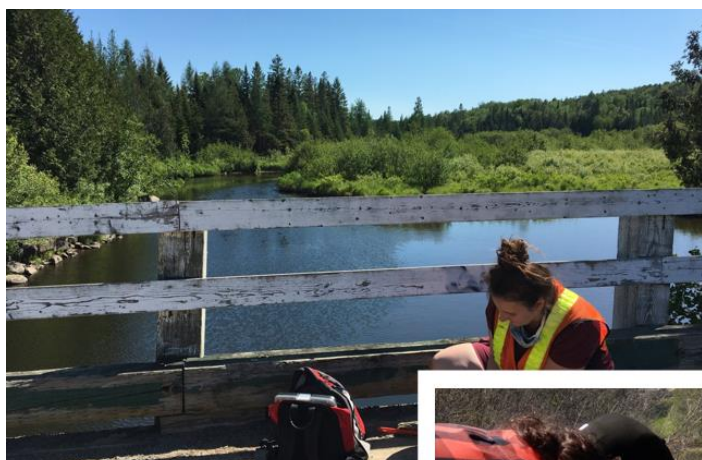




**Conservation
Lac Brome**

Rapport de suivi de la qualité de l'eau (SQE) 2022



Conservation Lac Brome

Juillet 2023

TABLE DES MATIÈRES

<i>Table des figures</i>	2
<i>Table des cartes</i>	3
<i>Table des tableaux</i>	4
<i>Table des annexes</i>	5
<i>Liste des acronymes</i>	6
<i>Introduction</i>	7
<i>Le suivi de la qualité de l'eau des affluents et du lac</i>	7
Les données météorologiques	9
Le phosphore	9
L'azote.....	10
Les matières en suspension (MES)	12
Comparaison intra annuelle.....	12
Comparaison pluriannuelle	13
Calcium	14
<i>Les données physico-chimiques</i>	15
<i>Le suivi de la qualité de l'eau du ruisseau Quilliams</i>	16
<i>L'indice de la Qualité Bactériologique et Physico-chimique de l'eau (IQBP)</i>	18
<i>La mesure de la transparence à l'aide du disque de Secchi</i>	20
<i>Stratification du lac</i>	21
<i>Références</i>	24
<i>Annexe 1</i>	25

TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Concentrations de phosphore (mg/L) dans les affluents de lac Brome en 2022. Le critère de qualité de l'eau de surface indiqué par la barre verticale en rouge (0,020 mg/L)	10
Figure 2 - Concentrations d'azote totale (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022. Le seuil de 1mg/L indiquant une surfertilisation est indiqué par la barre verticale en rouge	11
Figure 3 - Concentrations de MES (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022. Le seuil de 13 mg/L de la catégorie « bonne » représenté par la ligne rouge	12
Figure 4 - IQBP6 en 2022 à la station à l'embouchure de la branche principale de la rivière Yamaska au lac Brome (03030094)	19
Figure 5 - IQBP ₆ de 2000 à 2022 à la station à l'embouchure de la branche principale de la rivière Yamaska au lac Brome (03030094) (valeurs révisées en 2019)	19
Figure 6 - Profondeurs de visibilité du disque SECCHI à la station fosse du lac Brome pour 2021 et 2022 en fonction de la moyenne pluriannuelle.....	20
Figure 7 - Température de l'eau à la station fosse du lac Brome pour 2020, 2021 et 2022.....	21
Figure 8 - Température moyennes du lac Brome du 25 mai au 15 août 2022 en fonction de la profondeur. Les lignes pointillées oranges indiquent la profondeur de la thermocline	22
Figure 9 - Moyenne d'oxygène dissous (%) du lac Brome du 25 mai au 15 août 2022 en fonction de la profondeur. Un taux de 55% minimum est requis pour maintenir la vie aquatique	23

TABLE DES CARTES

Carte 1 - Localisation des principales stations d'échantillonnage pour le suivi de la qualité de l'eau des tributaires du lac Brome	7
---	---

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Coordonnées des stations d'échantillonnage pour le suivi de la qualité de l'eau des tributaires du lac Brome	8
Tableau 2 - Critères de qualité de l'eau retenus par Conservation Lac Brome	9
Tableau 3 - Concentrations de phosphore total (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022. Les valeurs dépassant le critère de qualité de l'eau de 0,02 mg/L sont identifiés en rouge	10
Tableau 4 - Concentrations en azote total (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022. Les valeurs dépassant le critère de qualité de l'eau de 1 mg/L sont identifiés en rouge	11
Tableau 5 - Concentrations en MES (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022	12
Tableau 6 - Moyennes de phosphore total (mg/L), d'azote (mg/L) et de MES (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022 et moyennes pluriannuelles de 2008 à 2022	13
Tableau 7 - Moyennes de phosphore total (mg/L), d'azote total (mg/L) et de MES (mg/L) dans les affluents du lac Brome entre 2021 et 2022	14
Tableau 8 - Valeurs moyennes liées au suivi du calcium et du pH au lac Brome en 2022	14
Tableau 9 – Moyenne des paramètres physico-chimiques dans les tributaires et à la fosse du lac Brome en 2022	15
Tableau 10 - Données physico-chimiques à la fosse du lac en 2022	16
Tableau 11 - Moyennes pluriannuelles des paramètres physico-chimiques de 2008 à 2022	16
Tableau 12 - Moyennes des paramètres physico-chimiques mesurés en 2022 aux stations d'échantillonnage du ruisseau Quilliams	17
Tableau 13 - Concentrations en phosphore (mg/L) en 2022 aux stations d'échantillonnage du ruisseau Quilliams	17
Tableau 14 - Concentrations en azote en 2022 aux stations d'échantillonnage du ruisseau Quilliams	17
Tableau 15 - Concentrations en MES en 2022 aux stations d'échantillonnage du ruisseau Quilliams	18

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 - Température moyennes (°C), précipitation (mm) à la station Lac – Brome (AgrométéoQuébec) et classification du temps (sec ou humide) 24 heures, 48 heures et 72 heures avant l'échantillonnage pour les dates de prélèvements de 2022	26
---	----

LISTE DES ACRONYMES

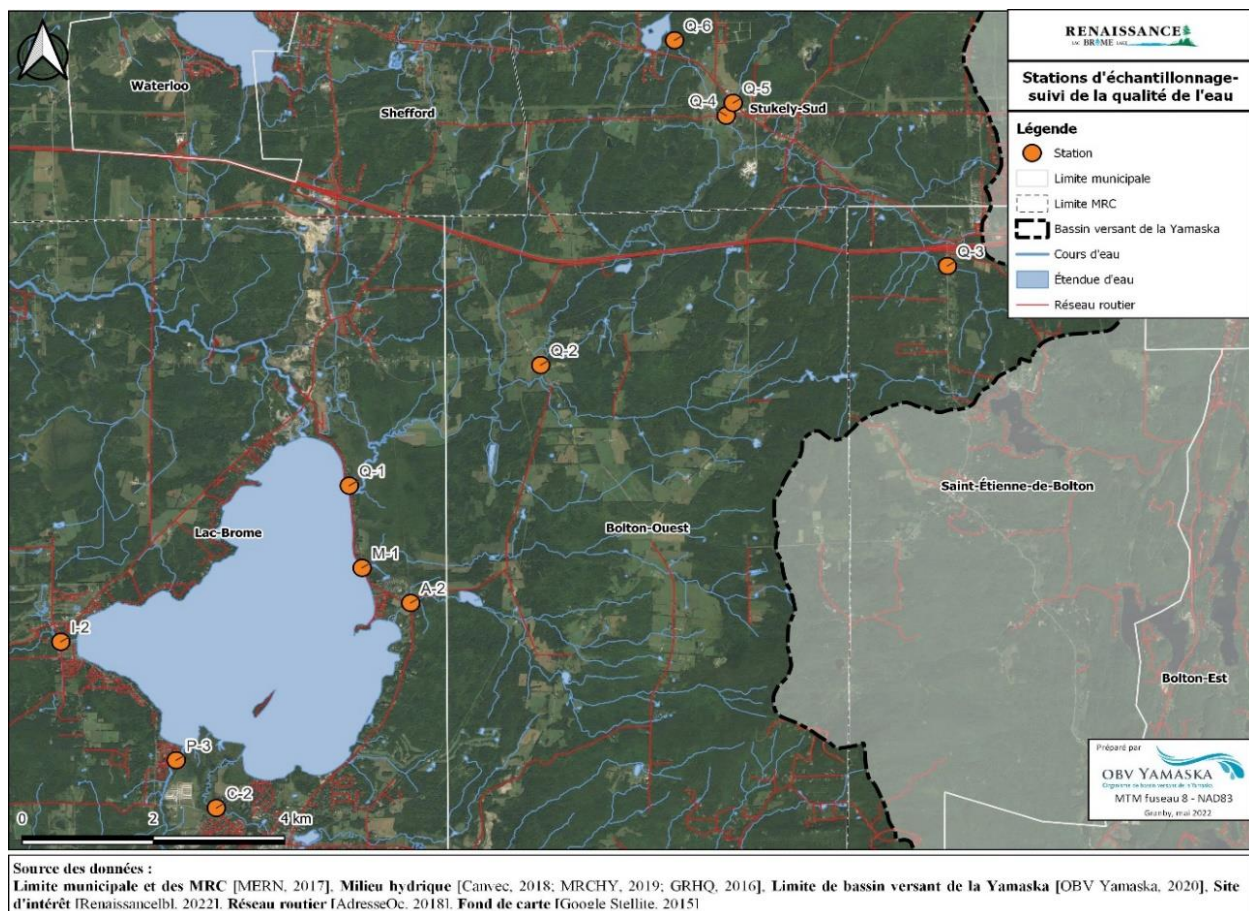
AGA	Assemblée générale annuelle
COSEPAC	Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
EAEE	Espèce aquatique exotique envahissante
EEE	Espèce exotique envahissante
EVAEE	Espèce végétale aquatique exotique envahissante
FFQ	Fondation de la faune du Québec
IQBP	Indice de la Qualité Bactériologique et Physico-chimique de l'eau
MAE	Myriophylle à épis
MCI	Memphrémagog Conservation Inc.
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MES	Matières en suspension
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
OBV Yamaska	Organisme de bassin versant de la Yamaska
PDE	Plan directeur de l'eau
PSREE	Programme de soutien régional aux enjeux de l'eau
PTOTC	Phosphore total calculé
RAPPEL	Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des bassins versants
CLB	Conservation Lac Brome
RSVL	Réseau de surveillance volontaire des lacs
SQE	Suivi de la qualité de l'eau

INTRODUCTION

Conservation Lac Brome (CLB) est un organisme communautaire, sans but lucratif, reconnu par l'Agence du Revenu du Canada comme organisme de bienfaisance. CLB a comme mission de contribuer à l'amélioration de la qualité de l'eau du lac Brome, de ses affluents et de leurs écosystèmes.

LE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU DES AFFLUENTS ET DU LAC

CLB réalise, depuis 2008, un suivi de la qualité de l'eau des six plus importants affluents du lac Brome, soit les ruisseaux Quilliams, McLaughlin, Argyll, Cold, Pearson et Inverness (**Carte 1** et **Tableau 1**). En 2020, les stations Q2 à Q6 ont été ajoutées sur le ruisseau Quilliams afin de cerner les tronçons où la contamination pourrait être plus importante. Parmi les municipalités du bassin versant, seule la ville de Lac-Brome participe actuellement au financement de ce projet. Les échantillons sont prélevés à l'embouchure de chacun des ruisseaux, à l'exception des ruisseaux Argyll, Inverness et Cold où les prélèvements ont lieu respectivement à partir du pont de la rue Lakeside, du pont de la rue Bondville et du pont de la rue Maple.



Carte 1 - Localisation des principales stations d'échantillonnage pour le suivi de la qualité de l'eau des tributaires du lac Brome

Tableau 1 - Coordonnées des stations d'échantillonnage pour le suivi de la qualité de l'eau des tributaires du lac Brome

Station	Latitude	Longitude
Quilliams 1	45.268431	-72.497576
Quilliams 2	45.285603	-72.460092
Quilliams 3	45.299244,	-72.380815
Quilliams 4	45.321496	-72.423376
Quilliams 5	45.323327	-72.421990
Quilliams 6	45.332518	-72.433207
McLaughlin	45.256476	-72.495300
Argyll	45.251304	-72.485958
Cold	45.221855	-72.524197
Pearson	45.228854	-72.531863
Inverness	45.246244	-72.553966

L'échantillonnage s'échelonne sur huit mois, à la fréquence d'un prélèvement par mois. Cette année, les prélèvements ont eu lieu du 13 avril au 2 novembre 2022.

Les échantillons sont analysés par un laboratoire agréé par le MELCC. Les analyses effectuées consistent à mesurer le phosphore total, l'azote total et les matières en suspension (MES). De plus, CLB enregistre des mesures sur le terrain à l'aide d'une sonde multiparamètres. Les paramètres mesurés sont les suivants :

- Température de l'eau
- Salinité
- Oxygène dissous
- pH
- Conductivité

Les concentrations en phosphore, azote et MES mesurées sont ensuite utilisées pour déterminer le niveau d'eutrophisation du cours d'eau durant la saison estivale. L'eutrophisation est une accumulation excessive de nutriments dans un écosystème aquatique qui entraîne une prolifération de plantes aquatiques et d'algues provoquant le vieillissement artificiel des eaux de surface (Devidal et al., 2007). L'échelle d'eutrophisation comprend les stades suivants :

1. Oligotrophe
2. Mésotrophe
3. Méso-eutrophe
4. Eutrophe
5. Hypereutrophe

Les données météorologiques

Lors de chaque sortie, la température (°C) et les précipitations (mm) ont été notées à partir des données du site Agrométéo (*Agrométéo Québec*, 2023). Par la suite, les échantillonnages ont été répertoriés par temps sec ou temps humide selon le volume de précipitations enregistré au cours des 24, 48 et 72 heures précédant l'échantillonnage (**Annexe 1**). Un temps sec correspond à des précipitations de moins de 10 mm, alors qu'un temps humide correspond à des précipitations de 10 mm et plus, tant pour la période de 24 heures que celles de 48 et 72 heures.

Le phosphore

Le critère adopté par CLB pour la quantité de phosphore en surplus s'appuie sur les recommandations du **Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME)**. Ce critère est défini par une augmentation maximale de 50 % par rapport à la concentration d'origine présente dans le lac, sans excéder 0,020 mg/L, si cette dernière est supérieure à 0,010 mg/L. Selon ce principe, la limite supérieure de concentration serait de 0,015 mg/L. CLB a retenu ce seuil pour la teneur en phosphore dans le lac et fixé la limite supérieure de 0,020 mg/L pour l'eau des affluents. Des concentrations égales ou supérieures à 0,020 mg/L sont susceptibles d'intensifier l'eutrophisation du lac Brome. Le **Tableau 2** illustre tous les descripteurs analysés par CLB, les seuils associés aux différentes classes de qualité, et inclut l'azote avec un seuil de 1 mg/L pour une eau considérée de bonne qualité.

Tableau 2 - Critères de qualité de l'eau retenus par Conservation Lac Brome

Descripteur	Classe de qualité				
	A	B	C	D	E
	Bonne	Satisfaisante	Douteuse	Mauvaise	Très mauvaise
IQBP₆	80-100	60-79	40-59	20-39	0-19
Phosphore total (mg/L)	≤ 0,020	0,021 - 0,050	0,051 - 0,100	0,101 - 0,200	> 0,200
Matières en suspension (mg/L)	≤ 6	7 - 13	14 - 24	25 - 41	> 41
Oxygène dissous (% de saturation)	88 - 124	80 - 87 ou 125 - 130	70 - 79 ou 131 - 140	55 - 69 ou 141 - 150	< 55 ou > 150
pH	6,9 - 8,6	6,5 - 6,8 ou 8,7 - 9,0	6,2 - 6,4 ou 9,1 - 9,3	5,8 - 6,1 ou 9,4 - 9,6	< 5,8 ou > 9,6
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	≤ 200	201 - 1 000	1 001 - 2 000	2 001 - 3 500	> 3 500

En 2022, sur les 54 échantillons prélevés, 30 ont affiché des concentrations de phosphore dépassant le seuil critique de 0,020 mg/L, marqués en rouge dans le **Tableau 3** et la Error! Reference source not found.. On peut d'ailleurs observer que la majorité de ces dépassements ont été enregistrés dans les ruisseaux Quilliams, McLaughlin, Pearson et Inverness. À titre comparatif, 27 dépassements avaient été observés en 2021. Le ruisseau Inverness se démarque avec une concentration de phosphore significativement plus élevée que la moyenne des concentrations observée dans les autres cours d'eau.

Tableau 3 - Concentrations de phosphore total (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022. Les valeurs dépassant le critère de qualité de l'eau de 0,020 mg/L sont identifiés en rouge

Concentration de phosphore total (mg/L) pour chaque prélèvement par station en 2022									
Station	13-avr-22	19-mai-22	13-juin-22	06-juil-22	03-août-22	31-août-22	13-oct-22	02-nov-22	Moyenne
McLaughlin (M1)	0,019	0,031	0,045	0,078	0,036	0,040	0,049	0,059	0,042
Argyll (A2)	0,020	0,015	0,017	0,012	0,010	0,011	0,022	0,009	0,014
Coldbrook (C2)	0,012	0,006	0,015	0,014	0,009	0,016	0,020	0,009	0,012
Pearson (P3)	0,020	0,020	0,028	0,032	0,040	0,055	0,040	0,034	0,033
Inverness (I2)	0,025	0,025	0,230	0,052	0,098	0,045	0,025	0,019	0,079
Quilliams (Q1)	0,014	0,055	0,027	0,040	0,026	0,024	0,028	0,021	0,029

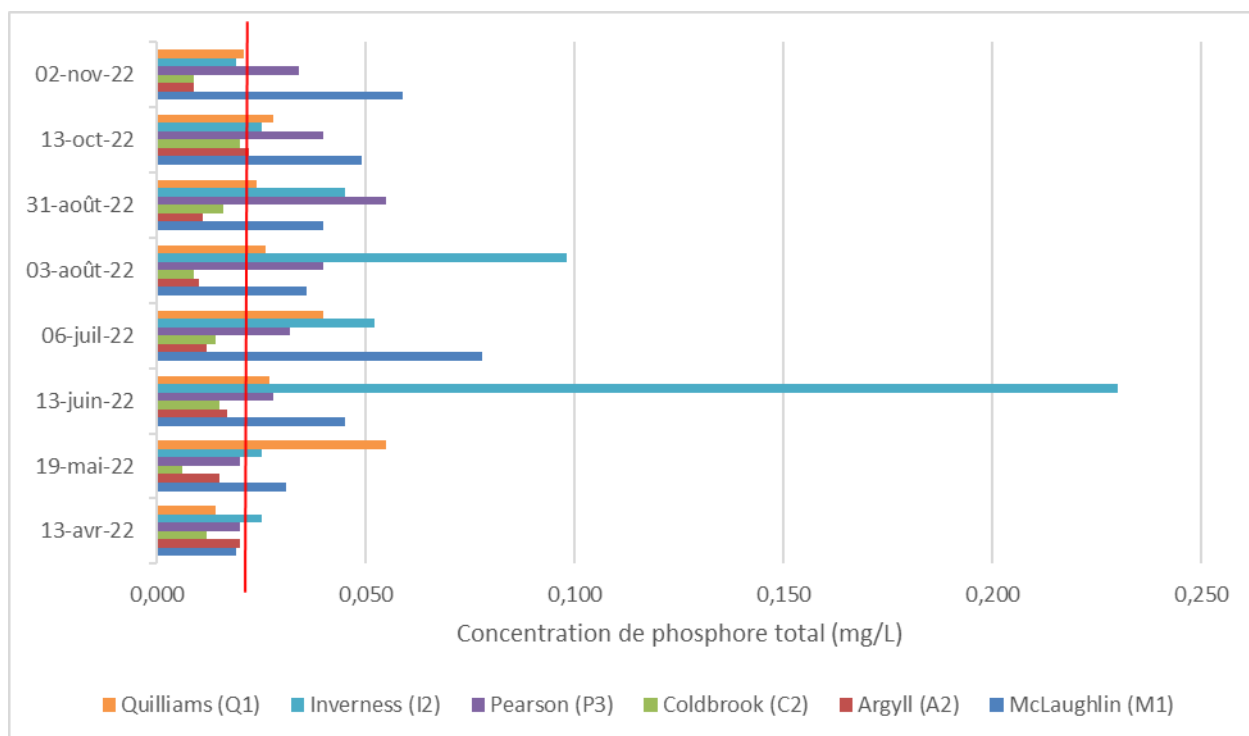


Figure 1 - Concentrations de phosphore (mg/L) dans les affluents de lac Brome en 2022. Le critère de qualité de l'eau de surface indiqué par la barre verticale en rouge (0,020 mg/L)

L'azote

Bien qu'il n'y ait pas de critère officiel de qualité de l'eau pour l'azote, des valeurs de plus de 1 mg/L suggèrent une surfertilisation du milieu attribuable aux activités humaines (Simard, 2004).

Parmi les 54 échantillons analysés, 30 ont révélé des concentrations d'azote dépassant ce seuil, comme l'indiquent le **Tableau 4** et la **Figure 2**. À titre comparatif, en 2021, ce nombre était de 16. On peut d'ailleurs observer que la plupart des dépassements se trouvent majoritairement dans

les ruisseaux McLaughlin et Inverness. Le seuil de détection étant de 0,04 mg/L, il a été atteint occasionnellement.

Considérant que tous les ruisseaux présentent ponctuellement des dépassements durant la saison, il est difficile de déceler une tendance ou de cerner un problème spécifique à ce sujet. Cependant, on observe que les dépassements sont plus fréquents au cours du mois d'octobre, tandis qu'en avril, les concentrations sont généralement inférieures au seuil de détection pour l'ensemble des affluents.

Tableau 4 - Concentrations en azote total (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022. Les valeurs dépassant le critère de qualité de l'eau de 1 mg/L sont identifiés en rouge

Concentration d'azote total pour chaque prélèvement par station en 2022									
Station	13-avr-22	19-mai-22	13-juin-22	06-juil-22	03-août-22	31-août-22	13-oct-22	02-nov-22	Moyenne
Quilliams (Q1)	0,04	0,80	1,50	1,70	0,90	1,40	0,40	1,00	0,97
McLaughlin (M1)	0,04	1,80	1,80	2,30	1,50	1,20	2,70	2,10	1,68
Argyll (A2)	0,04	0,04	1,10	1,20	0,40	0,80	2,00	0,40	0,75
Coldbrook (C2)	0,04	1,10	1,20	1,40	0,40	1,40	1,50	0,40	0,93
Pearson (P3)	0,04	1,30	1,20	1,70	0,90	1,50	2,40	1,10	1,27
Inverness (I2)	0,04	1,10	1,40	2,00	1,50	0,80	2,40	0,80	1,26

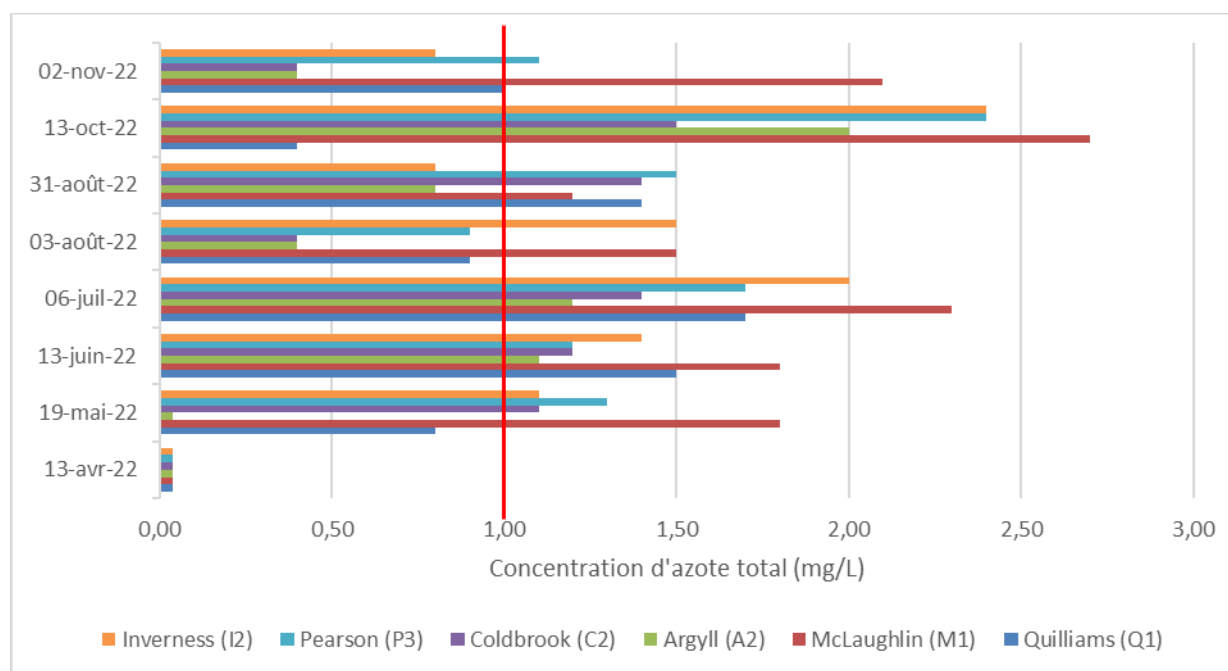


Figure 2 - Concentrations d'azote totale (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022. Le seuil de 1mg/L indiquant une surfertilisation est indiqué par la barre verticale en rouge

Les matières en suspension (MES)

Selon l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau (IQBP), une eau dont la concentration de matières en suspension est inférieure de 13 mg/L est considérée bonne (**Tableau 2**). En 2022, trois cas de dépassement de ce seuil ont été relevés dans les ruisseaux McLaughlin, Coldbrook et Quilliams. À titre comparatif, il y avait eu quatre dépassements en 2021. Les moyennes de 2022 sont toutes inférieures à 13 mg/L, classant ainsi l'eau dans la catégorie « bonne »

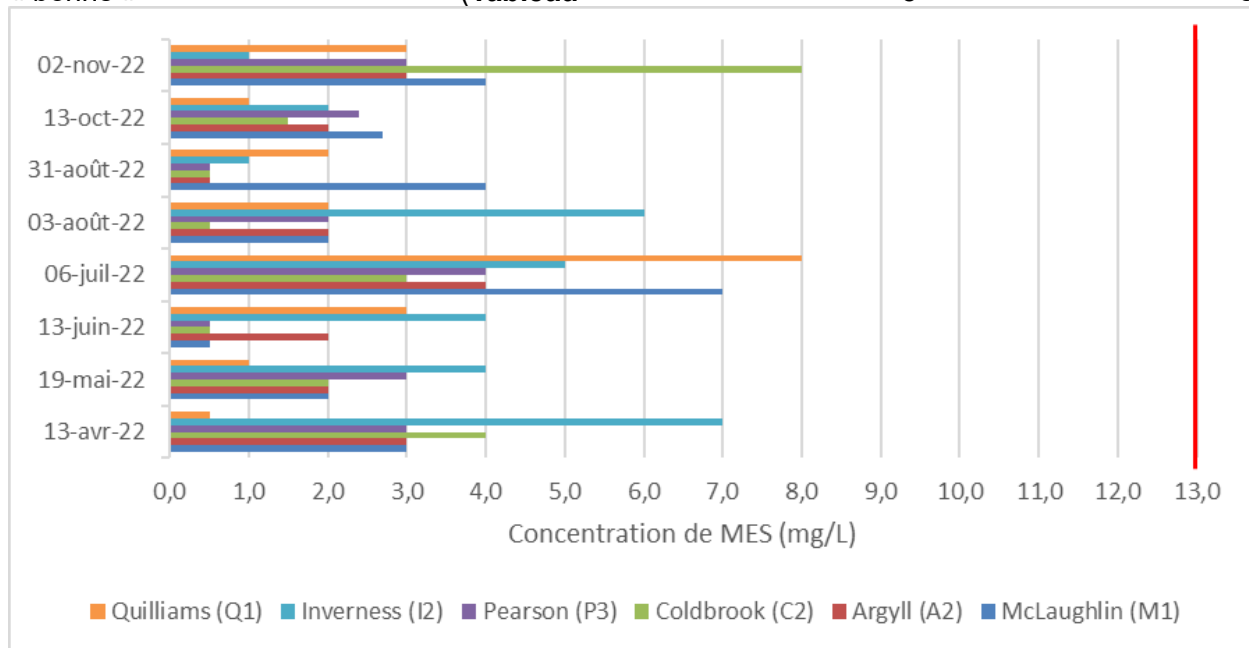


Figure 3).

Tableau 5 - Concentrations en MES (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022

Concentration de MES pour chaque prélèvement par station en 2022									
Station	13-avr-22	19-mai-22	13-juin-22	06-juil-22	03-août-22	31-août-22	13-oct-22	02-nov-22	Moyenne
McLaughlin (M1)	3,0	2,0	0,5	7,0	2,0	4,0	2,7	4,0	3,2
Argyll (A2)	3,0	2,0	2,0	4,0	2,0	0,5	2,0	3,0	2,3
Coldbrook (C2)	4,0	2,0	0,5	3,0	0,5	0,5	1,5	8,0	2,5
Pearson (P3)	3,0	3,0	0,5	4,0	2,0	0,5	2,4	3,0	2,3
Inverness (I2)	7,0	4,0	4,0	5,0	6,0	1,0	2,0	1,0	3,8
Quilliams (Q1)	0,5	1,0	3,0	8,0	2,0	2,0	1,0	3,0	2,6

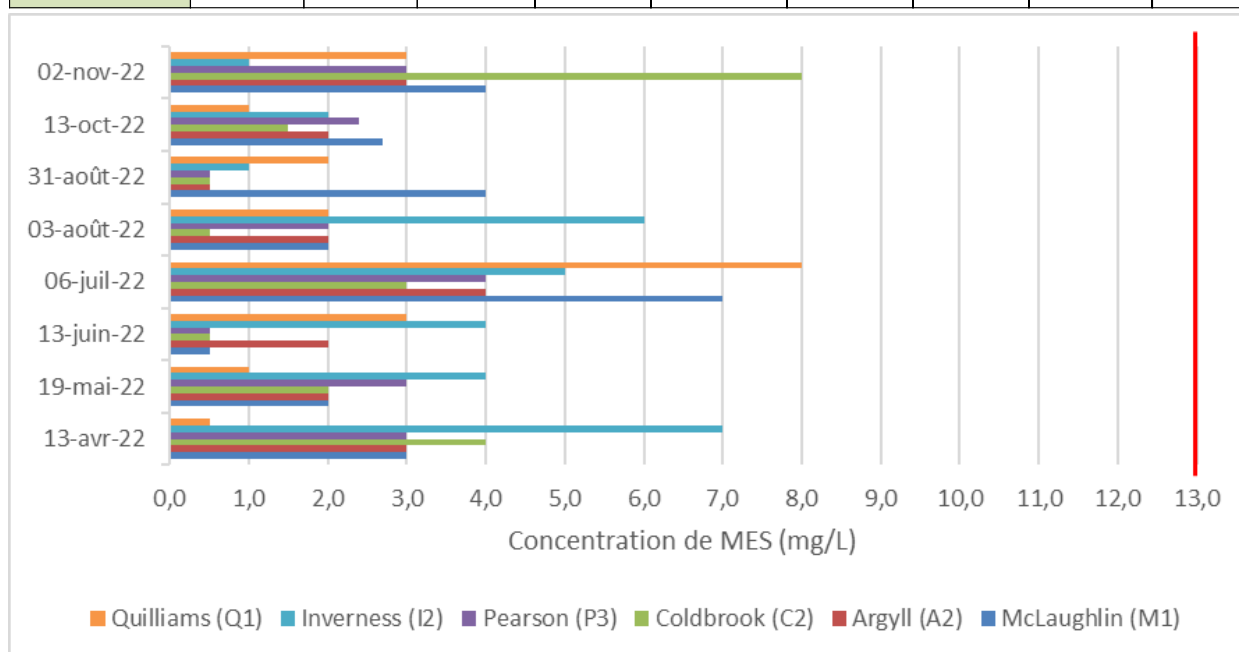


Figure 3 - Concentrations de MES (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022. Le seuil de 13 mg/L de la catégorie « bonne » représenté par la ligne rouge

Comparaison intra annuelle

L'analyse des pics de concentration en phosphore, d'azote et MES, révèle une variation saisonnière caractéristique : une augmentation notable au printemps, suivie d'une légère baisse au début de l'été, avant d'atteindre un sommet en juillet. Finalement, vers la fin de l'été et au début de l'automne, les concentrations remontent, probablement en raison des concentrations accrues

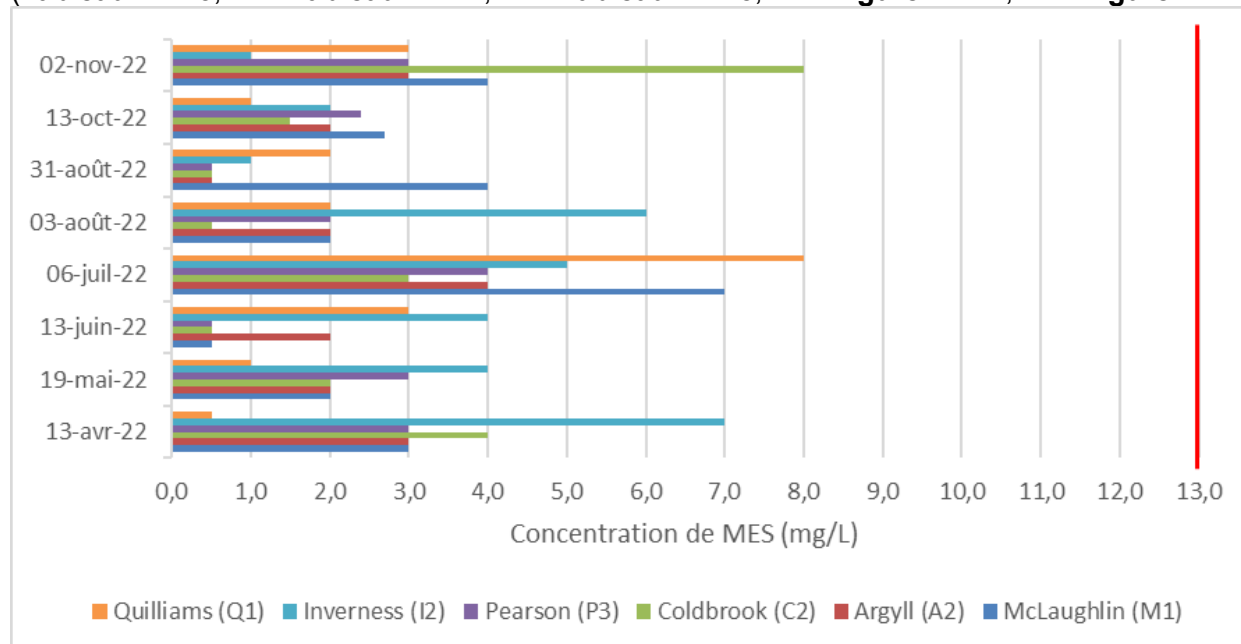


Figure 3).

En ce qui a trait au phosphore, les concentrations au ruisseau Argyll affichent des niveaux légèrement supérieurs à ceux du ruisseau Cold, mais restent inférieures aux concentrations mesurées au ruisseau Inverness, qui détient les plus élevées.

Concernant l'azote, c'est le ruisseau Argyll qui a montré la valeur moyenne la plus basse, suivi du ruisseau Cold, puis du Quilliams. Alors que le ruisseau McLaughlin avait la concentration moyenne la plus élevée en 2022.

En ce qui a trait aux MES, tous les ruisseaux sont dans la classe « bonne » ou « satisfaisante », soit un bon indice de la qualité de l'eau pour ce descripteur. Toutes les moyennes se situent dans la classe « bonne ».

En comparant les moyennes des paramètres mesurés dans les ruisseaux, c'est le ruisseaux Argyll qui se démarque comme ayant la meilleure qualité de l'eau pour 2022, suivi des ruisseaux Cold et Quilliams.

En ce qui concerne l'été 2022, la température de l'air a été relativement stable et plus froide que l'été 2021. Les températures journalières de l'air étaient comprises entre 16,0 et 23,0 degrés Celsius de mai à la fin d'août. Quant aux précipitations, elles ont été plutôt faibles vingt-quatre heures avant les journées d'échantillonnage. Toutefois, dans les quarante-huit ou soixante-douze heures avant les journées d'échantillonnage, des précipitations de plus de 10 mm ont été observés dans 25 % des cas.

Comparaison pluriannuelle

Concernant les données pluriannuelles de 2008-2022, le seuil de 0,020 mg/L pour le phosphore a été dépassé dans tous les ruisseaux sauf pour le Coldbrook (**Tableau 6**). Les résultats pour la concentration en azote sont excellents puisque sous le seuil de 1 mg/L. Pour les MES, les ruisseaux McLaughlin et Inverness sont dans la classe « satisfaisante » alors que les autres

affluents se situent dans la classe « bonne » (**Tableau 6**). En comparant l'année 2022 à la moyenne pluriannuelle, pour l'azote, tous les ruisseaux affichent des valeurs plus élevées en 2022 (**Tableau 6**). Pour les MES, toutes les valeurs observées en 2022 sont inférieures par rapport à la moyenne 2008-2022 (**Tableau 6**).

Tableau 6 - Moyennes de phosphore total (mg/L), d'azote (mg/L) et de MES (mg/L) dans les affluents du lac Brome en 2022 et moyennes pluriannuelles de 2008 à 2022

Affluent	Phosphore (mg/L)		Azote (mg/L)		MES (mg/L)	
	2008-2022	2022	2008-2022	2022	2008-2022	2022
Quilliams (Q1)	0,027	0,029	0,53	1,0	3,54	2,6
McLaughlin (M1)	0,038	0,042	0,64	1,7	7,43	3,2
Argyll (A2)	0,023	0,014	0,51	0,8	5,64	2,3
Coldbrook (C2)	0,015	0,012	0,43	0,9	4,10	2,5
Pearson (P3)	0,033	0,033	0,61	1,3	3,49	2,3
Inverness (I2)	0,035	0,079	0,60	1,3	8,16	3,8

*Plusieurs données sont manquantes entre 2008 et 2017 pour tous les ruisseaux. Les moyennes doivent donc être considérées comme biaisées dû à la réduction de la taille des échantillons.

La comparaison avec l'année 2021 montre que les moyennes annuelles de phosphore sont plus élevées en 2022 qu'en 2021 pour les ruisseaux Quilliams, et Inverness (**Tableau 7**). Pour l'azote, les moyennes annuelles sont plus élevées en 2022 qu'en 2021, sauf pour le ruisseau Argyll (**Tableau 7**).

Tableau 7 - Moyennes de phosphore total (mg/L), d'azote total (mg/L) et de MES (mg/L) dans les affluents du lac Brome entre 2021 et 2022

Station	Phosphore total (mg/l)		Azote total (mg/l)		MES (mg/l)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Quilliams (Q1)	0,021	0,029	0,7	1,0	3,6	2,6
McLaughlin (M1)	0,042	0,042	1,1	1,7	11,6	3,2
Argyll (A2)	0,017	0,014	1,1	0,8	7,8	2,3
Cold (C2)	0,012	0,012	0,7	0,9	4,0	2,5
Pearson (P3)	0,040	0,033	0,5	1,3	5,0	2,3
Inverness (I2)	0,032	0,079	1,2	1,3	10,7	3,8

En 2022, seuls deux échantillonnages ont été faits par temps de pluie ou temps humide (voir pluviométrie durant saison 2022 à l'**Annexe 1**). L'analyse des résultats ne permet pas d'établir une corrélation franche entre le taux de concentration en éléments nutritifs et MES en fonction du ruissellement provoqué par les événements de pluies.

Calcium

Afin d'évaluer le degré de vulnérabilité du lac à devenir un hôte pour la moule zébrée, des mesures de calcium ont été prises le 9 août 2022 à quatre stations distribuées autour du lac (**Tableau 8**).

Les valeurs sont très similaires entre les différentes stations. Les concentrations en calcium sont un peu plus de 12 mg/L, ce qui représente un niveau modéré pour la survie et la reproduction de la moule zébrée (RAPPEL, 2023). En ce qui concerne le pH, les résultats sont à l'intérieur de la classe de qualité de l'eau considérée « bonne ».

Tableau 8 - Valeurs moyennes liées au suivi du calcium et du pH au lac Brome en 2022

Valeurs du pH et du calcium lors de l'échantillonnage du 9 août au lac Brome			
Date	Station	pH-labo	Calcium (mg/l)
2021-08-09	Bondville	7,90	12,1
2021-08-09	Tiffany	7,94	12,3
2021-08-09	Yamaska	7,66	12,4
2021-08-09	Fosse	7,77	12,3

LES DONNÉES PHYSICO-CHIMIQUES

Les paramètres physico-chimiques (température, oxygène dissous, conductivité, pH) sont mesurés lors des prélèvements d'eau sur les différents affluents. Une sonde multiparamètres (YSI Professional Plus) est utilisée et les données sont par la suite transcrites dans un tableur Excel.

Les mêmes données sont aussi mesurées à la fosse du lac lors des sorties pour mesurer la transparence de l'eau dans le cadre du programme du Réseau de Surveillance Volontaire des Lacs (RSVL). En 2022, nous avons recueilli ces données entre les mois de juin et d'août.

Le **Tableau 9** présente la moyenne des résultats obtenues pour l'ensemble des paramètres. À la lecture des résultats, on note que le pH est assez stable d'un site à l'autre. Le taux d'oxygène dissous au ruisseau McLaughlin est à un seuil critique, les autres ruisseaux semblent mieux oxygénés. Le MDDEP considère que pour maintenir la protection de la vie aquatique un taux minimum de 5 mg/L de O₂ doit être atteint. Il est à noter que les températures moyennes de l'eau des ruisseaux sont inférieures à la température moyenne de l'eau du lac. Ceci s'explique par le fait que l'eau des ruisseaux est toujours en mouvement et qu'elle est alimentée en partie par les eaux d'infiltration plus froide de nature qui finissent par rejoindre les cours d'eau. L'eau du lac se renouvelle à tous les 9 mois en moyenne. Le rythme de renouvellement est beaucoup plus lent durant la période estivale ce qui explique, entre autres, un plus grand transfert d'énergie à l'eau. La conductivité du ruisseau Inverness dépasse le seuil de 200 µS/cm, ce qui indique une eau dure avec des apports plus importants de substances dissoutes provenant du bassin versant. Il est cependant difficile de dire si les matières qui provoquent un changement dans la conductivité proviennent de minéraux présents naturellement dans l'environnement ou de polluants. Plus spécifiquement, ce sont les ions comme le calcium (Ca²⁺), le magnésium (Mg²⁺), le sodium (Na⁺), le potassium (K⁺), le bicarbonate (HCO₃⁻), le sulfate (SO₄²⁻) et le chlorure (Cl⁻), capables de conduire un courant électrique, qui font augmenter la conductivité.

Tableau 9 – Moyenne des paramètres physico-chimiques dans les tributaires et à la fosse du lac Brome en 2022

Station	Température de l'eau (°C)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
Quilliams (Q1)	11,40	81,37	6,20	160,94	6,80
McLaughlin	16,30	54,44	3,97	78,68	6,23
Argyll	10,72	92,14	8,29	73,87	6,85
Coldbrook	14,46	97,38	8,69	153,48	6,92
Pearson	15,30	82,58	7,34	195,43	6,82

Les résultats à la fosse du lac montrent le patron de progression typique observé au lac Brome (**Tableau 10**) : le lac se réchauffe graduellement jusqu'à la fin de l'été; le taux d'oxygène dissous diminue graduellement jusqu'en août pour remonter par la suite; et la conductivité et pH demeure relativement stable sur la période d'observation.

Tableau 10 - Données physico-chimiques à la fosse du lac en 2022

Date	Température de l'eau (°C)	Oxygène %	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité	pH
07-juil-22	22,45	57,45	4,26	136,00	7,30
27-juil-22	23,20	72,80	6,00	134,20	7,32
03-août-22	23,20	62,65	7,12	134,70	7,14
17-sept-22	9,40	90,80	8,90	136,05	7,09

Le **Tableau 11** montre les moyennes pluriannuelles de 2008 à 2022 des paramètres physico-chimiques. Les valeurs sont similaires d'un ruisseau à l'autre, mais le McLaughlin est toujours le moins bien oxygéné et la conductivité dépasse 200 µS/cm dans les ruisseaux Pearson et Inverness.

Tableau 11 - Moyennes pluriannuelles des paramètres physico-chimiques de 2008 à 2022

Station	Température	pH	Cond. Spé.	Oxygène (mg/L)	Oxygène (%)
Fosse					
Cold	15,30	7,30	196,00	8,80	91,90
Argyll	13,68	7,05	93,79	7,99	83,05
McLaughlin	16,51	6,49	113,90	5,49	62,72
Quilliams	15,00	6,92	198,70	6,57	73,78
Inverness	13,31	7,31	264,70	7,79	77,94
Pearson	16,73	7,06	239,55	6,82	73,69

LE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU DU RUISSEAU QUILLIAMS

Considérant que le ruisseau Quilliams est le plus important affluent du lac Brome avec un apport de 40% de l'eau, il est aussi celui qui transporte le plus de nutriments et de MES. Afin de mieux cerner les sources potentielles de phosphore et de MES, cinq stations additionnelles ont été ajoutées depuis 2020 au suivi de qualité de l'eau (**Carte 1**). Ces stations ont également été échantillonnées en 2022.

Les résultats pour les paramètres physico-chimiques sont présentés au **Tableau 12**. Les données sont plutôt comparables d'un site à l'autre et aucune ne dépasse les seuils pour la qualité de l'eau. Toutefois, la conductivité dépasse 200 µS/cm au site Quilliams 2.

Tableau 12 - Moyennes des paramètres physico-chimiques mesurés en 2022 aux stations d'échantillonnage du ruisseau Quilliams

Station	Température de l'eau (°C)	Oxygène dissous (%)	Oxygène dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	pH
Quilliams 1	11,40	81,37	6,20	160,94	6,80
Quilliams 2	15,72	103,18	9,39	206,72	7,43
Quilliams 3	13,86	95,78	8,65	86,32	7,07
Quilliams 4	16,34	92,94	7,83	147,80	7,20
Quilliams 5	12,93	103,87	9,72	126,77	7,34
Quilliams 6	17,94	87,78	6,94	129,08	7,47

Pour ce qui est des nutriments et des MES, les résultats détaillés sont présentés aux **Tableau 13**, **Tableau 14** et **Tableau 15**. Les concentrations moyennes en phosphore ont dépassé le critère de qualité de l'eau de 0,020 mg/L sauf pour les stations Q3, Q4 et Q5 qui se situent à Stukely-Sud et à Ste-Étienne-de-Bolton. Règle générale, il y a une dégradation marquée entre la station Q2 et la station Q3, soit entre un point en aval de la plaine inondable jusqu'à un point se situant au pont Lakeside. On remarque aussi qu'au mois de mai, la dégradation entre les stations Q1 et Q2 est considérable. La station Q6, située au lac Brousseau, montre régulièrement un taux de phosphore plus élevé, lequel tend à s'améliorer en passant par les stations Q4 et Q5 (**Tableau 13**).

Tableau 13 - Concentrations en phosphore (mg/L) en 2022 aux stations d'échantillonnage du ruisseau Quilliams

Station	13-avr-22	19-mai-22	13-juin-22	06-juil-22	03-août-22	31-août-22	13-oct-22	02-nov-22	Moyenne
Quilliams 1	0,014	0,055	0,027	0,040	0,026	0,024	0,028	0,021	0,029
Quilliams 2	0,022	0,012	0,019	0,026	0,017	0,023	0,027	0,012	0,020
Quilliams 3	0,012	0,011	0,017	0,023	0,018	0,019	0,013	0,010	0,017
Quilliams 4	0,017	0,016	0,019	0,021	0,017	0,016	0,157	0,008	0,018
Quilliams 5	0,024	0,010	0,012	0,013	0,010	0,010	0,023	0,006	0,013
Quilliams 6	0,018	0,023	0,026	0,024	0,019	ND	0,029	0,019	0,022

Pour l'azote, plusieurs résultats sont au-dessus du seuil de la classe jugée bonne (**Tableau 14**).

Tableau 14 - Concentrations en azote en 2022 aux stations d'échantillonnage du ruisseau Quilliams

Station	13-avr-22	19-mai-22	13-juin-22	06-juil-22	03-août-22	31-août-22	13-oct-22	02-nov-22	Moyenne
Quilliams 1	0,04	0,80	1,50	1,70	0,90	1,40	0,40	1,00	0,97
Quilliams 2	0,04	1,00	1,20	1,40	0,40	0,80	2,20	0,40	0,93
Quilliams 3	0,04	1,10	1,30	1,60	0,40	1,60	2,10	0,90	1,13
Quilliams 4	0,04	1,20	1,50	1,50	0,40	1,00	1,00	0,80	0,93
Quilliams 5	0,90	2,20	1,30	1,60	0,40	1,00	1,70	0,40	1,19
Quilliams 6	1,90	2,20	1,40	0,90	0,40	ND	2,30	1,10	1,46

Concernant les concentrations moyennes de matières en suspension, tous les ruisseaux se situent sous le seuil de 13 mg/L (**Tableau 15**).

Tableau 15 - Concentrations en MES en 2022 aux stations d'échantillonnage du ruisseau Quilliams

Station	13-avr-22	19-mai-22	13-juin-22	06-juil-22	03-août-22	31-août-22	13-oct-22	02-nov-22	Moyenne
Quilliams 1	0,5	1,0	3,0	8,0	2,0	2,0	1,0	3,0	2,6
Quilliams 2	5,0	0,5	0,5	4,0	0,5	3,0	12,0	2,0	3,2
Quilliams 3	0,5	2,0	0,5	4,0	3,0	0,5	3,0	3,0	2,1
Quilliams 4	1,0	3,0	0,5	3,0	3,0	2,0	1,0	1,0	1,8
Quilliams 5	9,0	2,0	0,5	0,5	2,0	0,5	1,7	8,0	3,0
Quilliams 6	0,5	2,0	0,5	2,0	4,0	ND	2,3	0,5	1,7

L'INDICE DE LA QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE ET PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU (IQBP)

L'IQBP est basé sur six descripteurs pour lesquelles la concentration mesurée est transformée en un sous-indice variant de 0 à 100 (Hébert, 1996). L'IQBP d'un échantillon donné correspond au sous-indice du descripteur qui présente la valeur la plus faible. Notez que l'IQBP n'indique pas que tous les critères sont dans les normales ou à l'inverse hors-norme. Pour plus de détails, veuillez consulter le site du gouvernement du Québec (Gouvernement du Québec, 2023).

La prise d'échantillons pour la rivière Yamaska est localisée à l'exutoire du lac Brome, soit au barrage Foster (45,2798190, -72,5065360). Huit échantillons ont été prélevés entre le 4 avril et le 7 novembre 2022. Un IQBP de 79 a été calculé à cette station pour 2022 (Error! Reference source not found.) alors que la moyenne de 2000 à 2022 est de 47.

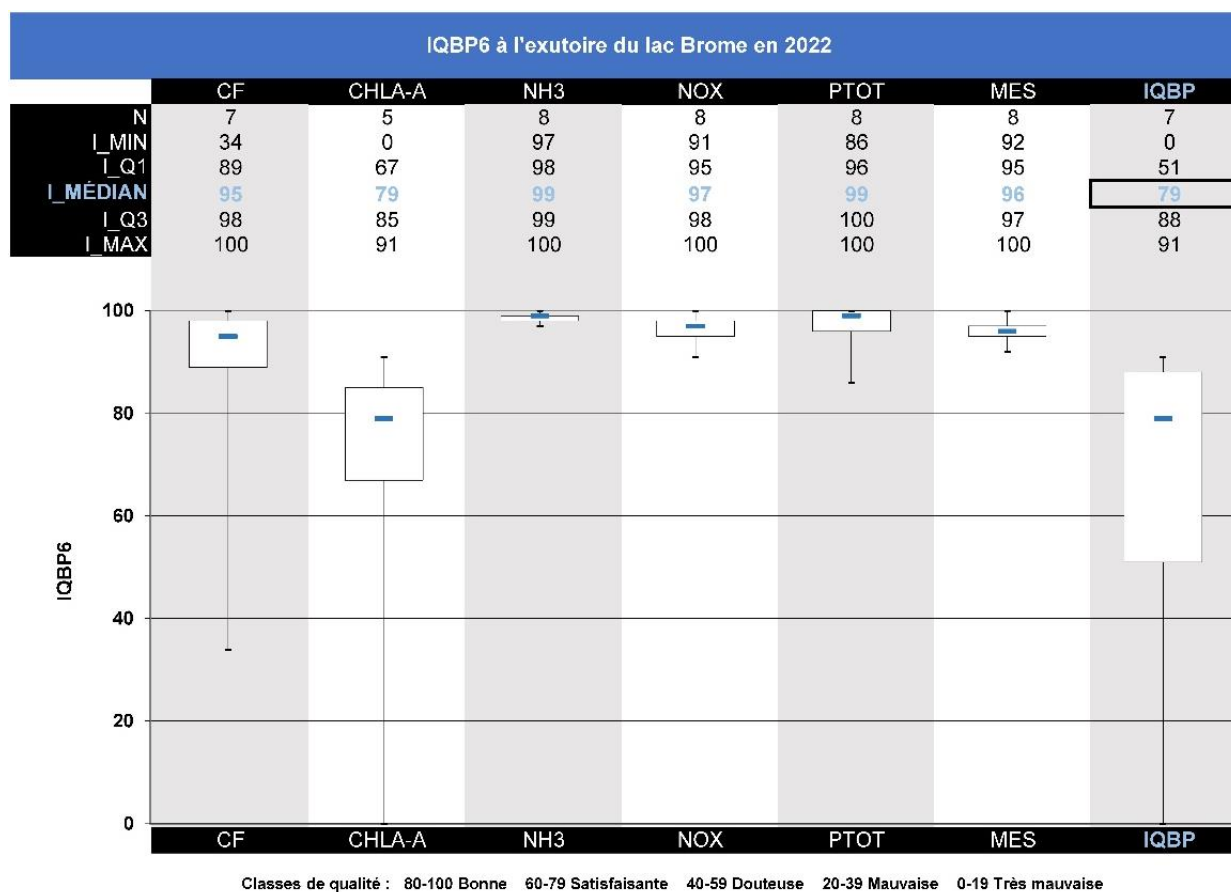


Figure 4 - IQBP6 en 2022 à la station à l'embouchure de la branche principale de la rivière Yamaska au lac Brome (03030094)

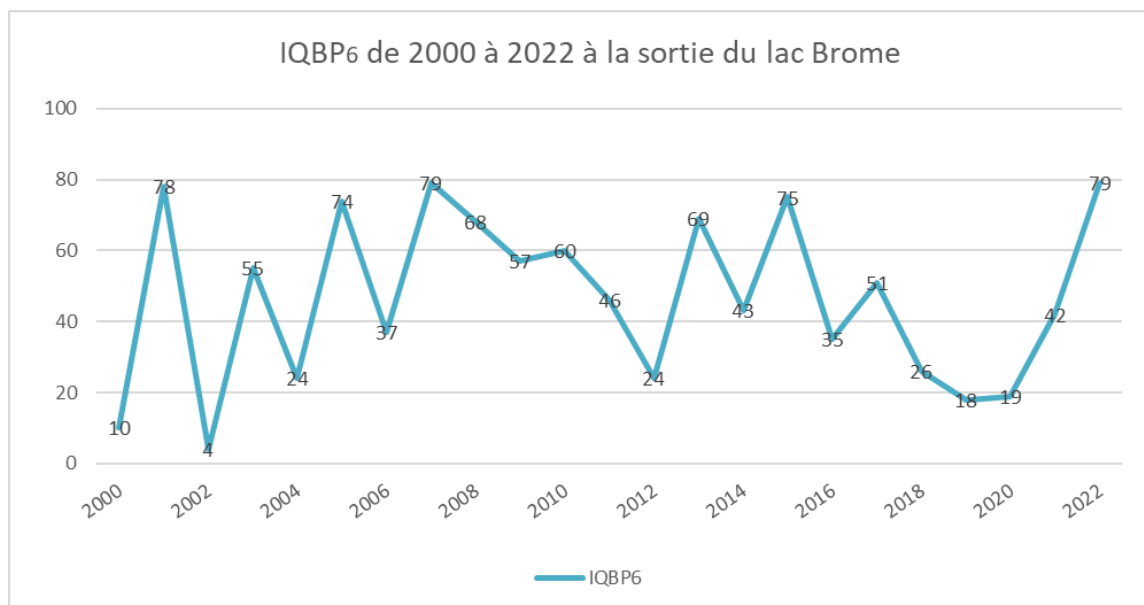


Figure 5 - IQBP6 de 2000 à 2022 à la station à l'embouchure de la branche principale de la rivière Yamaska au lac Brome (03030094) (valeurs révisées en 2019)

En 2022, le descripteur déclassant a été la chlorophylle α avec un dépassement de la valeur seuil le 2 septembre. En comparaison, il y a eu trois dépassements en 2021 en mai, septembre et octobre. Ces dépassements correspondent à la période où le développement des fleurs d'eau de cyanobactéries est à son maximum.

LA MESURE DE LA TRANSPARENCE À L'AIDE DU DISQUE DE SECCHI

La transparence de l'eau a été mesurée à 10 reprises du 19 mai au 17 août 2022, en mesurant la profondeur de visibilité à l'aide du disque de Secchi. La transparence de l'eau a été meilleure cette année qu'en 2021, mais les valeurs ont été plus variables par rapport à la moyenne pluriannuelle (**Figure 6**). Une valeur moyenne de 3,3 m pour la transparence caractérise le lac comme légèrement trouble et le classe au niveau trophique mésotrophe. Le lac est alors à un stade intermédiaire d'eutrophisation.

D'ailleurs, il est important de souligner que c'est l'ensemble des variables physicochimiques mesurées qui influence le niveau trophique du lac. Tout d'abord, la concentration moyenne de carbone organique dissous, de 4,6 mg/L, indique que l'eau est colorée. Cette coloration peut avoir un impact sur la mesure de clarté de l'eau, cependant, au lac Brome, elle n'explique pas les variabilités observées. C'est plutôt la concentration moyenne de la chlorophylle α qui est de 5 $\mu\text{g/L}$, qui réduit la transparence de l'eau en raison de l'abondance d'algues microscopiques en suspension. L'autre élément qui a une incidence marquée sur l'état trophique du lac est la concentration moyenne de phosphore total trace qui est d'environ 17 $\mu\text{g/L}$, ce qui montre un enrichissement par ce nutriment.

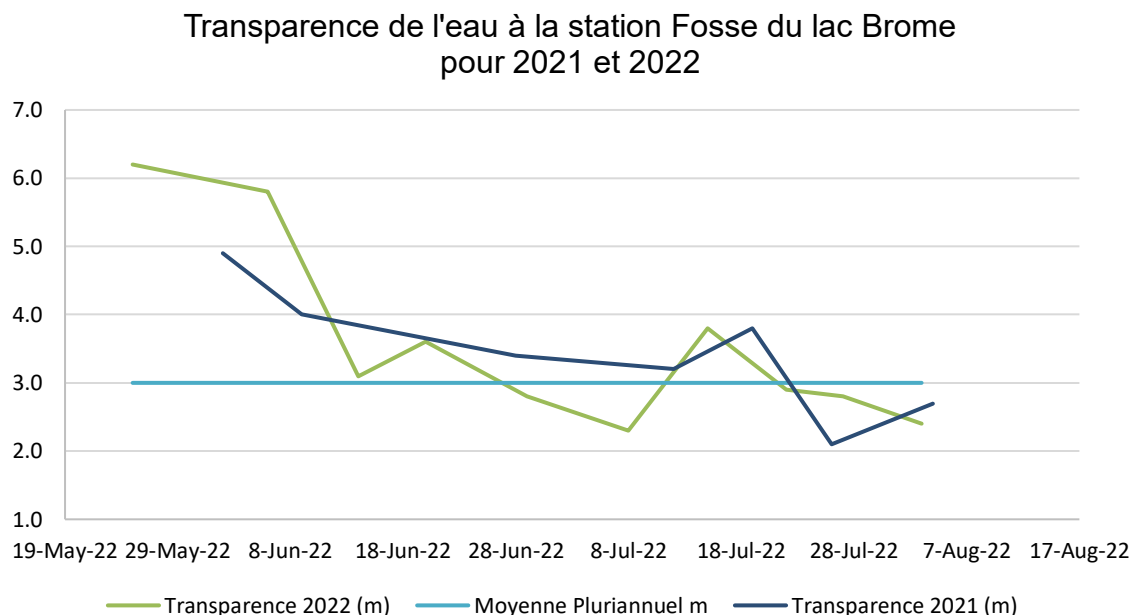


Figure 6 - Profondeurs de visibilité du disque SECCHI à la station fosse du lac Brome pour 2021 et 2022 en fonction de la moyenne pluriannuelle

En 2022, la température du lac à un mètre de profondeur a été en moyenne de 21,25 °C, soit 0,72 °C de moins qu'en 2021 et 1,29 °C de moins qu'en 2020. Cet écart de chaleur est principalement dû aux nombreuses périodes caniculaires de l'été 2020 (**Figure 7**).

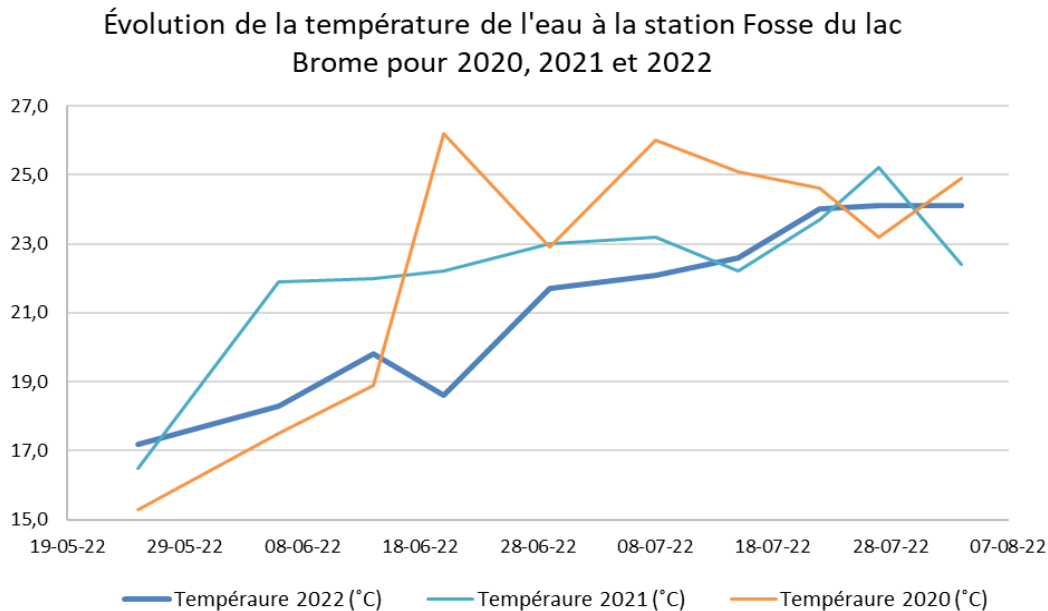


Figure 7 - Température de l'eau à la station fosse du lac Brome pour 2020, 2021 et 2022

STRATIFICATION DU LAC

À l'été, survient dans les lacs suffisamment profonds, un phénomène de stratification thermique, c'est-à-dire de séparation de la colonne d'eau du lac en couches de différentes températures. Les couches d'eau ne se réchauffent pas à la même vitesse selon leur profondeur, ce qui entraîne des différences de densité. Les trois couches sont l'épilimnion à la surface, le métalimnion au centre et l'hypolimnion au fond. La stratification ne permet pas à l'oxygène de l'épilimnion d'alimenter l'hypolimnion qui peut manquer d'oxygène jusqu'au brassage automnal. L'état anoxique, ou d'absence d'oxygène, est exacerbé par les bactéries qui consomment l'oxygène dans le processus de décomposition de la matière organique. Dans ces conditions, le phosphore contenu dans les sédiments peut être relargué car les bactéries puisent alors leur oxygène dans les éléments présents dans les sédiments, libérant le phosphore lié chimiquement à ces mêmes éléments. Le phosphore devient à nouveau disponible pour les végétaux et les algues et cet enrichissement contribue à leur développement.

Afin de vérifier si un tel phénomène est présent dans le lac Brome, nous avons mis en place une procédure d'échantillonnage depuis l'été 2021. Cela consiste à mesurer la température et l'oxygène dissous à tous les mètres de profondeur à la fosse du lac. Pour obtenir des valeurs plus précises, les mesures sont prises à la descente de la sonde et la remontée de celle-ci. Puis, à partir des deux compilations de mesures, une moyenne est calculée.

En 2022, le protocole a été suivi pour obtenir sept relevés du 25 mai au 15 août. La température et l'oxygène étaient alors mesurés à la fosse (45.24959, -72.50944). Le site avait une profondeur d'au moins 10 mètres.

La stratification thermique a été observée dans le lac Brome à partir du début de la prise de mesure en mai. On dénote des baisses prononcées de température et d'oxygène à partir de 8 m de profondeur. C'est donc entre 8 et 10 m que se situe la thermocline du lac (profondeur où l'on retrouve le plus important changement de température). À cet endroit, la température de l'eau diminue en moyenne de 3 °C selon le mois (**Figure 8**). Prenez note qu'il nous est impossible de mesurer la température et l'oxygène à plus de 10 m puisque nous sommes limités par la longueur du câble de la sonde.

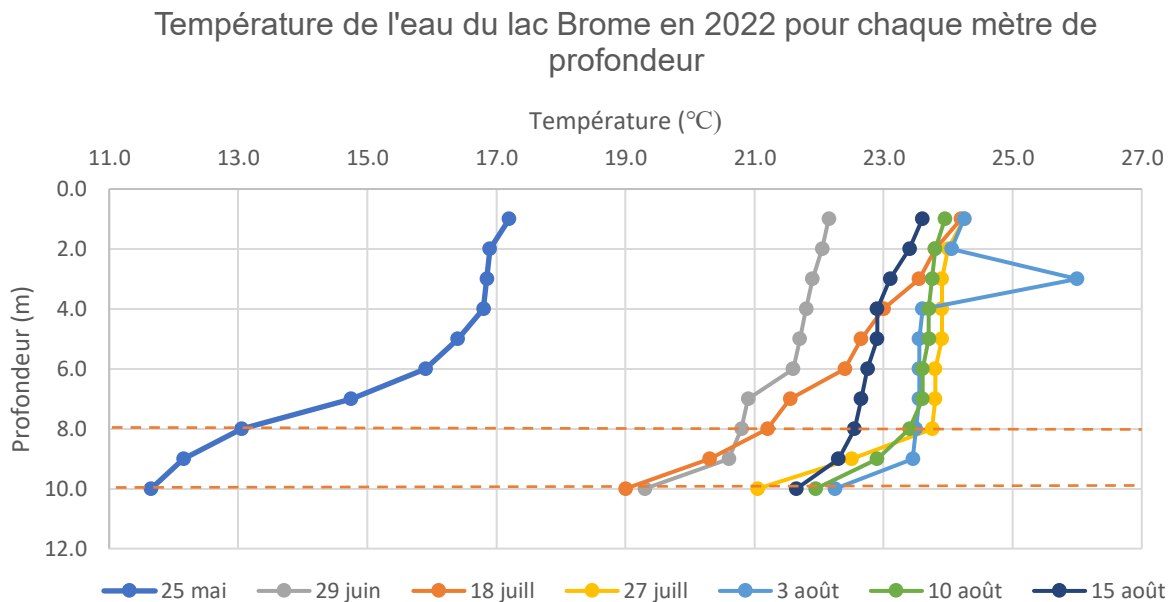


Figure 8 - Température moyennes du lac Brome du 25 mai au 15 août 2022 en fonction de la profondeur. Les lignes pointillées oranges indiquent la profondeur de la thermocline

La chute de température en profondeur indique que l'eau de surface ne se mélange pas à l'eau de l'hypolimnion qui est cloisonnée en raison de la différence de densité. Ainsi, l'oxygène de l'hypolimnion n'est pas renouvelé et la couche est hypoxique : le pourcentage d'oxygène dissous y passe de près de 90%-100% à 4,0% (**Figure 9**). Il faut aussi retenir que la décomposition de la matière organique morte est plus grande vers la fin de juillet et en août, ce qui explique aussi en partie la chute plus marquée du % de saturation à cette période de l'année.

Oxygène dissous à chaque mètre de profondeur du lac Brome en 2022

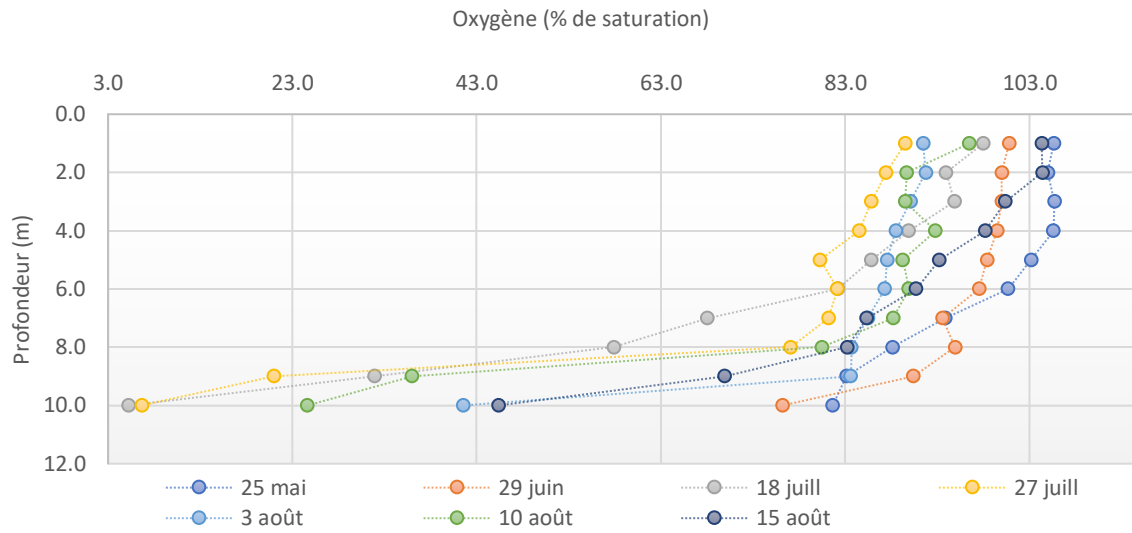


Figure 9 - Moyenne d'oxygène dissous (%) du lac Brome du 25 mai au 15 août 2022 en fonction de la profondeur. Un taux de 55% minimum est requis pour maintenir la vie aquatique

RÉFÉRENCES

Agrométéo Québec. (2023). <https://www.agrometeo.org/>

Devidal, S., Rivard-Sirois, C., Pouet, M.-F., & Thomas, O. (2007). *Solutions curatives pour la restauration de lacs présentant des signes d'eutrophisation*. Université de Sherbrooke -- RAPPEL, Observatoire de l'environnement et du développement durable (ODDE).

Gouvernement du Québec. (2023). *Atlas de l'eau*.
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/index.htm>

Hébert, S. (1996). *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec* (NASOBV Documents projet en cours ENTREPRISES_ECO_TOX_2018 DOCUMENTATION Données Carto Dev Study_Hébert_1997.pdf). Ministère de l'Environnement et de la Faune.

RAPPEL. (2023). *Analyse de vulnérabilité des lacs du Québec à la moule zébrée en fonction de leur concentration en calcium*
https://lbl756.sharepoint.com/:b:/s/Documentsdegroupe/ETGlfDPIHFdDme3lDMbad_EBNpmHCgPflW0FRAQZBqojHQ?e=bAp4zN.

Simard, A. (2004). *Portrait global de la qualité de l'eau des principales rivières du Québec*. Ministère de l'Environnement du gouvernement du Québec.
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/global-2004/Etat2004.htm>

ANNEXE 1

Annexe 1 - Température moyennes (°C), précipitation (mm) à la station Lac – Brome (AgrométéoQuébec) et classification du temps (sec ou humide) 24 heures, 48 heures et 72 heures avant l'échantillonnage pour les dates de prélèvements de 2022

Prélèvement 2022							
Date	Température moyenne	Pluie dernier 24 h	Temps sec ou humide	Pluie dernier 48h	Temps sec ou humide	Pluie dernier 72h	Temps sec ou humide
14-mars-22	-1,0	0,1	sec	14,9	humide	0,8	sec
15-mars-22	0,6	1,5	sec	0,1	sec	14,9	Humide
21-mars-22	0,6	7,2	sec	7,2	sec	0,0	sec
31-mars-22	7,6	2,9	sec	0,3	sec	1,5	sec
13-avr-22	7,6	5,4	sec	0,2	sec	1,6	sec
19-mai-22	9,4	0,2	sec	16,0	Humide	18,0	Humide
25-mai-22	15,9	0,0	sec	0,0	sec	9,0	sec
06-juin-22	17,2	0,0	sec	2,2	sec	10,2	Humide
13-juin-22	17,8	0,0	sec	0,0	sec	4,5	sec
14-juin-22	17,8	8,6	sec	0,0	sec	0,0	sec
20-juin-22	15,9	0,0	sec	18,9	Humide	12,5	Humide
29-juin-22	17,5	0,0	sec	21,3	Humide	0,0	sec
08-juil-22	19,4	0,0	sec	0,9	sec	9,4	sec
06-juil-22	17,4	9,4	sec	0,0	sec	0,3	sec
15-juil-22	19,0	3,6	sec	0,0	sec	16,0	Humide
22-juil-22	23,0	0,3	sec	0,0	sec	0,6	sec
27-juil-22	20,0	0,0	sec	17,2	Humide	16,0	Humide
14-juil-22	17,2	0,0	sec	16,0	Humide	0,0	sec
03-août-22	19,7	4,9	sec	0,0	sec	0,0	sec
03-août-22	19,7	4,9	sec	0,0	sec	0,0	sec
31-août-22	17,1	17,7	Humide	0,0	sec	0,0	sec
17-sept-22	13,0	0,0	sec	0,0	sec	6,5	sec
13-oct-22	13,9	0,0	sec	0,0	sec	0,0	sec
02-nov-22	8,9	1,8	sec	0,0	sec	0,0	sec