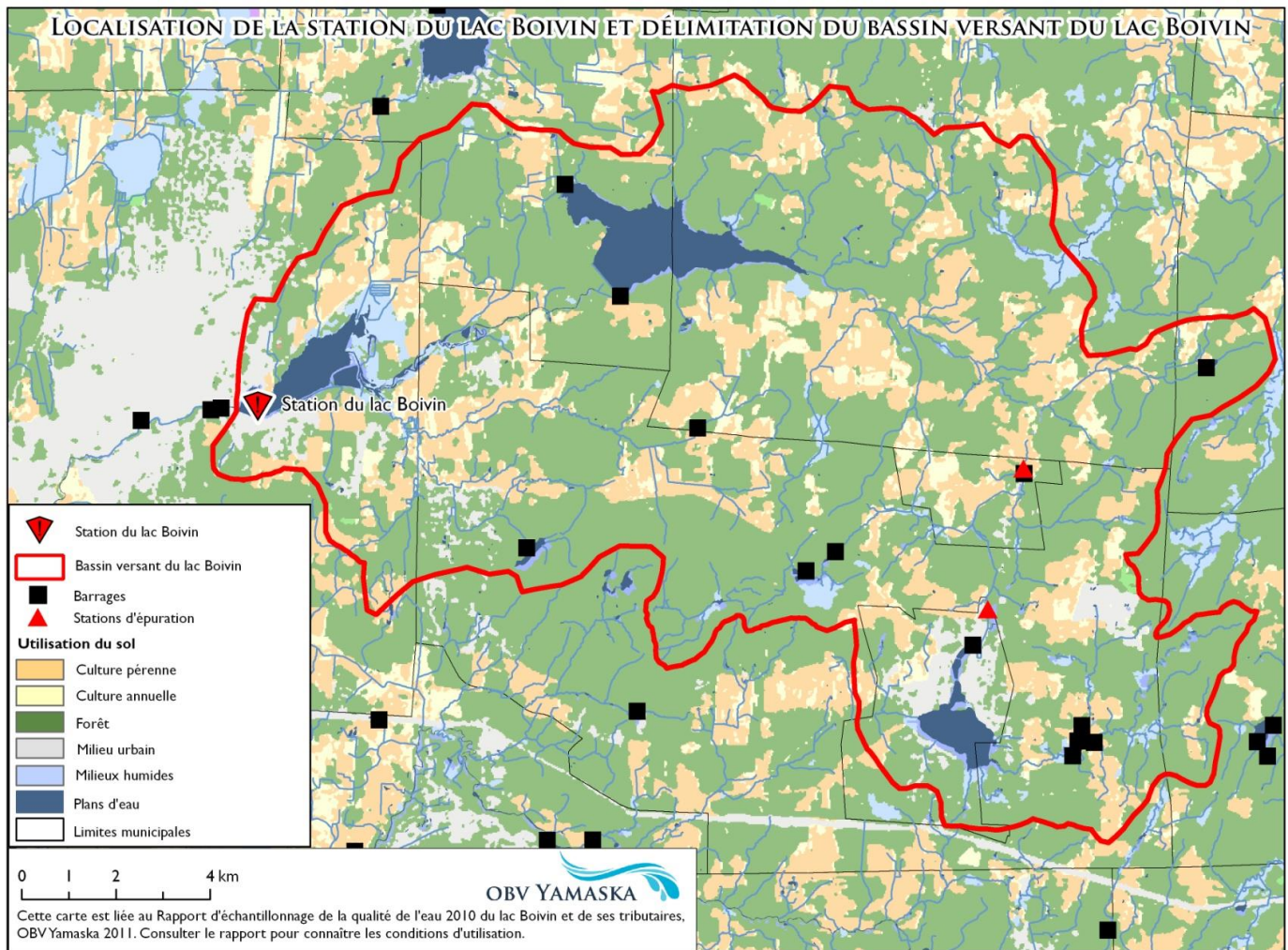
Le lac Boivin, d'une superficie de 1,35 km², se situe au cœur de la Ville de Granby. Son bassin versant, qui s'étend de Waterloo à Granby et qui couvre une superficie d'environ 212 km², correspond en grande partie à l'amont du bassin versant de la Yamaska Nord, le principal tributaire du lac (Figure 2) (Teknika HBA inc., 2010; OBV Yamaska, 2011b). Le bassin versant comporte également deux autres plans d'eau majeurs, soit le lac Waterloo et le réservoir Choinière. Par ailleurs, ce dernier aurait un impact important sur la qualité de l'eau du lac Boivin, en captant ou sédimentant plusieurs éléments, notamment le phosphore (INRS-EAU, 1976). Il est à noter que ceci pourrait éventuellement avoir l'effet inverse suite à du relargage ou de la désédimentation du réservoir, ou bien encore, de la vidange épisodique de ce dernier (La Violette, 1999).

Selon Teknika HBA inc. (2010), le temps de renouvellement du lac Boivin est relativement rapide, tout en considérant que les courants d'eau peuvent avoir une influence sur ce temps de renouvellement : une zone plus isolée devrait donc se renouveler plus lentement qu'une zone dynamique. Une fontaine se retrouve aussi au centre de la fosse et les macrophytes aquatiques ne sont pas ou peu visibles à cet endroit.

Le territoire du bassin versant du lac Boivin est constitué principalement d'un couvert forestier, de cultures pérennes et annuelles, ainsi que de milieux résidentiels et urbains. Le lac est également entouré de plusieurs milieux humides. Le côté nord du lac se caractérise par des cultures pérennes et annuelles, ainsi que par des résidences dotées d'installations sanitaires. Le milieu urbain couvre principalement les secteurs ouest et sud du lac, où il est possible d'être confronté à des débordements des réseaux d'égouts et pluviaux (OBV Yamaska, 2011b). En effet, quatre ouvrages de surverse ont des points de rejet situés directement dans le lac (Drolet, 2014).

Les sites suivants se retrouvent également dans le bassin versant du lac Boivin et peuvent avoir une influence sur la qualité de l'eau :

- quatre ouvrages de surverse avec des points de rejet dans le lac;
- deux stations d'épuration situées en amont du lac;
- le barrage du réservoir Choinière, aussi situé en amont du lac;
- le Centre d'interprétation de la nature du lac Boivin (CINLB);
- deux dépôts à neige;
- un camping.



Source des données: Plan d'eau: MRNF, 2000 et 2001; utilisation du sol: MAPAQ, 2002; limites municipales: MRNF 2008; bassin versant du lac Boivin: OBV Yamaska, 2007; stations d'épuration: MDDER, 2008; barrages: CEHQ

Figure 2 Localisation de la station du lac Boivin et délimitation du bassin versant du lac Boivin

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Paramètres analysés

Les paramètres analysés depuis 2010 sont principalement ceux associés au programme RSVL, c'est-à-dire le carbone organique dissous, la chlorophylle α , le phosphore total et la transparence de l'eau. Ces paramètres permettent d'évaluer le niveau trophique d'un lac et de faire le suivi de son évolution sur une échelle temporelle (Tableau 2) (Gouvernement du Québec, 2018a).

Tableau 2 Paramètres analysés en laboratoire et *in situ* en 2017

Analyses en laboratoire	Analyses <i>in situ</i> par l'OBV Yamaska
Carbone organique dissous	Transparence
Chlorophylle α	Conductivité*
Phosphore total	pH
<i>Escherichia Coli</i> (<i>E. Coli</i>)	Turbidité*
	Oxygène dissous
	Température*

* Ces paramètres ne seront pas discutés dans le présent rapport. Ils ont plutôt servi à baliser certains aspects de l'analyse de la qualité de l'eau.

Pour la contamination bactériologique, c'est l'espèce *Escherichia coli* (*E. coli*) qui a été analysée depuis 2016 (voir la section 3.2 ci-dessous). Les prélèvements ont été faits à la main à une profondeur de 15 centimètres sous la surface de l'eau, au niveau de la fosse du lac.

Chaque paramètre permet d'obtenir des informations sur un aspect physique, chimique, biologique ou bactériologique de l'eau et détient sa signification environnementale propre (Tableau 3).

Tableau 3 Signification environnementale des paramètres analysés, adapté de Hébert et Légaré (2000)

Paramètre	Signification environnementale
Carbone organique dissous	<ul style="list-style-type: none"> La concentration de <u>carbone organique dissous</u> permet d'évaluer la présence des matières responsables de la coloration jaunâtre ou brunâtre de l'eau, tel l'acide humique provenant des milieux humides (marécages, tourbières et marais). La transparence de l'eau diminue avec l'augmentation de la concentration en carbone organique dissous.
Chlorophylle α	<ul style="list-style-type: none"> La mesure de la <u>chlorophylle α</u> est utilisée comme indicateur de la biomasse phytoplanctonique dans les eaux naturelles. La chlorophylle α représente le plus important pigment chez les organismes photosynthétiques aérobies (en excluant les cyanobactéries) et toutes les algues en contiennent. Le contenu cellulaire en chlorophylle α est de 1 % à 2 % en poids sec.
Escherichia Coli (E. coli)	<ul style="list-style-type: none"> En raison des difficultés que pose la détection des bactéries et virus pathogènes, on détermine qu'une eau est exempte de micro-organismes pathogènes par des méthodes indirectes. On utilise des bactéries intestinales non pathogènes, soit les coliformes thermotolérants (fécaux), comme indicateurs de pollution fécale, donc de la présence potentielle de bactéries et virus pathogènes. Les <u>coliformes thermotolérants (fécaux)</u> proviennent des matières fécales produites par les humains et les animaux à sang chaud et ils peuvent être facilement identifiés et comptés. L'<i>E. coli</i> est une sous-classe des coliformes fécaux qui est davantage associée au développement de maladies gastro-intestinales chez les baigneurs.
Conductivité	<ul style="list-style-type: none"> C'est la capacité d'une eau à conduire l'électricité. La <u>conductivité</u> des eaux dépend de leur concentration ionique et de leur température. Elle donne une bonne indication des changements de la composition des eaux et spécialement de leur concentration en minéraux. La conductivité augmente avec la teneur en solides dissous. Cette mesure permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau, c'est-à-dire la quantité de substances dissoutes ionisées présentes.
Matières en suspension	<ul style="list-style-type: none"> Les <u>matières en suspension</u> sont constituées par les solides en suspension dans l'eau. Ils proviennent de sources naturelles, d'effluents municipaux et industriels, du ruissellement des terres agricoles ainsi que des retombées de matières atmosphériques en suspension.
pH	<ul style="list-style-type: none"> Le <u>pH</u> indique l'équilibre entre les acides et les bases d'un plan d'eau et est une mesure de la concentration des ions hydrogène en solution. Il se mesure sur une échelle de 0 à 14. Un pH de 7 indique une eau neutre; les valeurs inférieures à 7 indiquent des conditions acides, et les valeurs supérieures à 7 sont caractéristiques de conditions alcalines. Le pH influence la toxicité de plusieurs éléments en régissant un grand nombre de réactions chimiques. Dans les eaux naturelles peu soumises aux activités humaines, le pH dépend de l'origine de ces eaux et de la nature géologique du sous-sol.
Phosphore dissous	<ul style="list-style-type: none"> Le phosphore peut se retrouver sous de nombreuses formes organiques ou inorganiques et être présent dans l'eau sous forme dissoute ou en suspension. Il est directement assimilable par les algues et plantes aquatiques. Le phosphore étant une substance nutritive essentielle pour les végétaux, il est possible de contrôler la croissance des algues et des plantes aquatiques en limitant la quantité de phosphore atteignant les cours d'eau.

Phosphore total	<ul style="list-style-type: none"> • Tant dans les eaux de surface que dans les eaux usées, le <u>phosphore (total)</u> se retrouve principalement sous la forme de phosphates. Il est dissous ou associé à des particules. Le phosphore présent dans les eaux de surface provient principalement des effluents municipaux, du lessivage et du ruissellement des terres agricoles fertilisées et des effluents de certaines industries (ex. : agro-alimentaires et papetières). Le phosphore est un élément nutritif essentiel à la croissance des plantes. Toutefois, au-dessus d'une certaine concentration et lorsque les conditions sont favorables (faible courant, transparence adéquate, etc.), il peut provoquer une croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques.
Transparence de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • La <u>transparence</u> diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues dans l'eau du lac. Il y a donc un lien entre la transparence de l'eau d'un lac et son état trophique. Les lacs eutrophes sont généralement caractérisés par une faible transparence de leur eau.
Turbidité	<ul style="list-style-type: none"> • La <u>turbidité</u> est la mesure du caractère trouble de l'eau. Elle est causée par les matières en suspension telles que l'argile, le limon, les particules organiques, le plancton et les autres organismes microscopiques. Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et peut ainsi diminuer la croissance des algues et des plantes aquatiques.

Les données de pluviométrie de la station Granby du réseau de surveillance Info-Climat du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) seront utilisées pour l'interprétation des données (Gouvernement du Québec, 2018b) (voir Annexe I)

3.2 Indices utilisés

Depuis plus de 40 ans, un suivi de la qualité des eaux de baignade s'effectue au Québec à travers le Programme Environnement-Plage (PEP), qui est sous la responsabilité du Centre de contrôle environnemental du Québec (CCEQ) du MDDELCC. Ce programme permet de renseigner la population sur la qualité des eaux de baignade de différentes plages publiques (Brouillette, 2010; Gouvernement du Québec, 2018c). Jusqu'en 2013, l'attribution des cotes aux plages participantes était basée sur la moyenne géométrique des concentrations de coliformes thermotolérants (fécaux), en fonction des classes de qualité bactériologique des eaux de baignade en eaux douces. Depuis 2013, le PEP se base sur la moyenne arithmétique des concentrations d'*Escherichia coli* (*E. coli*). Rappelons que l'*E. coli* est une sous-espèce de bactéries dans la famille des coliformes fécaux; elles composent généralement les deux tiers de ces derniers en eaux douces et elles sont davantage associées au développement de maladies gastro-intestinales chez les baigneurs. L'*E. coli* est un indicateur plus spécifique d'une contamination fécale que le groupe des coliformes fécaux (CEAEQ, 2014). Le critère de protection pour le contact direct (de type baignade) est de 200 UFC/100 ml (Gouvernement du Québec, 2018c). Étant donné que les valeurs pour

l'*E. coli* sont du même ordre de grandeur que celles pour les coliformes fécaux, les résultats du lac Boivin obtenus cette année peuvent être comparés à ceux des années antérieures.

La chlorophylle α , le phosphore total et la transparence de l'eau ont été analysés en fonction de la classification des niveaux trophiques des lacs du MDDELCC.

Le carbone organique dissous a été comparé à la plage de variation habituelle, 5^e et 95^e centile de Hébert et Légaré (2000), puisqu'aucun indice ou critère de qualité de l'eau spécifique n'existe pour ce paramètre.

3.3 Période d'échantillonnage

Le lac Boivin a été échantillonné à 10 reprises du 31 mai au 10 octobre 2017 (Photos 1 à 4).



Photo 1 Le Lac Boivin le 31 mai 2017



Photo 2 Le Lac Boivin le 27 juin 2017



Photo 3 Le Lac Boivin le 13 août 2017



Photo 4 Le Lac Boivin le 10 octobre 2017

3.4 Prélèvements et laboratoire

Les prélèvements ont été réalisés conformément aux recommandations du guide de *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau* (Hébert et Légaré, 2000). Afin de contrôler la qualité des manipulations, des blancs de terrain sont prélevés. Le phosphore total, l'*E. coli*, le carbone organique dissous et la chlorophylle α ont été analysés par le laboratoire du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

Le disque de Secchi a été utilisé pour évaluer la transparence de l'eau. Un poids lesté a servi pour effectuer les échantillonnages, de façon à descendre les bouteilles à une profondeur d'un mètre sous la surface de l'eau.

3.5 Limites du bassin versant

Les limites du bassin versant du lac Boivin, extraites par l'Agence géomatique montréalaise (GéoMont), ont été tirées du *Rapport d'échantillonnage de la qualité de l'eau 2010 du lac Boivin et de ses tributaires* (OBV Yamaska, 2011b).

GéoMont utilise l'extension *Hydrology* de la version 9.3 du logiciel ESRI ArcGIS pour produire les limites des bassins versants. Plus précisément, les outils utilisés en séquence *Flow Direction*, *Flow Accumulation* et *Watershed* permettent de délimiter systématiquement les régions en se reposant sur un modèle numérique de terrain. Le modèle numérique de terrain provient des données topographiques qui sont des courbes de niveau équidistantes de 10 mètres offertes à l'échelle 1 : 20 000 par le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec, via la base de données topographiques du Québec. D'autre part, les points d'échantillonnage relevés par l'OBV Yamaska, à l'été 2010, ont alimenté l'outil *Watershed* de façon à circonscrire uniquement les aires de contribution intéressantes dans le cadre de cette étude.

4. ANALYSE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DU LAC BOIVIN PAR PARAMÈTRE

La section suivante présente les résultats pour chacun des cinq paramètres analysés faisant suite aux 10 tournées d'échantillonnage à l'été. Le sommaire des résultats associés au RSVL ainsi que la compilation des résultats 2010-2017 de ce suivi se trouvent à l'annexe 2.

4.1 *Escherichia coli* (*E. coli*)

Les bactéries *E. coli* proviennent des matières fécales produites par les humains et les autres animaux. Le critère de qualité pour l'eau de surface au Québec, pour ce paramètre, correspond à un maximum de 1000 UFC/100 ml en ce qui a trait à la prévention de la contamination ainsi que la protection des activités récréatives et de l'esthétique pour les activités de contact secondaire (canotage, pêche) (Gouvernement du Québec, 2013). Quand il s'agit de contact primaire, comme la baignade, le critère correspond à un maximum de 200 UFC/100 ml (Gouvernement du Québec, 2013). Tel que mentionné à la section 3.2 ci-dessus, le Programme Environnement-Plage utilise une classification basée sur le critère le plus restrictif (Tableau 4).

Tableau 4 Classes de qualité bactériologique, pour la bactérie *Escherichia coli*, des eaux de baignade en eaux douces. Adapté de Gouvernement du Québec, 2013

Cote		Moyenne arithmétique (UFC/100 ml)
A	<u>Excellente</u>	0 - 20
B	<u>Bonne</u>	21 - 100
C	<u>Passable</u>	101 - 200
D	<u>Polluée</u>	> 201 ou plus de 10 % des échantillons d'un prélèvement sont > à 400 *

* S'il y a moins de 10 échantillons par prélèvement, on exige deux échantillons supérieurs à 400 au lieu d'appliquer la règle du 10 %.

Les coliformes thermotolérants (fécaux) et l'*E. coli* peuvent provenir de différentes sources liées aux activités humaines, soit : les rejets municipaux, l'épandage de fumier et lisier, les fosses septiques, les fosses à purin défectueuses et le ruissellement urbain (Hébert et Légaré, 2000).

Dus à des problèmes techniques, les coliformes fécaux n'ont pas été analysés lors du prélèvement du 28 août 2017. Un nouveau prélèvement d'eau a été effectué le 6 septembre 2017 pour pallier à ce manque.

L'analyse de l'*E. coli* pour 2017 donne une qualité d'eau excellente (A), avec une moyenne arithmétique de 20,7 UFC/100 ml (Tableau 5) et aucun dépassement n'a été enregistré durant la saison, signifiant que tous les échantillons se situent sous le critère de qualité de 200 UFC/100 ml (Figure 4). Toutefois, cette moyenne est plus élevée que celles des années 2015 et 2016. En 2017, la cote A a été atteinte par 8 échantillons sur 10 (Figure 4), sans corrélation avec la quantité de précipitations (Annexe 1). Les deux échantillons obtenant une cote de B ont été effectués à l'automne (Figure 4), et la cote est encore une fois sans corrélation avec la quantité de précipitations (Annexe 1). Le taux le plus élevé d'*E. coli* a été observé le 6 septembre avec une valeur de 92 UFC/100 ml (Tableau 6). Notons qu'en recalculant la moyenne estivale sans cette valeur aberrante, la moyenne retombe près de celles des années 2015 et 2016.

Rappelons que depuis 2015, la valeur demandée pour la classification de la qualité est la moyenne arithmétique et non plus la moyenne géométrique. Les cotes de qualité pour les années antérieures qui se retrouvent au tableau 5 ont été recalculées pour refléter cette nouvelle méthodologie. Toutefois, la moyenne pluriannuelle pour 2011-2017 n'a pas été calculée pour ce paramètre compte tenu du changement du remplacement des coliformes thermotolérants (fécaux) par l'*E. coli*.

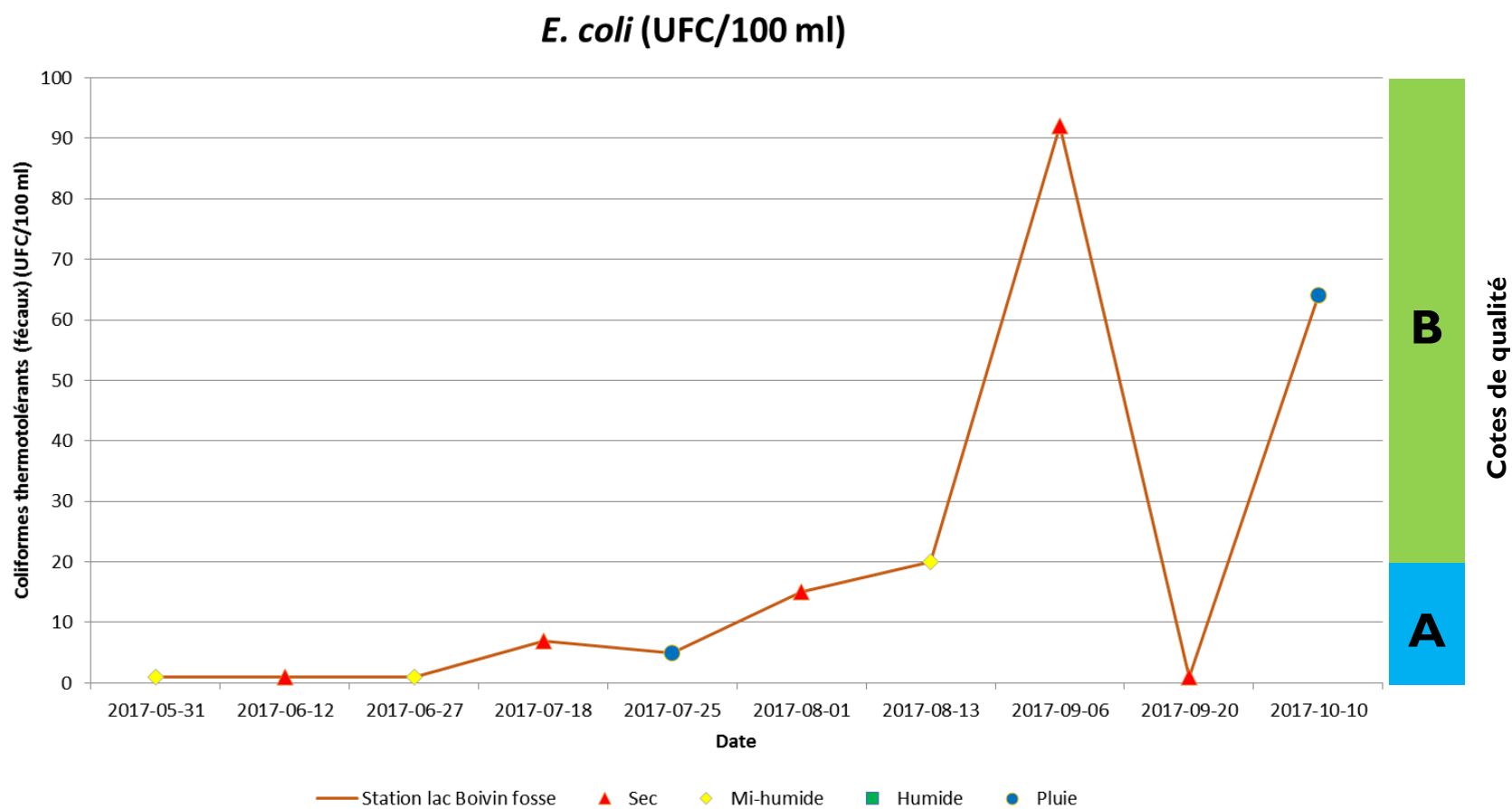


Figure 3 Concentration de E. coli pour chaque prélèvement en 2017

Tableau 5 Moyennes arithmétiques, classes de qualité et dépassements de 2011 à 2017 pour les coliformes thermotolérants (fécaux)

COLIFORMES FÉCAUX 2011-2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE			
Année	Moyenne arithmétique (UFC/100 ml)	Classe de qualité	Nombre de dépassements¹
2011	139,4	C	2/9
2012	19,4	A	0/10
2013	29,8	B	0/10
2014	23,8	B	0/10
2015	11	A	0/10
2016	13,8	A	0/9
2017	20,7	A	0/10

¹ Nombre de dépassements du critère de protection des activités récréatives et de l'esthétique pour les activités de contact direct

Tableau 6 Concentration d'*E. coli* pour chacun des 10 prélèvements en 2017.

E. COLI EN 2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE	
Date	<i>E. coli</i> (UFC/100 ml)
2017-05-31	1
2017-06-12	1
2017-06-27	1
2017-07-18	7
2017-07-25	5
2017-08-01	15
2017-08-13	20
2017-09-06	92
2017-09-20	1
2017-10-10	64

4.2 Phosphore total

Le phosphore est reconnu comme un des principaux nutriments liés à l'eutrophisation des lacs et cours d'eau. Ce paramètre a été évalué en fonction de la classification trophique des lacs du MDDELCC (Tableau 7). Le lac Boivin étant aux prises avec des problématiques d'efflorescences de cyanobactéries, il serait donc souhaitable que l'apport en phosphore y soit le plus restreint possible.

Tableau 7 Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de phosphore total. Adapté de Gouvernement du Québec, 2018d

Classe trophique		Phosphore total (mg/l)
Classe principale	Classe secondaire (transition)	Moyenne
Ultra-oligotrophe		< 0,004
Oligotrophe		0,004 - 0,010
	<i>Oligo-mésotrophe</i>	0,007 - 0,013
Mésotrophe		0,010 - 0,030
	<i>Méso-eutrophe</i>	0,020 - 0,035
Eutrophe		0,030 - 0,100
Hyper-eutrophe		> 0,100

Le phosphore peut provenir de différentes sources liées aux activités humaines, soit : les rejets municipaux, les activités agricoles, les fosses septiques et le ruissellement urbain (Hébert et Légaré, 2000). Il peut également provenir du lac lui-même, par le relargage des sédiments.

Pour une huitième année consécutive, la station du lac Boivin est eutrophe en ce qui concerne le phosphore, avec une moyenne estivale de 0,05 mg/l (Tableau 8). Ce résultat contredit l'idée que depuis 2013 la quantité de phosphore à la station du lac Boivin amorçait une baisse (Tableau 8). La concentration de phosphore a atteint son pic saisonnier le 12 juin avec une valeur de 0,083 mg/l malgré le temps sec (Tableau 9). Par la suite, les valeurs diminuent pour remonter légèrement lors des temps mi-humides et de pluie (Figure 4). Contrairement à 2016, tous les prélèvements de 2017 ont dépassé le seuil de protection de 0,02 mg/l (Tableau 9). L'amplitude moyenne de dépassement est de 2,5, valeur qui n'a jamais été aussi élevée depuis 2011 (Tableau 8). La moyenne pluriannuelle 2010-2017 se situe maintenant à 0,045 mg/l (Tableau 8). Le phosphore jouant un rôle crucial dans la production primaire, les résultats obtenus peuvent souvent également expliquer ceux de la chlorophylle α et de la transparence. Comme en 2016, les résultats obtenus cette année démontre effectivement une corrélation entre ces trois paramètres.

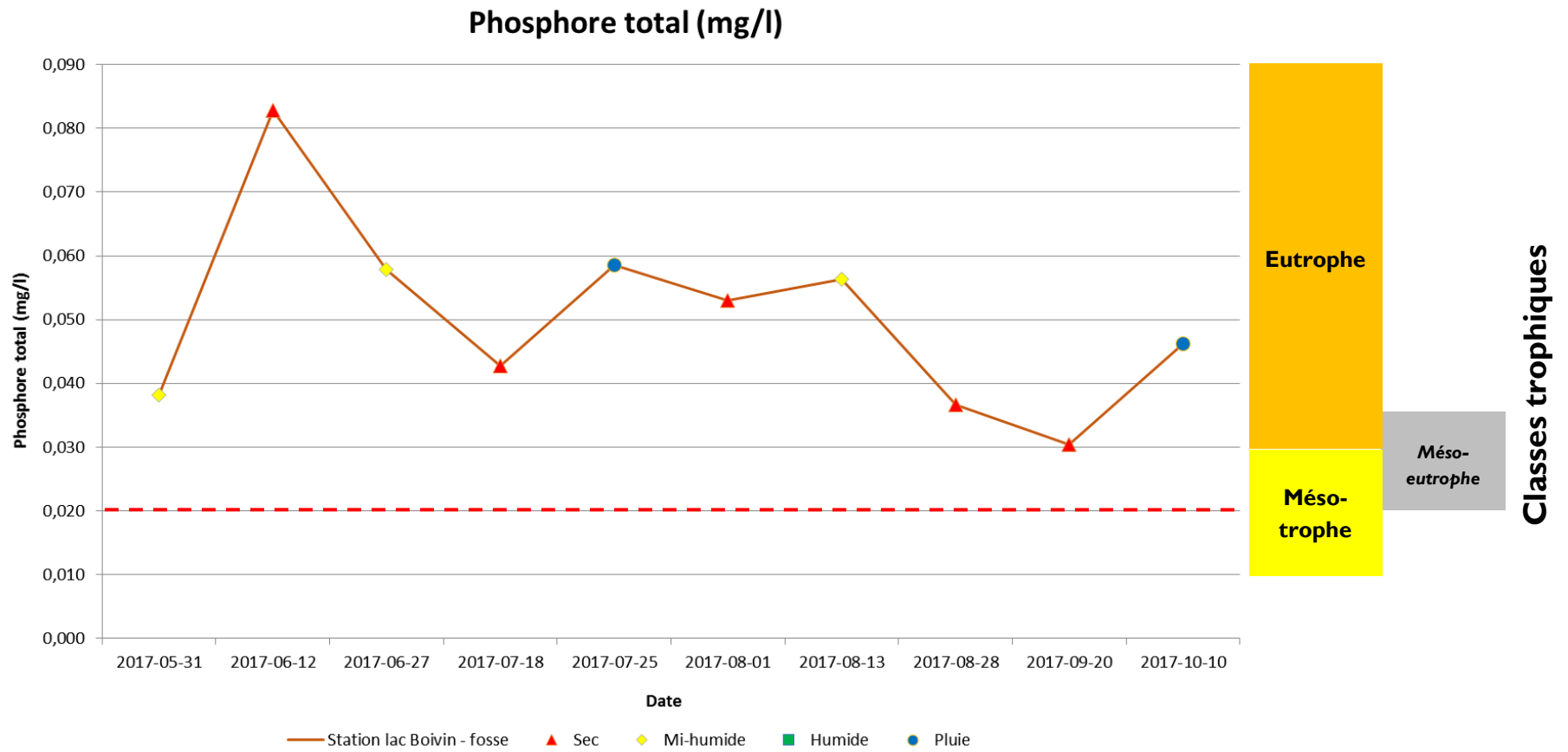


Figure 5 Concentration de phosphore total et classe trophique des prélèvements de 2017

Tableau 8 Moyenne, classe trophique, dépassements et amplitude moyenne pour le phosphore total de 2010 à 2017

PHOSPHORE TOTAL 2010-2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE				
Année	Moyenne (mg/l)	Classe trophique	Nombre de dépassements	Amplitude moyenne*
2010	0,044	Eutrophe	5/5	2,2
2011	0,069	Eutrophe	5/5	3,5
2012	0,036	Eutrophe	10/10	1,8
2013	0,046	Eutrophe	10/10	2,3
2014	0,040	Eutrophe	10/10	2,0
2015	0,038	Eutrophe	9/9	1,9
2016	0,034	Eutrophe	9/10	1,8
2017	0,050	Eutrophe	10/10	2,5
2010-2017	0,045	Eutrophe	68/69	2,3

*Nombre de fois supérieur au critère pour les dépassements.

Tableau 9 Concentration de phosphore pour chaque prélèvement en 2017

PHOSPHORE TOTAL EN 2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE	
Date	Phosphore total (mg/l)
2017-05-31	0,038
2017-06-12	0,083
2017-06-27	0,058
2017-07-18	0,043
2017-07-25	0,059
2017-08-01	0,053
2017-08-13	0,056
2017-08-28	0,037
2017-09-20	0,030
2017-10-10	0,046

4.3 Chlorophylle α

La mesure de la chlorophylle α est utilisée comme indicateur de la biomasse phytoplanctonique dans les eaux naturelles, car c'est un pigment contenu dans toutes les algues. Ce paramètre a été évalué en fonction de la classification trophique des lacs du MDDELCC (Tableau 10).

Tableau 10 Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de chlorophylle α . Adapté de Gouvernement du Québec, 2018d

Classes trophiques		Chlorophylle α ($\mu\text{g/l}$)
Classe principale	Classe secondaire (transition)	Moyenne
Ultra-oligotrophe		< 1
Oligotrophe		1 - 3
	<i>Oligo-mésotrophe</i>	2,5 - 3,5
Mésotrophe		3 - 8
	<i>Méso-eutrophe</i>	6,5 - 10
Eutrophe		8 - 25
Hyper-eutrophe		> 25

La valeur moyenne pour la chlorophylle α en 2017 est de 21,5 $\mu\text{g/l}$, ce qui représente une hausse du double de la valeur moyenne de 2016 (11,1 $\mu\text{g/l}$) et un pic depuis le début du programme d'échantillonnage en 2010 (Tableau 11). Comme pour le phosphore, la valeur la plus élevée a été atteinte le 12 juin (Tableau 12). À partir de la mi-juillet, les valeurs se sont stabilisées en-dessous de 8 $\mu\text{g/l}$, sauf pour le dernier prélèvement le 10 octobre, effectué en temps de pluie (Figure 6).

La valeur moyenne classifie le lac comme étant eutrophe (Tableau 11), ce qui correspond à la classe obtenue par l'analyse des valeurs de phosphore (Tableau 8). La moyenne pluriannuelle (2010-2017) de 12,36 $\mu\text{g/l}$ place aussi le lac Boivin dans la classe eutrophe (Tableau 11).

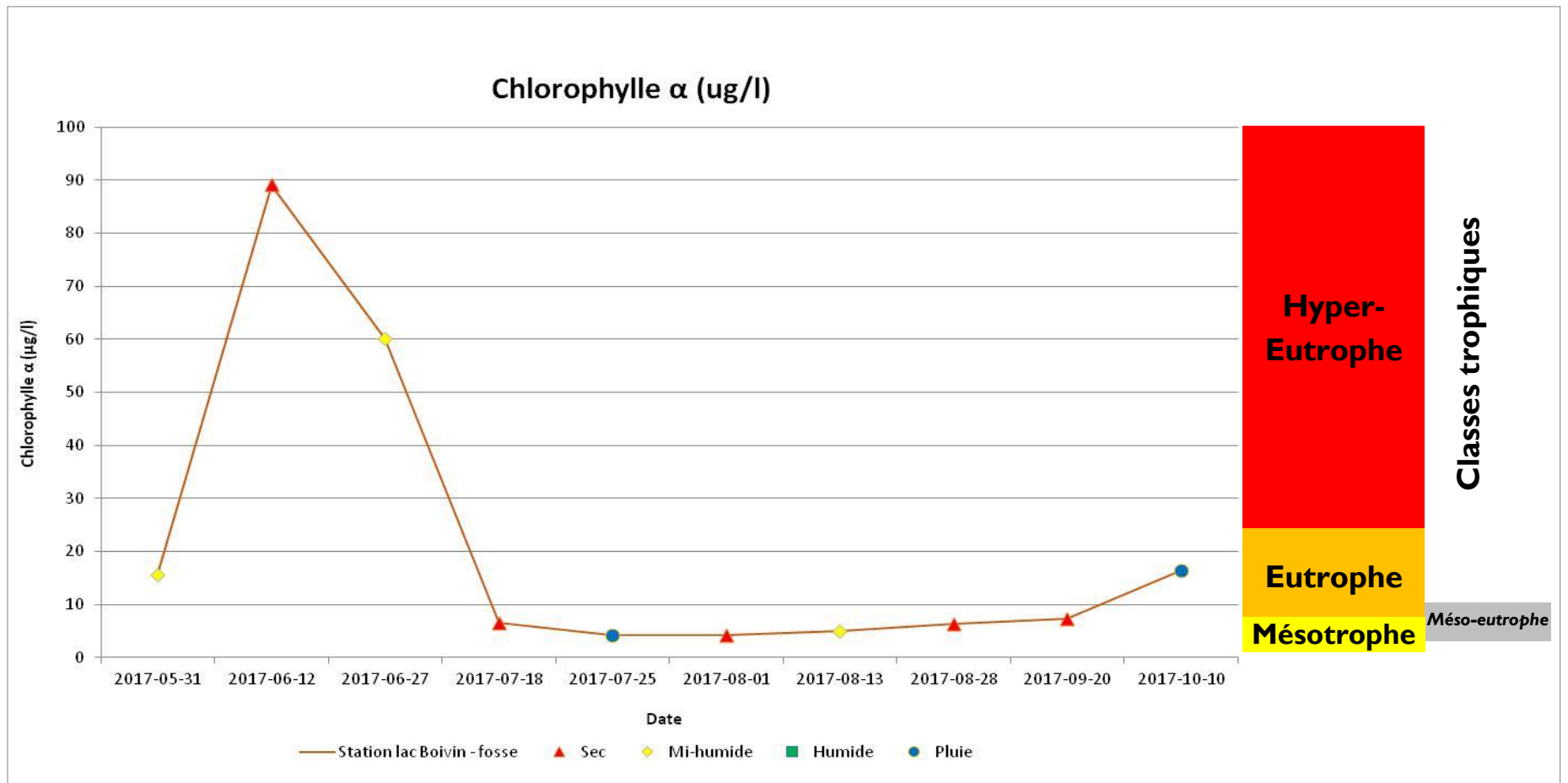


Figure 6 Concentration de chlorophylle α pour chaque prélèvement en 2017

Tableau 11 Moyennes et classes trophiques pour la chlorophylle α de 2010 à 2017

CHLOROPHYLLE α DE 2010-2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE		
Année	Moyenne ($\mu\text{g/l}$)	Classe trophique
2010	8,2	Méso-eutrophe
2011	19,1	Eutrophe
2012	6,6	Méso-eutrophe
2013	7,2	Méso-eutrophe
2014	17,4	Eutrophe
2015	7,8	Méso-eutrophe
2016	11,1	Eutrophe
2017	21,5	Eutrophe
2010-2017	12,36	Eutrophe

Tableau 12 Concentration de chlorophylle α pour chaque prélèvement en 2017

CHLOROPHYLLE α EN 2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE	
Date	Chlorophylle α ($\mu\text{g/l}$)
2017-05-31	15,70
2017-06-12	89,10
2017-06-27	60,20
2017-07-18	6,48
2017-07-25	4,25
2017-08-01	4,14
2017-08-13	4,99
2017-08-28	6,33
2017-09-20	7,26
2017-10-10	16,40

4.4 Carbone organique dissous

La plus grande partie du carbone organique des eaux naturelles est composée de substances humiques (par exemple, l'acide humique provenant des milieux humides) et de matière végétale et animale partiellement dégradées ainsi que de substances organiques provenant de divers effluents municipaux et industriels (Hébert et Légaré, 2000). La mesure du carbone organique dissous permet donc de suivre l'évolution d'une pollution organique dans les milieux aquatiques. La transparence de l'eau diminue avec l'augmentation de la concentration en carbone organique dissous.

Aucun critère de qualité n'existe pour le carbone organique dissous dans l'eau de surface, mais la plage de variation habituelle est de 2,3 mg/l à 11,2 mg/l (Hébert et Légaré, 2000). La moyenne estivale de 6,3 mg/l en 2017 se situe dans le deuxième tiers de la plage de variation habituelle, tout comme ce fut le cas pour les résultats des sept années précédentes (Tableau 13). Tous les échantillons de 2017 se positionnent dans la plage de variation habituelle (Figure 6). La moyenne pluriannuelle 2010-2017 est de 6,5 mg/l (Tableau 13).

Le pic estival 2017 a été atteint le 12 juin, correspondant encore une fois au pic des valeurs de phosphore et de chlorophylle α (Figures 4, 5 et 6). Après le 12 juin, la quantité de COD a largement diminué pour se maintenir à des niveaux similaires tout au long de la saison (Tableau 14).

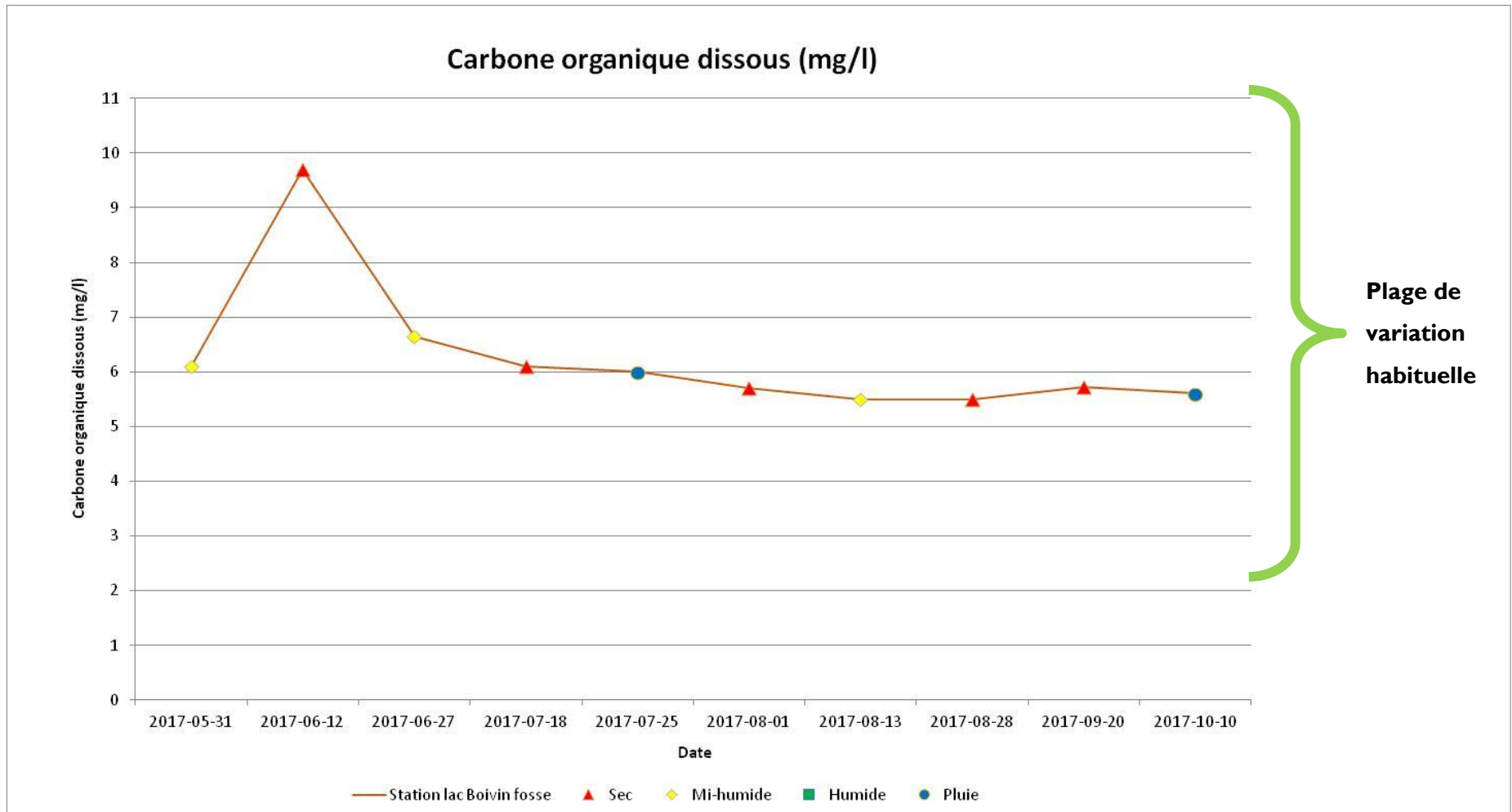


Figure 7 Concentration de carbone organique dissous pour chaque prélèvement en 2017

Tableau 13 Moyennes pour le carbone organique dissous mesuré de 2010 à 2017

CARBONE ORGANIQUE DISSOUS DE 2010-2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE	
Année	Moyenne (mg/l)
2010	6,2
2011	6,7
2012	5,6
2013	7,9
2014	5,7
2015	7,7
2016	5,6
2017	6,3
2010-2017	6,5

Tableau 14 Concentration de carbone organique dissous pour chaque prélèvement en 2017

CARBONE ORGANIQUE DISSOUS EN 2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE	
Date	Carbone organique dissous (mg/l)
2017-05-31	6,1
2017-06-12	9,7
2017-06-27	6,7
2017-07-18	6,1
2017-07-25	6,0
2017-08-01	5,7
2017-08-13	5,5
2017-08-28	5,5
2017-09-20	5,7
2017-10-10	5,6

4.5 Transparence

La profondeur à laquelle disparaît et réapparaît le disque de Secchi à la vue de l'observateur est une mesure de la transparence de l'eau. La transparence est fortement liée à la propriété de l'eau à transmettre la lumière. Plusieurs facteurs peuvent réduire la transparence de l'eau d'un lac. En plus de l'intensité lumineuse, la quantité et la nature des matières et des substances présentes dans l'eau jouent un rôle important. Toutefois, on observe que la transparence de l'eau diminue principalement en fonction de l'augmentation de la quantité d'algues en suspension. Puisque la quantité d'algues augmente avec la concentration en matières nutritives, il y a un lien entre la transparence de l'eau et l'état d'avancement de l'eutrophisation du lac (MDDEP et CRÉ Laurentides, 2007) (Tableau 15).

Tableau 15 Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de transparence. Adapté de Gouvernement du Québec, 2018d

Classes trophiques		Transparence (m)
Classe principale	Classe secondaire (transition)	Moyenne
Ultra-oligotrophe		> 12
Oligotrophe		12 - 5
	<i>Oligo-mésotrophe</i>	6 - 4
Mésotrophe		5 - 2,5
	<i>Méso-eutrophe</i>	3 - 2
Eutrophe		2,5 - 1
Hyper-eutrophe		< 1

Selon le protocole du RSVL, lorsque le disque de Secchi touche au fond du lac lors d'une mesure (ou plus), c'est la profondeur de l'eau qui limite la mesure et non la transparence réelle. Par conséquent, aucune moyenne n'est calculée et cette variable ne peut être utilisée pour le classement trophique du lac.

Au lac Boivin, une fontaine est localisée dans le secteur de la fosse, qui est associée à une profondeur approximative de 5,5 mètres. La station d'échantillonnage est positionnée à cet endroit. Étant donné la présence de cette fontaine, il est difficile d'échantillonner précisément au niveau de la fosse, d'où la possibilité que le disque de Secchi touche le fond à des profondeurs inférieures à 5,5 mètres. De façon à obtenir un portrait de la transparence du lac comparable d'une année à l'autre, une moyenne annuelle est tout de même calculée et celle-ci comprend les mesures touchant le fond.

Il est pertinent d'avoir un portrait de la transparence au courant de la saison estivale. Par exemple, si la qualité de l'eau est mauvaise durant la majorité de la période d'échantillonnage et que, tard dans la saison, le disque touche le fond du lac, il serait important malgré tout de considérer la mauvaise transparence qui a été relevée dans la presque totalité des cas. Cependant, il est bon de garder à l'esprit que, comme chaque lac a une profondeur différente, un lac ayant naturellement une profondeur de 4 mètres ne pourra jamais être oligotrophe selon les critères montrés plus-haut. La classe trophique associée au lac par la transparence doit donc servir à titre indicatif seulement.

En 2017, la valeur moyenne de la transparence de l'eau est de 2,2 m, ce qui la classe comme la moins limpide depuis 2011 (Tableau 16). Cette transparence moyenne situe le lac Boivin encore une fois dans la classe méso-eutrophe pour 2017. La moyenne pluriannuelle de 2010 à 2017 (2,4 m) suit cette tangente (Tableau 17). Les 12 et 27 juin, les valeurs de transparence étaient de 1 m et 1,2 m (Tableau 17). La limite du critère de protection des activités récréatives et esthétiques de 1,2 m, ce qui place la qualité de l'eau durant ces deux périodes comme peu recommandable (Gouvernement du Québec, 2018e) (Tableau 17).

En juin, une corrélation a été observée entre la transparence et les paramètres suivants : phosphore total, chlorophylle α et carbone organique dissous. Plus précisément, la transparence mesurée au cours de l'échantillonnage de juin indiquait, tout comme les autres paramètres nommés, une eau moins limpide qu'au cours des autres mois de la période estivale (Figures 4, 5, 6 et 7).

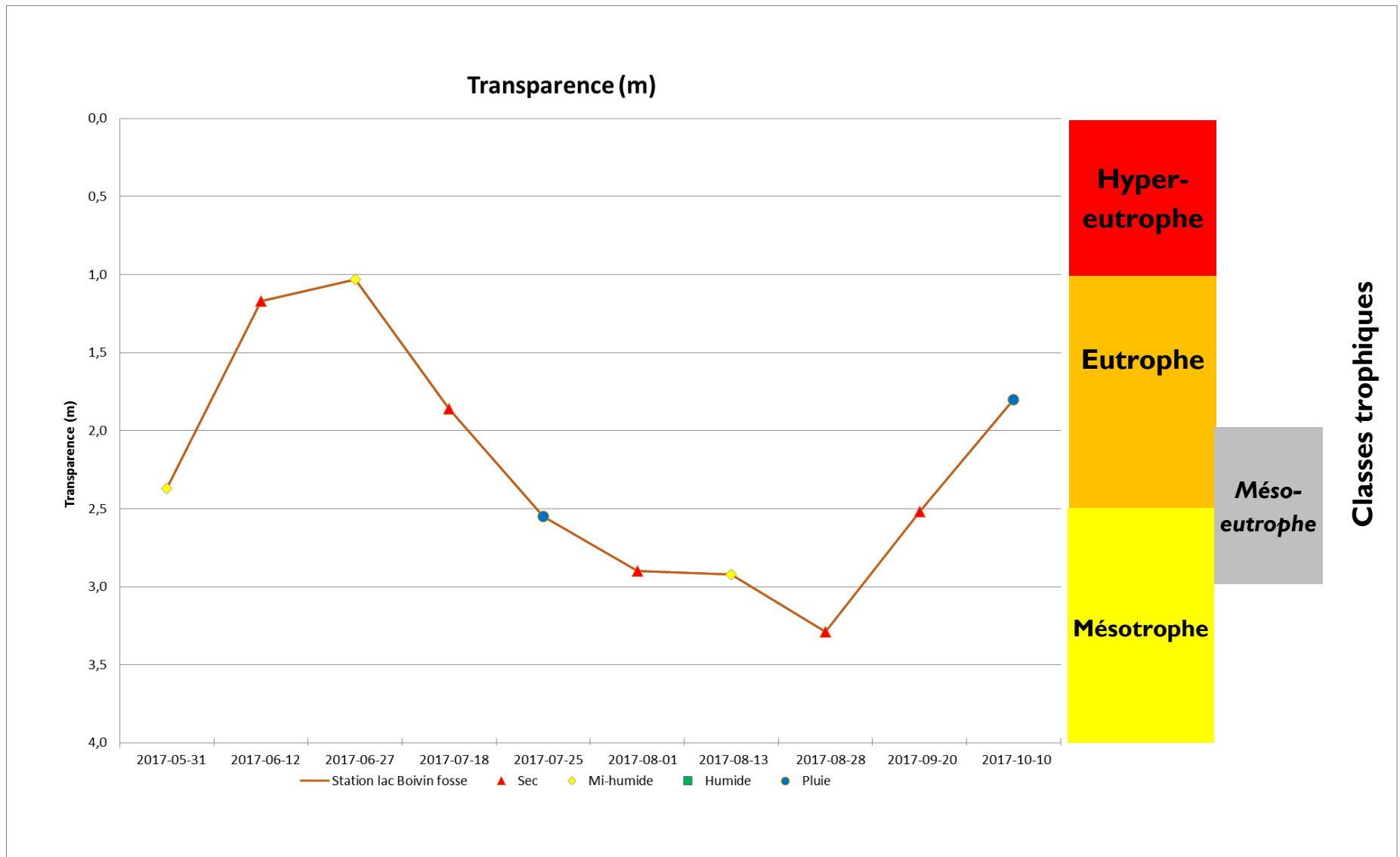


Figure 8 Mesures de transparence pour chaque sortie en 2017

Tableau 17 Moyennes et classes trophiques pour la transparence de 2010 à 2017

TRANSPARENCE 2010-2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE		
Année	Moyenne (m)	Classe trophique
2010	2,2 ^F	Méso-eutrophe
2011	1,1	Eutrophe
2012	2,4	Méso-eutrophe
2013	2,6	Méso-eutrophe
2014	3,0 ^F	Méso-eutrophe
2015	2,9 ^F	Méso-eutrophe
2016	2,7	Méso-eutrophe
2017	2,2	Méso-eutrophe
2010-2017	2,4	Méso-eutrophe

^F Le disque de Secchi a touché le fond du lac à une reprise en 2010 et en 2014 et à deux reprises en 2015. Ces données ont été considérées dans la moyenne annuelle.

Tableau 16 Mesures de transparence pour chaque sortie en 2017

TRANSPARENCE EN 2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE	
Date	Transparence (m)
2017-05-31	2,4
2017-06-12	1,2
2017-06-27	1,0
2017-07-18	1,9
2017-07-25	2,6
2017-08-01	2,9
2017-08-13	2,9
2017-08-28	3,3
2017-09-20	2,5
2017-10-10	1,8

4.6 Paramètres de la multisonde (oxygène dissous et pH)

Les paramètres mesurés à l'aide la multisonde permettent d'obtenir des résultats complémentaires aux paramètres mesurés en laboratoire (phosphore total, chlorophylle α , carbone organique dissous) et à l'aide du disque de Secchi (transparence). La multisonde permet d'obtenir des valeurs de température, de conductivité, de turbidité, d'oxygène dissous et de pH. Dans ce présent rapport, seuls les résultats des deux derniers paramètres mentionnés seront discutés, puisque des critères de protection en fonction des usages sont disponibles uniquement pour ceux-ci.

Les recommandations pour la qualité de l'eau, aux fins de la protection de la vie aquatique, établissent que les conditions sont acceptables à la survie des organismes aquatiques au stade adulte lorsque la valeur de l'oxygène dissous est supérieure à 6,5 mg/l dans les écosystèmes d'eau froide (CCME, 1999). Or, en date du 25 juillet 2017, la valeur d'oxygène dissous (6,4 mg/l) est tombée sous ce seuil (Tableau 18). Comme l'oxygène dissous varie, entres autres, en fonction de la température et des précipitations (ruissellement), ces paramètres ont aussi été analysés. Cette faible concentration en oxygène dans l'échantillon ne semble pas être expliquée par la température de l'eau. Deux évènements pourraient expliquer cette baisse en concentration d'oxygène dissous, soit le temps pluvieux et l'activité de faucardage en cours (Gouvernement du Québec, 2018f) (Annexe I-tableau I).

Quant au pH, les échantillons prélevés le 12 juin, le 27 juin et le 18 juillet ont indiqué des valeurs qui étaient hors de la plage de protection des activités récréatives et de l'esthétique qui se situe entre 6,5 et 8,5 (Tableau 18) (Gouvernement du Québec, 2018g). Comme le pH tend à augmenter avec l'activité photosynthétique (CRE Laurentides, 2007), il est possible que la présence d'algues en surface et l'activité de faucardage expliquent, respectivement, les valeurs du 27 juin du 18 juillet.

Tableau 18 Température de l'eau, oxygène dissous et pH mesurés lors de l'échantillonnage estival de 2017

TEMPÉRATURE, OXYGÈNE DISSOUS ET PH EN 2017 À LA STATION LAC BOIVIN - FOSSE			
Date	Température de l'eau (°C)	Oxygène dissous (mg/l)	pH
2017-05-31	18,0	8,10	7,08
2017-06-12	24,1	10,21	8,79
2017-06-27	21,7	10,50	8,88
2017-07-18	22,9	9,59	8,82
2017-07-25	20,1	6,40	7,35
2017-08-01	23,6	7,32	7,97
2017-08-13	23,4	7,85	7,82
2017-08-28	20,2	10,35	8,03
2017-09-20	23,3	10,04	7,9
2017-10-10	17,0	7,6	6,9

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La campagne d'échantillonnage 2017 a permis de poursuivre la collecte de données pour le lac Boivin. Ce suivi pluriannuel sur huit ans nous permet de confirmer que le lac Boivin est dans un stade d'eutrophisation relativement avancé, se situant entre les classes trophiques méso-eutrophe et eutrophe selon les éléments analysés. Selon Simoneau *et al.* (2004), la chlorophylle α serait le meilleur indicateur de l'état trophique d'un lac lorsque les signaux en provenance des différents paramètres seraient discordants comme c'est le cas pour le lac Boivin. En effet, pour chaque année depuis 2010, le lac est eutrophe en ce qui concerne le phosphore et dans la classe de transition méso-eutrophe pour la transparence, à l'exception de 2011. La situation est plus complexe pour la chlorophylle α : en 2010, 2012, 2013 et 2015, la classe trophique associée à ce paramètre était méso-eutrophe, alors qu'elle était plutôt eutrophe en 2011, 2014, 2016 et 2017. En consultant le tableau 19, qui détaille la classe trophique par année et par paramètre depuis 2010, nous n'observons aucune tendance significative dans l'évolution des classes trophiques mesurées à la fosse du lac Boivin depuis 2010, même en ne prenant en considération que la chlorophylle α .

Tableau 19 Classe trophique par paramètre de 2010 à 2017

CLASSES TROPHIQUES LIÉES AU PHOSPHORE, À LA CHLOROPHYLLE α ET À LA TRANSPARENCE DE 2010 À 2017			
Année	Phosphore	Chlorophylle α	Transparence
2010	Eutrophe	Méso-eutrophe	Méso-eutrophe
2011	Eutrophe	Eutrophe	Eutrophe
2012	Eutrophe	Méso-eutrophe	Méso-eutrophe
2013	Eutrophe	Méso-eutrophe	Méso-eutrophe
2014	Eutrophe	Eutrophe	Méso-eutrophe
2015	Eutrophe	Méso-eutrophe	Méso-eutrophe
2016	Eutrophe	Eutrophe	Méso-eutrophe
2017	Eutrophe	Eutrophe	Méso-eutrophe

* Les classes trophiques du phosphore et de la chlorophylle α de 2010 et 2011 sont basées sur cinq données, Toutes les autres classes trophiques (phosphore, chlorophylle α et transparence) sont basées sur 9 ou 10 données par saison.

Pour ce qui est des critères de qualité de l'eau de surface, rappelons que le phosphore a dépassé le critère de protection des activités récréatives et de l'esthétique pour tous les prélèvements depuis 2010 à l'exception du dernier prélèvement de 2016. Il n'y a eu aucun dépassement du critère pour les contacts directs en ce qui concerne les *E. coli*. (ou les coliformes thermotolérants) depuis 2012. Le tableau 20 présente les classes de qualité pour le phosphore et les coliformes fécaux, ainsi que le pourcentage et l'amplitude des dépassements de ces deux paramètres depuis 2010.

L'oxygène dissous et le pH, tous deux mesurés à l'aide d'une multisonde, ont aussi dépassé leur seuil respectif de protection, soit la protection de la vie aquatique pour l'oxygène et la protection des activités récréatives et de l'esthétique pour le pH (Tableau 18).

Il est important de mentionner les résultats obtenus lors du prélèvement du 12 juin 2017. Pour la saison 2017, les valeurs les plus élevées de phosphore, de chlorophylle α , de COD ont toutes été obtenues à cette date, ainsi que la valeur la plus basse de transparence. Le 12 juin, la journée était ensoleillée, le temps était sec, les vagues étaient moyennement fortes en raison d'un vent fort. L'eau était trouble (4,72 UTN). Dans les lacs peu profonds, comme le lac Boivin, de forts vents peuvent contribuer à un brassage momentané de la colonne d'eau. Plusieurs études démontrent qu'un tel brassage peut provoquer une turbidité anormale, une augmentation du phosphore, une augmentation de l'oxygène dissous et du pH (Simoneau *et al.*, 2004) (Ville de Québec, 2005). Aucun autre évènement connu nous permet d'interpréter les mauvais résultats obtenus le 12 juin.

Tableau 20 Classes de qualité et dépassements de critères pour le phosphore et les coliformes fécaux de 2010 à 2017

Année	Phosphore			Coliformes thermotolérants (fécaux)		
	Classe de qualité	% dépassements	Amplitude moyenne	Classe de qualité	% dépassements	Amplitude moyenne
2010	Eutrophe	100%	2,2	N/D	N/D	N/D
2011	Eutrophe	100%	3,5	C	22,2%	2,9
2012	Eutrophe	100%	1,8	A	0	—
2013	Eutrophe	100%	2,3	B	0	—
2014	Eutrophe	100%	2,0	B	0	—
2015	Eutrophe	100%	1,9	A	0	—
2016	Eutrophe	90%	1,8	A	0	—
2017	Eutrophe	100%	2,5	A	0	—

5.1 Suivi de la qualité de l'eau

Il est recommandé de poursuivre le suivi de la qualité de l'eau en 2018, comme l'indique l'action 6.1.6 du *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* (6.1.6 Poursuivre l'échantillonnage de l'eau à la fosse du lac Boivin) (Ville de Granby, 2015a). L'obtention de données sur plusieurs années permet d'établir un portrait plus réaliste de l'état du lac, en limitant la variabilité des résultats qui est associée aux conditions météorologiques et au taux de renouvellement extrêmement rapide du lac. Par le fait même, il est donc important de conserver le nombre de prélèvements à dix, soit un échantillonnage aux deux semaines environ de mai à octobre.

Il est également recommandé de poursuivre la campagne d'échantillonnage spatial présentement en cours dans le bassin versant du lac Boivin. Ce suivi implique de modéliser les apports de nutriments au lac en fonction de la topographie et de l'occupation du sol dans le bassin versant. En effet, la stratégie déployée permet de mettre en œuvre deux actions du *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin*, soit l'action 6.1.3 (Procéder à l'identification des secteurs problématiques d'où proviennent des sources ponctuelles ou diffuses d'apports en éléments nutritifs) et l'action 6.1.5 (Échantillonner et analyser les affluents du lac Boivin afin de déterminer la présence de divers contaminants tels que phosphates, matières en suspension et coliformes fécaux) (Ville de Granby, 2015a). Un suivi sur trois ans permet de faire abstraction des aléas météorologiques et d'obtenir un portrait fiable du comportement du bassin versant relatif aux exportations de contaminants au lac, ainsi que d'augmenter la précision de l'utilitaire GÉODEP pour ce qui est de la modélisation de ces apports sous différents scénarios d'aménagement du territoire et d'occupation du sol.

De façon à évaluer la qualité de l'eau et l'état trophique des cours d'eau, il est aussi possible d'effectuer un suivi à l'aide de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC). Les diatomées, des petites algues ordinairement brunâtres retrouvées dans le fond des cours d'eau, sont d'excellents indicateurs de la qualité de l'eau et du degré d'eutrophisation des cours d'eau de par leur sensibilité aux nutriments, plus particulièrement l'azote et le phosphore, ainsi qu'à la matière organique (Campeau, 2010).

5.2 Pratiques agricoles

Tel que mentionné dans le *Plan Vert* de la Ville de Granby (2008), le territoire de la Ville est constitué à 45 % de superficies agricoles. De plus, une bonne superficie du territoire du bassin versant du lac Boivin est utilisée à des fins agricoles. Le *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* propose plusieurs actions afin de réduire la pollution diffuse d'origine agricole. À la suite de l'identification des secteurs problématiques

pour la pollution ponctuelle et diffuse, par l'entremise de la campagne de caractérisation hydrologique et d'échantillonnage spatial en cours, il serait possible de promouvoir une amélioration des pratiques dans ces secteurs. Cela se ferait en accord avec l'action 6.2.12 qui vise à poursuivre le programme de soutien du milieu agricole pour réduire l'apport d'éléments nutritifs et de sédiments (Ville de Granby, 2015b), programme qui encourage les cultures de couverture et des ouvrages tels que des bandes riveraines et des haies brise-vent. Également, les actions du *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* 6.2.4 (Aménager des ouvrages agricoles visant le traitement des eaux chargées en éléments nutritifs, l'étape suivant la réalisation de l'action 6.1.3) et 6.2.8 (Évaluer la possibilité de créer des bassins de sédimentation dans le ruisseau Bouchard au sud du boulevard David-Bouchard) (Ville de Granby, 2015a) seraient de mise.

Le projet collectif du lac Boivin dirigé par l'OBV Yamaska permet de coordonner les efforts en milieu agricole sur tout le territoire du lac Boivin. Il est fortement recommandé que la Ville de Granby poursuive sa collaboration avec l'OBV Yamaska et les autres partenaires du projet collectif.

Il est également recommandé que la Ville poursuive son soutien au projet d'implantation de bandes riveraines végétalisées du club-conseil en agroenvironnement Gestrie-Sol. Cette mesure facilite entre autres l'application de la réglementation des bandes riveraines en milieu agricole. Ces dernières permettent l'établissement d'un écosystème riverain complet, tout en empêchant l'accès aux cours d'eau par le bétail.

5.3 Milieux humides

Les milieux humides sont des zones écologiques importantes, non seulement pour le maintien de la biodiversité, mais également pour leurs rôles d'épuration et de régulation des niveaux d'eau. Plusieurs milieux humides se retrouvent en amont du lac Boivin et jouent un rôle de filtre sur les nutriments se dirigeant vers les eaux du lac. Certains milieux humides sont entourés de quartiers résidentiels ou sont à proximité de zones en développement. Il est donc recommandé d'assurer qu'il n'y ait aucune perte nette de milieux humides en réalisant l'action 5.1.4 du *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* (Élaborer un plan de conservation des milieux naturels dans le Corridor bleu et vert de la Haute-Yamaska (5.1.1, 5.1.2 et 5.1.3)) (Ville de Granby, 2015a).

5.4 Gestion des eaux de ruissellement et contrôle de l'érosion

L'érosion et les eaux de ruissellement sont des problématiques associées tout particulièrement aux matières en suspension. Des surfaces mises à nu par des chantiers de construction, des travaux de voirie,

des enrochements de ponceaux, des routes non asphaltées, ainsi que l'absence de barrières de rétention de sédiments peuvent occasionner l'apport de particules dans les cours d'eau.

Considérant le développement ayant lieu sur le territoire de la Ville, il est fortement conseillé d'implanter des mesures de contrôle de l'érosion appropriées, telles que l'action 6.2.11 (Favoriser l'aménagement des fossés de drainage en noue végétalisée pour les nouveaux secteurs développés) et 6.2.5 (Aménager des seuils dans les fossés de routes. Privilégier les secteurs de la rue David Bouchard (nord du CINLB) et de la rivière Yamaska nord (en amont du lac Boivin), (étape suivant la réalisation de l'action 6.1.3)) du *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* (Ville de Granby, 2015a). Également, il faut empêcher la destruction ou l'empiétement dans la bande riveraine sur une largeur de 10 à 15 mètres. De plus, une gestion des eaux de pluie (Action 6.2.6 Gestion des eaux pluviales des fossés urbains) peut être favorable afin de contrer l'apport en sédiments souvent relié aux fortes variations de débit.

La MRC de La Haute-Yamaska et la MRC Brome-Missisquoi ont collaboré à l'élaboration d'un guide de gestion des eaux pluviales. La MRC Brome-Missisquoi a produit un guide terrain d'une bonne gestion environnementale des fossés, disponible sur Internet à l'adresse suivante : http://mrcbm.qc.ca/fr/eau_guide.php. Le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT) a publié plusieurs guides décrivant les bonnes pratiques en matière de planification territoriale, développement durable, gestion durable des eaux de pluie, etc. Pour de plus amples renseignements, visitez leur site Internet : <http://www.mamot.gouv.qc.ca/grands-dossiers/developpement-durable/#c2856>. Aussi, le Guide de gestion des eaux pluviales, disponible au lien suivant, est une bonne source d'information : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide.htm>.

5.5 Sensibilisation, communication et concertation

Une campagne de sensibilisation auprès des riverains et des autres acteurs de l'eau reste une action importante dans le but de les informer de l'importance de la conservation du milieu et des conséquences de leurs actions sur les cours d'eau et le lac Boivin. De plus, il est souhaitable de faire réaliser aux citoyens qu'un riche environnement les entoure et peut-être ainsi permettre une mobilisation de la population et des acteurs locaux pour améliorer la qualité de l'eau. Le plan de communication et de sensibilisation prévu

à l'action 4.3.1 dans le *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* (Ville de Granby, 2015a) s'inscrit parfaitement dans cette orientation.

Également, compte tenu de l'engouement populaire et des médias concernant le lac Boivin, l'organisation d'une soirée annuelle d'information citoyenne (action 4.3.3 du *Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin* (Ville de Granby, 2015a) permettrait d'informer et de sensibiliser la population sur l'état de la situation et les actions envisagées afin de réhabiliter le lac.

Enfin, comme 88 % du bassin versant du lac Boivin est à l'extérieur du territoire de la Ville de Granby, il est recommandé de favoriser une gestion intégrée de l'eau en assurant une concertation avec la MRC de La Haute-Yamaska et les municipalités en amont et l'OBV Yamaska. Ceci correspond à l'action 4.2.1 du *Plan d'action pour le lac Boivin* (Harmoniser le Plan d'action du lac Boivin avec les Plans d'action de la MRC de La Haute-Yamaska, le PDE du bassin versant de la Yamaska et le Schéma d'aménagement et de développement de la MRC de La Haute-Yamaska) (Ville de Granby, 2015a).

6. RÉFÉRENCES

BROUILLETTE D., 2010, La gestion des eaux de baignade. Un monde de différences! Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, Vecteur environnement, mai 2010, 4 p.

CAMPEAU S., 2010, Suivi biologique des cours d'eau du bassin versant de la rivière Yamaska à l'aide de l'indice IDEC, Rapport déposé au Conseil de gestion du bassin versant de la Yamaska (COGEBY), Université du Québec à Trois-Rivières, janvier 2010, 19 p.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT, 1999, Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique – oxygène dissous (eau douce), Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, Le Conseil, 7p.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (CEAEQ), 2014, Recherche et dénombrement des coliformes thermotolérants (fécaux) et confirmation à l'espèce *Escherichia coli* : méthode par filtration sur membrane, MA, 700 – Fec.Ec 1.0. Rév. 5, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 20 p.

CRE LAURENTIDES, 2007, Le pH, 3 p.

DROLET S., 2014, Connaître le lac Boivin pour mieux agir, Ville de Granby.

GENDRON M., J. ROCHON et R. RACINE, 2001, Histoire de Granby, Granby, Société d'histoire de la Haute-Yamaska.

GOVERNEMENT DU QUÉBEC, 2013, Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac, Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), ISBN 978-2-550-67327-9 (PDF), 30 p. + 1 annexe.

GOVERNEMENT DU QUÉBEC, 2018a, Le Réseau de surveillance volontaire des lacs – Résultats de la qualité de l'eau, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 21 mars 2018], URL : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/rsvl/index.htm>.

—, **2018b**, Données climatiques – Sommaire de données climatiques (tableau), Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 21 mars 2018], URL : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/climat/donnees/sommaire.asp>

—, **2018c**, Programme Environnement-Plage, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 21 mars 2018], URL : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/programmes/env-plage/>.

—, **2018d**, Le Réseau de surveillance volontaire des lacs – Les méthodes, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 21 mars 2018], URL : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/rsvl/methodes.htm>.

—, **2018e**, Critères de qualité de l'eau de surface – transparence, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 23 mars 2018], URL http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0459

—, **2018f**, Guide de gestion des eaux pluviales, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 15 avril 2018], URL <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide-gestion-eaux-pluviales.pdf>.

—, **2018g**, Critères de qualité de l'eau de surface – PH, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [Citation : 23 mars 2018], URL http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0381.

HÉBERT S., et S., LÉGARÉ, 2000, Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq n° ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p., et 3 annexes.

INRS-EAU, 1976, Étude intégrée de la qualité des eaux des bassins versants des rivières Saint-François et Yamaska, Volume 2 : secteur des substances nutritives, Québec, INRS-Eau, Ministère des Richesses naturelles, ISBN 2-89146-055-3, 288 p.

LA VIOLETTE N., 1999, Le bassin versant de la rivière Yamaska : les communautés ichthyologiques et l'intégrité biotique du milieu, section 6, dans ministère de l'Environnement (éd.), Le bassin de la rivière Yamaska : état de l'écosystème aquatique, Québec : Direction des écosystèmes aquatiques, 1999, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS ET CONSEIL RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES, 2007, Protocole de mesure de la transparence de l'eau, mai 2007, 2^e édition mai 2009, Québec, ISBN 978-2-550-5573-9 (version imprimée), 8 p.

OBV YAMASKA, 2011a, Bathymétrie du lac Boivin, 8 p.

OBV YAMASKA, 2011b, Rapport d'échantillonnage de la qualité de l'eau 2010 du lac Boivin et de ses tributaires, présenté à la Ville de Granby, Organisme de bassin versant de la Yamaska, 62 pages.

OBV YAMASKA, La Yamaska, c'est notre histoire! L'épopée tumultueuse du lac Boivin, [En ligne], [Citation : 31 mars 2018], URL : <http://www.obv-yamaska.qc.ca/node/407>, s.d.

SIMONEAU M, ROY L, ET OUELLET M, 2004, Info-lacs – Résultats de l'année 2003, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq n° ENV/2004/0374, rapport n° QE/152, 14 p.

TEKNIKA HBA INC., 2010, Ville de Granby, Perspectives de restauration du lac Boivin : synthèse de l'information pertinente, Rapport final, Montréal, Québec, N° de réf. : GRAV-482, 18 p.

VILLE DE GRANBY, 2015a, Plan d'action pour l'avenir du lac Boivin, 47 p. [En ligne], [Citation : 31 mars 2018], URL : <https://goo.gl/mFdGFW>.

—, **2015b**, Aide financière pour réduire la pollution d'origine agricole, [En ligne], [Citation : 31 mars 2018], URL : <http://www.ville.granby.qc.ca/fr/ville/nav/7C18/programmes.html>.

—, **2008**, Un plan vert pour la Terre, 28 p.

VILLE DE QUÉBEC, 2005, Impacts des embarcations motorisées sur la libération du phosphore à partir des sédiments : revue de la littérature et analyse pour le lac Saint-Augustin, 39 p.

ANNEXE 1

PRÉCIPITATIONS À LA STATION MÉTÉOROLOGIQUE DE GRANBY (7022800)

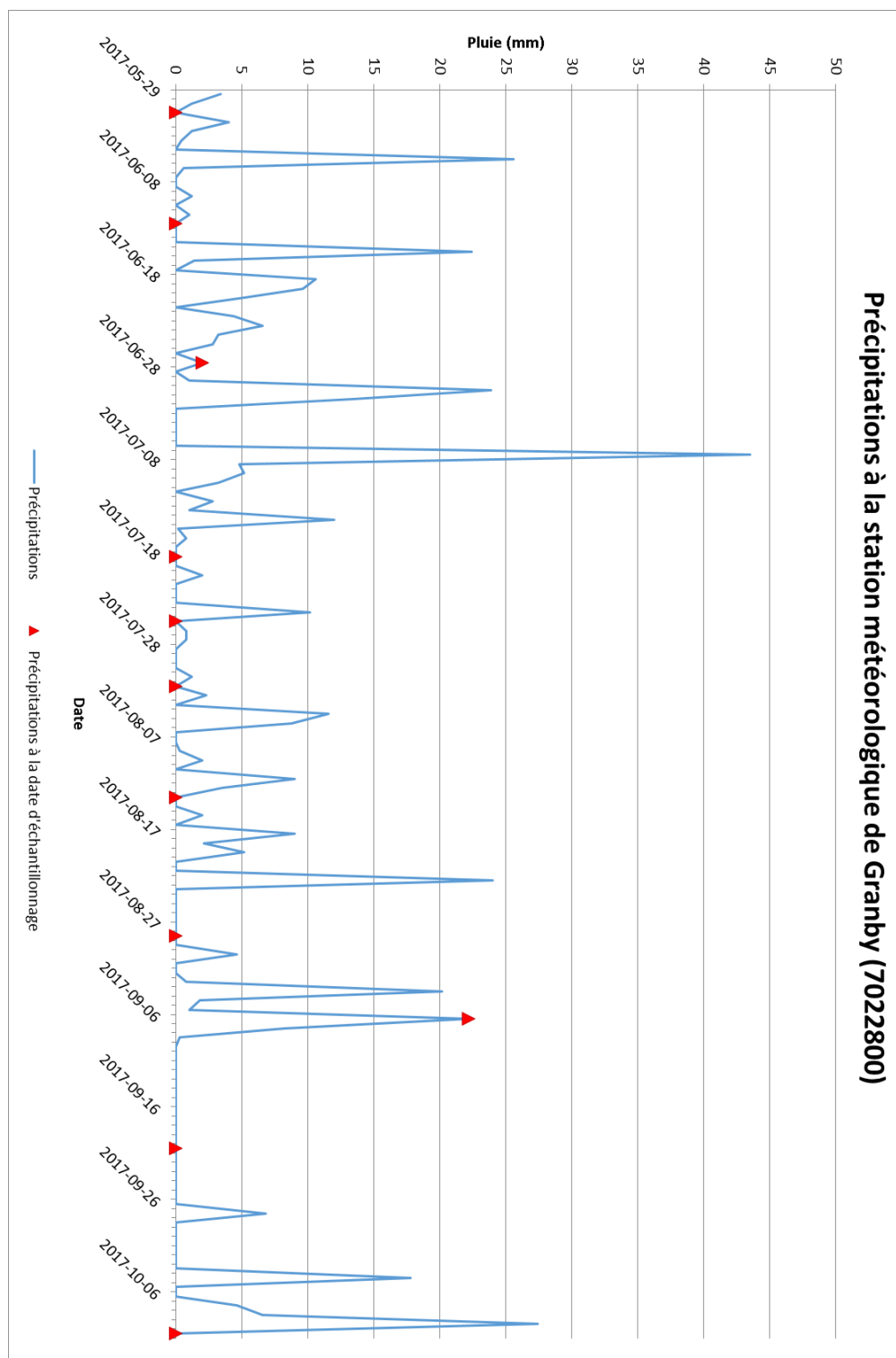


Figure I Précipitations à la station météorologique Granby (Gouvernement du Québec, 2018b)

Tableau I Type d'échantillonnage selon les précipitations (données corrigées) dans les 48 heures précédant l'échantillonnage (Gouvernement du Québec, 2018b)

Jour d'échantillonnage (j)	24 heures précédant l'échantillonnage	48 heures précédant l'échantillonnage	Type d'échantillonnage
	Précipitations (mm) quotidiennes - j-1 (8h j-1 à 8h j)	Précipitations (mm) quotidiennes - j-2 (8h j-2 à 8h j-1)	
2017-05-31	1,2	3,4	Mi-Humide
2017-06-12	1,0	0,0	Sec
2017-06-27	0,0	2,8	Mi-Humide
2017-07-18	0,0	0,8	Sec
2017-07-25	10,2	0,0	Pluie
2017-08-01	1,2	0,0	Sec
2017-08-13	3,5	9,0	Mi-Humide
2017-08-28	0,0	0,0	Sec
2017-09-06	1,0	1,8	Sec
2017-09-20	0,0	0,0	Sec
2017-10-10	27,4	6,6	Pluie

Pluviométrie	
Pluie	≥10 mm de pluie dans les 24hrs précédant l'échantillonnage
Humide	<10 et ≥4 mm de pluie dans les 24hrs précédant ou ≥10 mm de pluie dans les 48hrs précédant l'échantillonnage
Mi-humide	<4 mm de pluie dans les 24hrs et >2 et <10 mm dans les 48 hrs précédant l'échantillonnage
Sec	≤2 mm de pluie dans les 48 hrs précédant l'échantillonnage

ANNEXE 2

RÉSULTATS 2010-2017 DE L'ANALYSE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DU LAC BOIVIN DANS LE CADRE DU RÉSEAU DE SURVEILLANCE VOLONTAIRE DES LACS