



RAPPEL

Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU DU LAC LIBBY

2023



UNE EXPERTISE RECONNUE DEPUIS PLUS DE 25 ANS



RAPPEL

Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU DU LAC LIBBY

RAPPORT FINAL

Préparé pour :

**Association des propriétaires du bassin versant du lac Libby
(APBVLL)**

Préparé par :

Sara Le Blanc, Tech. bioécologie

Révisé par :

Mélissa Laniel, Biologiste, M. Sc. A

Décembre 2023

A-350 rue Laval, Sherbrooke (Québec) J1C 0R1

Tél. : 819.636.0092

www.rappel.qc.ca

Table des matières

1	Mise en contexte	1
2	Théorie et méthodes.....	1
2.1	État de santé du lac	1
2.1.1	Suivi de la qualité de l'eau à la fosse	2
2.2	Qualité de l'eau de baignade	4
3	Résultats et interprétation.....	7
3.1	État de santé du lac Libby.....	7
3.1.1	Suivi à la fosse	7
3.2	Qualité bactériologique de l'eau	10
3.2.1	Plage.....	10
4	Discussion et recommandations	12
5	Références.....	14

Liste des tableaux

Tableau I. Description des variables physicochimiques analysées à la fosse d'un lac	2
Tableau II. Résultats de l'échantillonnage de la qualité de l'eau à la fosse du lac Libby ..	8
Tableau III. Total des précipitations 24 heures avant l'échantillonnage de la plage au lac Libby en 2023.....	10
Tableau IV. Résultats des analyses du dénombrement de bactéries <i>E. coli</i> (UFC/100ml) à la plage du lac Libby en 2023	11
Tableau V. Qualité de l'eau de baignade de la plage du lac Libby en 2023	11
Tableau VI. Planification des suivis de l'état de santé du lac Libby.....	12

Liste des figures

Figure 1. Le processus d'eutrophisation des lacs.....	1
Figure 2. Échelle utilisée pour la détermination du statut trophique.....	3
Figure 3. Sources potentielles de contamination bactériologique.....	5
Figure 4. Technique pour l'échantillonnage d'un cours d'eau à gué	6
Figure 5. Interprétation du statut trophique selon les résultats du suivi de la qualité de l'eau à la fosse du lac Libby (1997 à 2023).....	9

Liste des annexes

ANNEXE 1. Répertoire cartographique.....	16
ANNEXE 2. Critères d'évaluation de la qualité de l'eau d'un lac.....	18
ANNEXE 3. Critères d'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau.....	20

1 MISE EN CONTEXTE

L'Association des propriétaires du bassin versant du lac Libby (APBVLL) souhaite poursuivre la caractérisation du lac afin d'obtenir un portrait de son état de santé. C'est dans cette optique que le suivi de la qualité de l'eau a été effectué par le RAPPEL en 2023, pour une 9^e année consécutive. Pour ce faire, la mesure de différentes variables physico-chimiques a été réalisée à la fosse du lac (phosphore total, chlorophylle *a*, carbone organique dissous et transparence de l'eau). De plus, une analyse bactériologique a été effectuée à la plage du lac.

2 THÉORIE ET MÉTHODES

2.1 État de santé du lac

Le processus de vieillissement naturel des lacs, qu'on appelle eutrophisation, est généré par les apports en nutriments et sédiments. Ce processus se déroule normalement sur des dizaines voire des centaines de milliers d'années. Un lac « jeune » est qualifié d'oligotrophe et un lac « vieux » d'eutrophe (Figure 1). En documentant l'état de santé d'un lac, on souhaite mieux comprendre à quel point le processus d'eutrophisation est affecté et accéléré par l'occupation humaine dans son bassin versant.

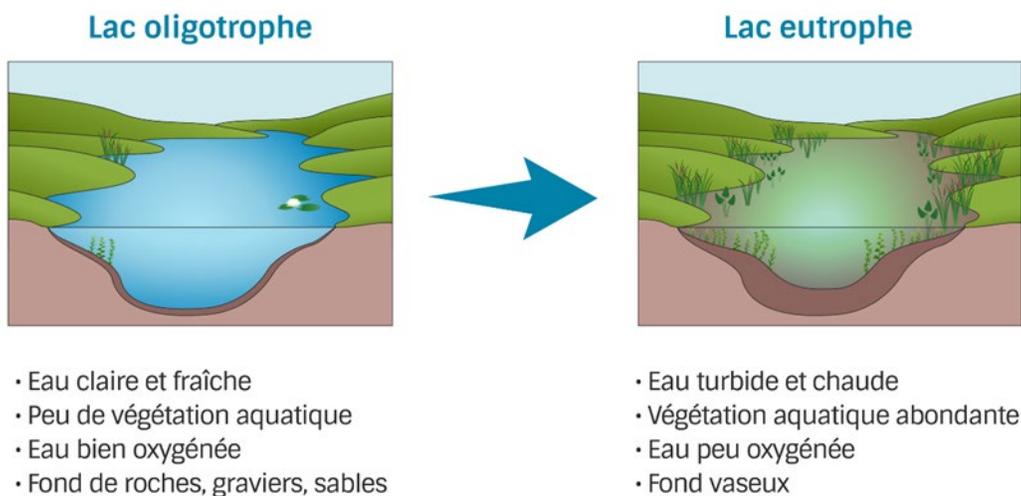


Figure 1. Le processus d'eutrophisation des lacs

Pour ce faire différentes variables physicochimiques et biologiques sont analysées. Dans la zone profonde des lacs, la concentration en phosphore total et en chlorophylle *a* de la colonne d'eau, la transparence de l'eau et la concentration d'oxygène dissous peuvent traduire l'état de vieillissement général d'un lac, sur une longue période. Les observations réalisées dans la zone littorale, sur la quantité d'algues, de cyanobactéries de plantes aquatiques et de sédiments nous renseignent directement sur les apports en nutriments en provenance des activités humaines en périphérie.

2.1.1 Suivi de la qualité de l'eau à la fosse

Afin de déterminer où le lac se situe en termes d'eutrophisation et de vieillissement à long terme, l'analyse des descripteurs de la qualité de l'eau, présentés au tableau I, dans la zone la plus profonde du lac constitue l'approche à privilégier.

Tableau I. **Description des variables physicochimiques analysées à la fosse d'un lac**

Variable	Définition
Phosphore total (µg/L)	Élément nutritif essentiel à la vie, qui régule la croissance végétale. Est présent sous différentes formes dans l'eau (dissoutes, associées à des particules). Est naturellement peu disponible sous sa forme assimilable par les végétaux dans l'environnement aquatique.
Chlorophylle <i>a</i> (µg/L)	Pigment présent chez tous les organismes qui font de la photosynthèse. Reflète indirectement la quantité de phytoplancton (algues microscopiques) en suspension dans l'eau. Est lié à l'abondance du phosphore dans l'eau.
Transparence (mètres)	Épaisseur de la colonne d'eau jusqu'où la lumière pénètre. Mesurée à la fosse d'un lac, à l'aide d'un disque de Secchi. Influencée par l'abondance des composés organiques dissous et des matières en suspension qui colorent l'eau ou la rendent trouble, comme le phytoplancton.
Carbone organique dissous (mg/L)	Provient de la décomposition des organismes, dans les milieux humides et les sols organiques. Fortement associé à la présence d'acides humiques, lesquels sont responsables de la coloration jaunâtre ou brunâtre de l'eau. Influence la transparence de l'eau.

Bien que ces descripteurs puissent nous renseigner séparément sur des éléments comme la productivité du lac ou l'impact des facteurs naturels sur la qualité de l'eau, la détermination du statut trophique requiert de combiner leur analyse.

Pour ce faire, le Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) a développé, dans le cadre du programme de Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), une classification basée sur l'indice de Carlson (Carlson, 1977). Pour chaque variable, une échelle est utilisée (Figure 2). Une moyenne du classement obtenu permet de déterminer le statut trophique global. Notons que la transparence est exclue du calcul, lorsque l'interprétation des résultats est très différente des autres variables (MELCC, 2022a). Par exemple, la coloration naturelle de l'eau (par le carbone organique dissous) ou la faible profondeur d'un plan d'eau (disque qui touche le fond) peuvent affecter négativement la transparence sans pour autant indiquer une dégradation de son état de santé.

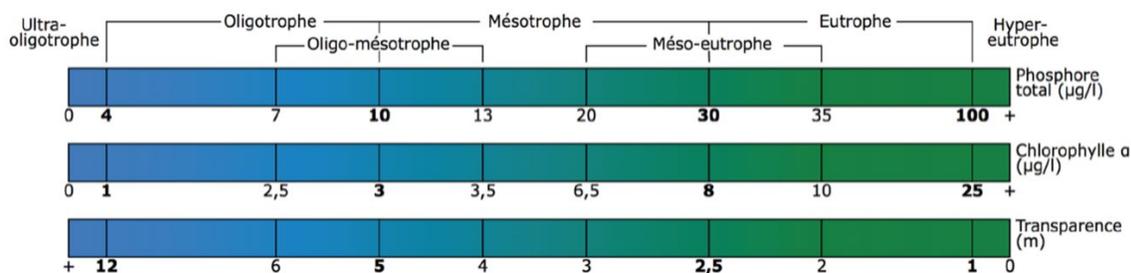


Figure 2. Échelle utilisée pour la détermination du statut trophique (©MELCCFP, 2023)

Afin d'obtenir une moyenne annuelle fiable, il est recommandé de procéder à l'échantillonnage du phosphore total – trace (PTtrace), de la chlorophylle *a* (*chl_a*) et du carbone organique dissous (COD) à trois reprises dans l'été et de mesurer la transparence de l'eau une dizaine de fois, idéalement à toutes les deux semaines, entre mai et octobre. Notons que la méthode utilisée pour l'analyse du phosphore total en laboratoire doit être assez précise pour détecter des variations de l'ordre de **0,6 µg/l** (MELCCFP, 2023).

Par ailleurs, ce sont les moyennes pluriannuelles qui doivent être utilisées pour le calcul du statut trophique d'un lac, puisque plusieurs facteurs externes peuvent contribuer à la variation annuelle des données (température, précipitations, effort d'échantillonnage, etc.). C'est pourquoi, il est difficile de tirer des conclusions d'une année à l'autre et que plusieurs années sont nécessaires afin de déterminer l'état de vieillissement d'un lac sur la base d'indicateurs de la qualité de l'eau.



L'échantillonnage de la qualité de l'eau est effectué en utilisant une bouteille fixée sur un porte-bouteille, que l'on descend graduellement jusqu'à 1 mètre sous la surface de l'eau. Quant à la transparence, celle-ci est mesurée à l'aide d'un disque de Secchi. La transparence de l'eau correspond à la profondeur à laquelle le disque n'est plus visible à partir de la surface (MELCC et CRE Laurentides 2016 et 2017).

2.2 Qualité de l'eau de baignade

En milieu lacustre, on retrouve naturellement une grande variété de micro-organismes, dont plusieurs jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement de l'écosystème en recyclant les nutriments. Dans les eaux contaminées, notamment par les déjections animales, certains micro-organismes pathogènes peuvent toutefois causer des maladies chez l'humain (gastro-entérites, infections cutanées, etc.).

Des bactéries indicatrices, présentes en grand nombre dans le tube digestif des animaux à sang chaud, comme les coliformes fécaux et les bactéries *Escherichia coli* (*E. coli*), sont utilisées pour évaluer le niveau de contamination bactériologique des eaux puisque leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales.

Dans le cadre de son programme Environnement-Plage, la qualité de l'eau de baignade des plages publiques est évaluée par le MELCCFP. Depuis 2014, ce dernier utilise *E. coli* en remplacement des coliformes fécaux, comme indicateur de pollution bactériologique. Une nouvelle méthodologie d'échantillonnage à l'aide d'échantillons composites (multiples) est également préconisée (MELCC, 2022b).

L'analyse des concentrations en coliformes fécaux, ou plus précisément de la quantité de bactéries *E. coli* mesurée en nombre d'unité formatrice de colonies/100 millilitres (UFC/100 ml), nous renseigne donc sur la qualité de l'eau de baignade, **à un moment et un endroit précis**. Ainsi, une fréquence plus élevée de tournées d'échantillonnage à un nombre limité de sites est préférable à un échantillonnage moins fréquent à une multitude de sites (MDDEFP, 2013).

Pour avoir un meilleur portrait de la qualité bactériologique de l'eau en lac, il est recommandé de prélever des échantillons au moins trois fois par été, et ce, pendant quelques années consécutives (deux ou trois ans). Idéalement, ce scénario devrait comprendre une tournée après plusieurs jours de temps sec et deux tournées à la suite de pluies suffisamment abondantes pour provoquer du ruissellement sur le sol (pluie de 10 mm et plus en 24 heures). Cette façon de procéder permet de vérifier s'il y a une variation de la qualité bactériologique de l'eau lorsque les conditions météorologiques sont radicalement différentes (MDDEFP, 2013).

Les sources de contamination bactériologique de l'eau sont multiples (Figure 3 ; MDDEFP, 2013; Annexe 3).

Urbaines	Eaux usées municipales : <ul style="list-style-type: none"> > non traitées; > non désinfectées; > déversements et dérivations aux stations d'épuration; > débordements des réseaux d'égout. Eaux de ruissellement (égouts pluviaux).
Rurales	Eaux usées domestiques de bâtiments non desservis (résidences et commerces) : <ul style="list-style-type: none"> > rejets directs d'eaux usées non traitées; > débordements de fosses septiques; > résurgences de champs d'épuration. Eaux de ruissellement.
Agricoles	Déjections d'animaux d'élevage : <ul style="list-style-type: none"> > rejetées aux cours d'eau (directement ou indirectement); > en provenance de systèmes d'entreposage défectueux, d'aires d'alimentation et de cours d'exercice. Eaux de ruissellement et drains souterrains de terres fertilisées avec des déjections animales.
Industrielles	Industries agroalimentaires. Industries de pâtes et papier.
Naturelles	Déjections d'oiseaux et d'animaux sauvages. Eaux de ruissellement.

Figure 3. Sources potentielles de contamination bactériologique

L'échantillonnage de l'eau permettra principalement de détecter des sources **ponctuelles** ou directes de contamination (déversement d'eaux usées non traitées, déjections des animaux sauvages et agricoles), ainsi que les contaminants transportés par le ruissellement des eaux pluviales (engrais, épandage agricole, ruissellement urbain, etc.).

Toutefois, il n'est pas recommandé d'utiliser ce suivi pour évaluer le degré de pollution de sources **diffuses**, qui proviennent du sol. Par exemple, dans son *Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac* le ministère déconseille cette pratique pour l'évaluation de la conformité des installations septiques. « Le suivi bactériologique en lac ne peut et ne doit jamais remplacer l'entretien, le suivi et la vidange régulière des installations septiques individuelles ainsi que le remplacement des installations déficientes. Il est donc plus opportun de mettre en place des programmes systématiques d'inspection et de vidange ou de faire réaliser un relevé sanitaire des installations septiques individuelles. »

Aussi, la concentration de coliformes fécaux, tout comme celle d'autres bactéries indicatrices, décroît rapidement dans les eaux de surface. Cette décroissance est d'ailleurs plus importante en périodes de canicule et de températures élevées. Les autres

facteurs favorisant cette décroissance sont la sédimentation, la radiation solaire (pouvoir de désinfection des rayons ultraviolets), la prédation et la salinité (MDDEFP, 2013).

Les échantillons pour l'analyse de la qualité bactériologique de l'eau sont récoltés en immergeant une bouteille de prélèvement décontaminée, l'ouverture vers le bas jusqu'à 30 cm sous la surface de l'eau, puis en la remontant en exécutant un mouvement en « U » (Figure 4). Ensuite, le contenu de la bouteille de prélèvement est transvidé dans la bouteille pour l'analyse bactériologique, en prenant soin de ne pas dépasser la ligne et de ne pas perdre le préservatif qui se trouve à l'intérieur. Lorsque le prélèvement est effectué en eau peu profonde, il faut éviter la récolte des particules déposées en surface ainsi que celles provenant des sédiments (Hébert et Légaré, 2000 ; MDDEFP, 2013).

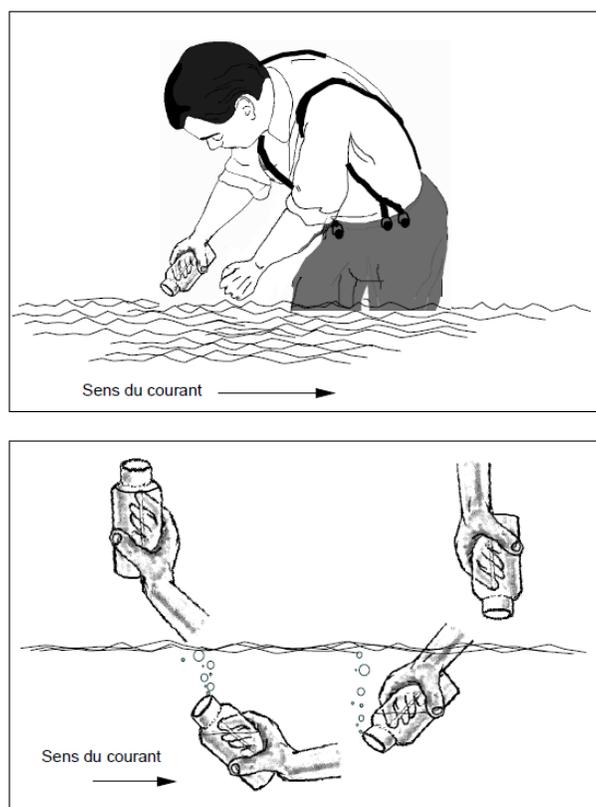


Figure 4. Technique pour l'échantillonnage d'un cours d'eau à gué

3 RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

3.1 État de santé du lac Libby

3.1.1 Suivi à la fosse

Bien que le lac ne soit pas inscrit au programme, les protocoles du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) décrits à la section 2.1 ont été utilisés pour l'échantillonnage et la mesure de la transparence de l'eau à la fosse du lac Libby en 2023. La carte bathymétrique du lac, illustrant l'emplacement de la fosse, se trouve à l'annexe 1.

Les prélèvements ont été effectués par l'équipe du RAPPEL, ainsi que 3 mesures de transparence de l'eau. Les 7 autres mesures ont été prises par un bénévole de l'Association.

Le tableau II présente les résultats des suivis historiques, ainsi que ceux obtenus pour l'année en cours. Les moyennes pluriannuelles combinent 66 mesures de phosphore total (PT), 60 de chlorophylle *a* (chl a), 6 de carbone organique dissous (COD) et 85 de transparence de l'eau prélevées entre 1997 et 2023. La figure 5 illustre quant à elle l'interprétation du statut trophique.

Tableau II. Résultats de l'échantillonnage de la qualité de l'eau à la fosse du lac Libby

Année / Variable		Phosphore total (µg/l)	Chlorophylle <i>a</i> (µg/l)	Carbone organique dissous (mg/L)	Transparence (m)
1997		16,8	5,23	-	1,7
1998		20,3	5,13	-	2,0
1999		12,9	5,07	-	2,2
2000		21,7	6,43	-	2,5
2001		15,7	-	-	1,6
2002		12,0	-	-	-
2003		11,5	-	-	-
2004		16,4	3,78	-	3,1
2005		67,9	5,90	-	2,3
2006		43,0	2,30	-	2,8
2007		12,0	3,00	-	2,6
2008		15,0	1,59	-	2,0
2009		8,5	2,90	-	1,7
2010		11,0	4,54	-	3,0
2012		10,0	2,22	-	3,1
2013		16,0	3,50	-	2,8
2014		17,0	13,40	-	1,9
2015		12,0	4,53	-	2,4
2016		9,8	2,07	-	2,9
2017		13,0	2,59	-	2,8
2018		13,0	3,80	-	2,3
2019		9,9	1,90	-	3,1
2020		10,7	4,87	-	2,8
2021		11,7	3,80	-	3,7
2022		16,8	4,40	6,03	2,5
2023		12,2	3,79	8,8	2,7
Moyenne 1997 à 2023 (nbr de mesures)		15,6 (n=66)	4,51 (n=60)	7,4 (n=6)	2,5 (n=85)
2023	12 juin	13	4,26	4,5	2,23
	21 juin	-	-	-	2,16
	03 juillet	-	-	-	2,37
	11 juillet	12,1	4,80	10,2	2,98
	20 juillet	-	-	-	2,42
	26 juillet	-	-	-	2,58
	10 août	11,5	2,30	11,8	3,16
	24 août	-	-	-	3,05
	05 septembre	-	-	-	3,08
	27 septembre	-	-	-	3,08
Moyenne 2023		12,2	3,79	8,8	2,7

Les données de 26 années d'échantillonnage permettent de constater que le lac Libby est **enrichi** en phosphore (concentration moyenne de $15,6 \mu\text{g/L}$) et que le niveau de chlorophylle *a* est **élevé** (concentration moyenne de $4,51 \mu\text{g/L}$). La concentration en COD de $7,4 \text{ mg/L}$ indique que l'eau du lac est **très colorée** et a une forte incidence sur la transparence de l'eau, qui pour sa part, est **trouble** (profondeur moyenne de 2,5 mètres) (Annexe 2).

Ainsi, le lac Libby a les caractéristiques d'un plan d'eau d'âge intermédiaire, soit **mésotrophe** (Figure 5, Annexe 2).

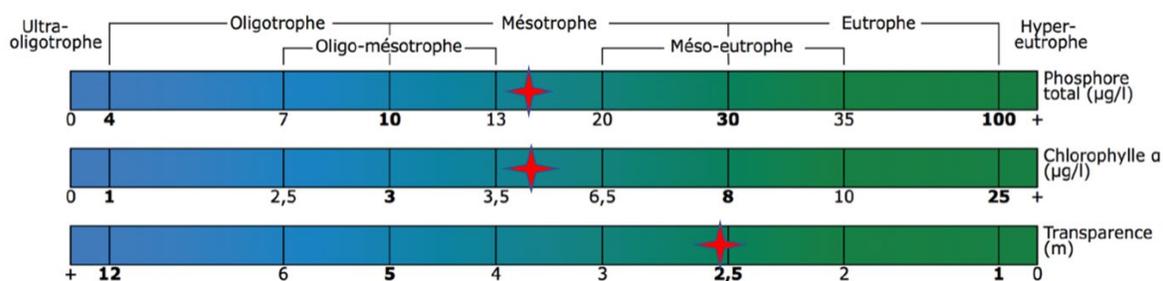


Figure 5. Interprétation du statut trophique selon les résultats du suivi de la qualité de l'eau à la fosse du lac Libby (1997 à 2023)

Les résultats de 2023 sont similaires aux moyennes historiques, sauf pour le phosphore total est un peu plus faible. En effet, en 2023 le lac était légèrement enrichi en phosphore (concentration de $12,2 \mu\text{g/L}$). Toutefois, il est important de se rappeler que les indicateurs physicochimiques de la zone profonde réagissent lentement face aux apports diffus en nutriments en provenance du bassin versant. Ainsi, ce sont les données sur plusieurs années qui peuvent être utilisées afin d'interpréter l'état de vieillissement général d'un plan d'eau. Afin de détecter des changements plus rapides, les descripteurs plus sensibles de la zone littorale (comme les plantes aquatiques et les algues) doivent être considérés (Denis-Blanchard, 2015; Greene, 2012; Rosenberger et al., 2008; Lambert, 2006 et Lambert, Cattaneo et Carignan, 2008).

3.2 Qualité bactériologique de l'eau

3.2.1 Plage

La qualité de l'eau de baignade à la plage du camping du lac Libby a été évaluée en utilisant la méthodologie du programme Environnement-Plage du MELCCFP (MELCC, 2022b).

Puisque la plage est linéaire, et que la profondeur d'eau est inférieure à 1,2 mètre, la méthode « linéaire » a été utilisée. La longueur approximative de la plage est de 36 mètres, donc un prélèvement a été effectué à tous les 5 mètres à partir du 3^e mètre de la limite de la plage. Six échantillons ont été prélevés et mélangés (par groupe de 3) afin de constituer deux échantillons composites. La plage n'a été visitée qu'une seule fois dans l'été, en juillet.

Puisque les précipitations (quantité et intensité) ont un impact direct sur la quantité et la qualité de l'eau d'eau qui ruisselle vers les plans d'eau, il s'agit d'un facteur important à considérer dans l'interprétation des données liées à la qualité bactériologique de l'eau. Comme indiqué à la figure 3, les eaux de ruissellement, que ce soit en milieu rural, agricole ou urbain (égouts pluviaux, surverses) peuvent entraîner une quantité importante de coliformes vers les plans d'eau. Selon le ministère de l'Environnement, un « **temps de pluie** » est considéré lorsqu'une accumulation de 10 mm ou plus a eu lieu dans les dernières 24 heures (MDDEFP, 2013).

Le tableau III présente les précipitations totales enregistrées à la station la plus proche, soit celle de Sherbrooke, durant les 24 heures précédant l'échantillonnage de la plage du lac Libby (Gouvernement du Canada, 2023).

Tableau III. **Total des précipitations 24 heures avant l'échantillonnage de la plage au lac Libby en 2023**

<i>Date</i>	<i>Heure</i>	<i>Précipitations totales (mm) dans les dernières 24 heures</i>
11 juillet 2023	11h00	65,9

**temps de pluie indiqué en bleu*

Dans une eau utilisée pour la baignade et les activités avec contacts directs, comme la planche à voile ou le ski nautique, le nombre de coliformes fécaux ou, plus précisément, de la bactérie *E. coli*, devrait être inférieur à 201 unités formatrices de colonies (UFC) par 100 ml d'eau. Ce nombre peut atteindre jusqu'à 1000 UFC par 100 ml dans une eau

utilisée pour des activités où il y a un contact indirect (canot et kayak, par exemple). Une eau ayant une teneur en coliformes fécaux ou *E. coli* supérieure à 1 000 UFC/100 ml est considérée comme insalubre (MDDEFP, 2013; Annexe 3).

Les résultats du nombre d'UFC de *E. coli* obtenus par 100 ml d'eau au lac Libby en 2023 ne présentent aucun dépassement des critères pour la baignade (Tableau IV).

Tableau IV. Résultats des analyses du dénombrement de bactéries *E. coli* (UFC/100ml) à la plage du lac Libby en 2023

Station		Résultats (<i>E. coli</i> (UFC)/100 ml) par date
Nom	Coordonnées GPS (Lat., Long.; WGS 64)	11 juillet 2023
Libby plage-1	45.281064, -72.367959	140
Libby plage-2		160

La classification des résultats selon les usages est présentée au tableau V. La qualité de l'eau de baignade est qualifiée de passable à la suite des fortes précipitations reçues la veille de l'échantillonnage, soit 65,9 mm de pluie. Le ruissellement des eaux semble donc transporter une certaine quantité de bactéries vers le lac, sans toutefois représenter un risque pour la baignade. Il est à noter que des fientes de bernaches ont été observées dans l'eau lors de l'échantillonnage ce qui a probablement influencé les résultats.

Tableau V. Qualité de l'eau de baignade de la plage du lac Libby en 2023

Nbr de prélèvements et classification / Station	Nbr total d'échantillons	A	B	C	D
		0-20 Excellente	21-100 Bonne	101-200 Passable	201 et plus Polluée
Libby plage-1	1	0	0	1	0
Libby plage-2	1	0	0	1	0
Total général	2	0	0	2	0

4 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Les résultats du **suivi de la qualité de l'eau à la fosse** montrent que le lac Libby est à un état de vieillissement intermédiaire. Les niveaux de phosphore et chlorophylle *a* indiquent que le lac est enrichi et productif. Ces résultats ne peuvent cependant pas être utilisés pour détecter des variations mensuelles ou annuelles liées aux apports en nutriments et en sédiments en provenance du bassin versant. Pour ce faire, un suivi de la zone littorale doit être effectué (plantes aquatiques, sédiments et envasement, périphyton).

Il est donc recommandé de poursuivre l'échantillonnage de la qualité de l'eau au lac Libby, selon la procédure et la fréquence recommandée par le RSVL¹ (Tableau VI ; MELCC et CRE Laurentides 2016 et 2017). Afin d'obtenir une bonne estimation de la transparence de l'eau, il est recommandé d'effectuer une dizaine de mesures entre les mois de mai et d'octobre (MELCCFP, 2023). De plus, il serait intéressant de compléter ces observations par le suivi du périphyton (MELCC, CRE Laurentides et GRIL, 2012) et l'évaluation du recouvrement par les plantes aquatiques indigènes dans la zone littorale, si applicables.

Tableau VI. Planification des suivis de l'état de santé du lac Libby

Suivi	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Échantillonnage					X	X	X			
Transparence	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Périphyton	X	X	X							

Plusieurs facteurs naturels ou anthropiques peuvent contribuer à la productivité des plans d'eau. Entre autres, les milieux humides, souvent associés à l'activité du castor, représentent une source naturelle d'apport en phosphore et matière organique dissoute. La morphométrie et l'hydrologie d'un lac ont également un impact sur son état de santé. En effet, les lacs peu profonds sont naturellement plus productifs et plus riches en

¹ Selon les recommandations du MELCCFP, l'échantillonnage à la fosse doit être effectué deux ou trois années consécutives. Ensuite, une pause de 4 ans est possible, tout en conservant les mesures annuelles de transparence de l'eau. Un échantillonnage plus fréquent peut toutefois être réalisé (MELCCFP, 2023).

nutriments. Cet aspect a probablement un impact important au lac Libby, qui est très peu profond (environ 3 mètres de profondeur maximale).

Le **suivi de la qualité de l'eau de baignade** au camping a montré une qualité bactériologique de l'eau passable. Il est recommandé de poursuivre un suivi annuel à la plage, selon la méthodologie du programme Environnement-Plage du MELCCFP qui prévoit 3 échantillonnages (un par temps sec et deux par temps de pluie). Il est important de noter que ce protocole vise seulement une analyse de l'eau de baignade. Les données ne peuvent pas servir à déterminer une problématique d'installation septique polluante.

Puisque le lac Libby est un plan d'eau peu profond, il est plus vulnérable à une dégradation prématurée. Il est donc primordial de poursuivre les mesures mises en place pour assurer sa protection. Voici une liste de bonnes pratiques générales à adopter dans le bassin versant d'un lac, afin de réduire l'impact des activités humaines sur son état de santé :

- Limiter le déboisement sur son terrain ;
- Arrêter de tondre le gazon et revégétaliser la bande riveraine du lac, sur une distance minimale de 10 à 15 mètres ;
- Limiter la perturbation des herbiers de plantes aquatiques indigènes ;
- Limiter et contrôler l'érosion (réseau routier, chantiers de construction, pratiques forestières et agricoles) ;
- Gérer les eaux de ruissellement et les eaux pluviales ;
- Limiter l'imperméabilisation des surfaces ;
- Préserver les milieux humides et effectuer une saine gestion des activités du castor ;
- S'assurer de la conformité et du bon entretien des installations septiques ;
- Remplacer les installations septiques vieillissantes ;
- Proscrire l'utilisation d'engrais et de fertilisants à proximité des plans d'eau ;
- Adopter des pratiques agricoles et forestières plus respectueuses de l'environnement (protection des rives, contrôle de l'érosion des chemins, semis directs, permaculture, etc.) ;
- Adopter des pratiques de navigation responsables et durables (vagues, vitesse, zones) ;
- Nettoyer les embarcations à l'entrée à la sortie d'un plan d'eau.

5 RÉFÉRENCES

CARLSON, Robert E. (1977). **A trophic state index for lakes**. in *Limnology and Oceanography*. 22 (2) : 361-369 p.

DENIS-BLANCHARD, Ariane (2015). **Effet du développement résidentiel sur la distribution et l'abondance des macrophytes submergés dans la région des Laurentides et de Lanaudière**. Université de Montréal : Faculté des arts et des sciences, Département de sciences biologiques, 103 p. [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

GOVERNEMENT DU CANADA (2023). **Conditions météorologiques et climatiques passées**, [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

GREENE, Mélissa (2012). **Effet du développement résidentiel sur l'habitat et la distribution des macrophytes dans les lacs des Laurentides**. Université de Montréal : Faculté des arts et des sciences, Département de sciences biologiques, 81 p. [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

HÉBERT, S. et LÉGARÉ S. (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, 24 p. et 3 annexes, 132 p. [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

LAMBERT, Daniel (2006). **La réponse du périphyton sur différents substrats au développement résidentiel des bassins versants des lacs des Laurentides**. Université de Montréal : Faculté des arts et des sciences, Département de sciences biologiques, 132 p. [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

LAMBERT, Daniel, CATTANEO Antonella et CARIGNAN Richard (2008). **Role of periphyton in ecological assessment of lakes** in *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 65 : 258-265 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2022a). Communications personnelles

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2022b). **Guide d'application du Programme Environnement-Plage**. Mise à jour en juin 2022, 23 p. [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MELCCFP) (2023) **Réseau de surveillance volontaire des lacs – Les méthodes**, [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) ET CONSEIL REGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES (CRE LAURENTIDES) (2017). **Protocole d'échantillonnage de la qualité de l'eau**, 4e édition, Québec, Direction de l'information sur les milieux aquatiques, ISBN 978-2-550-78284-1 (PDF), 9 p. [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

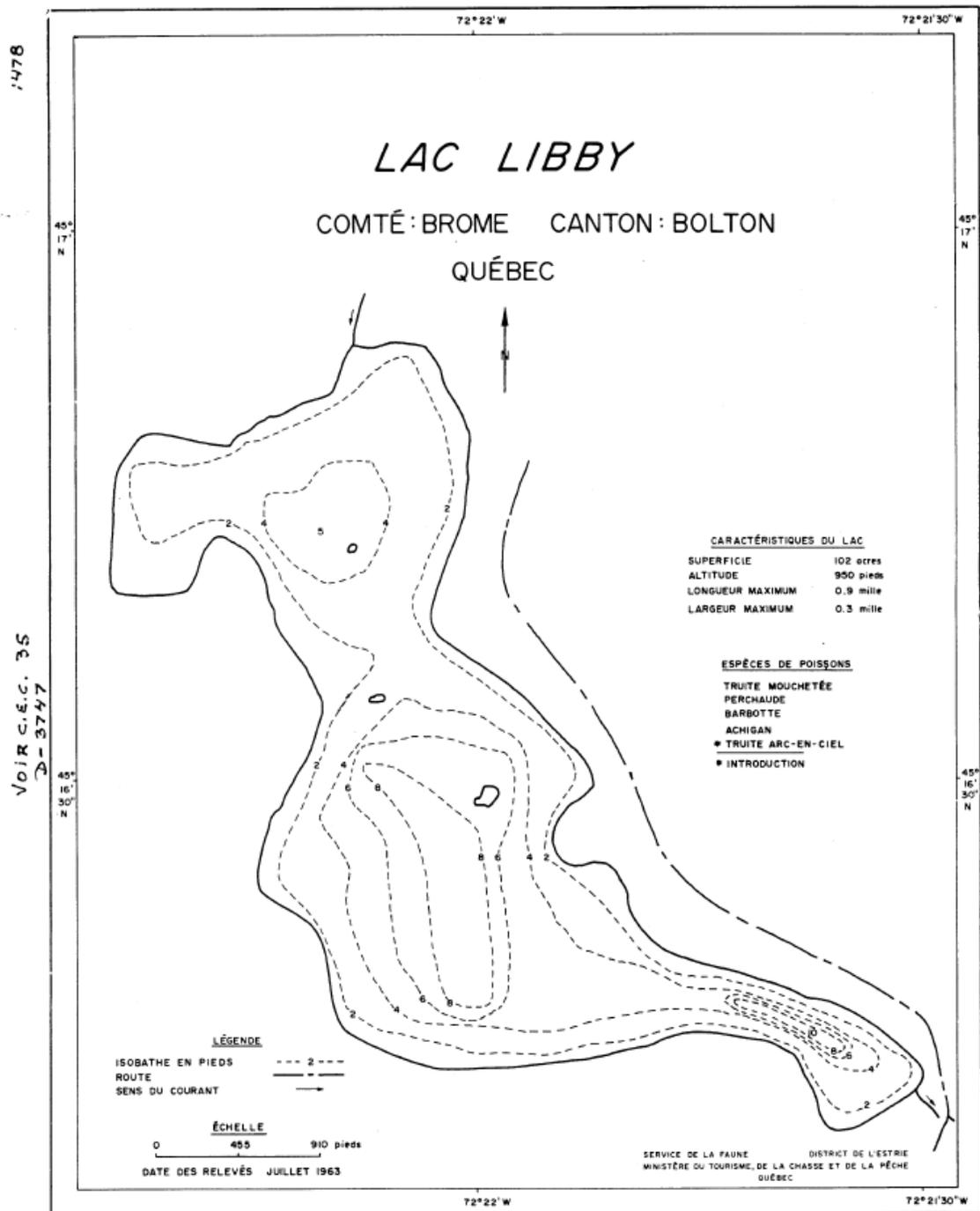
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) ET CONSEIL REGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES (CRE LAURENTIDES) (2016). **Protocole de mesure de la transparence de l'eau**, 3e édition, Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550- 75374-2 (PDF), 9 p. [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

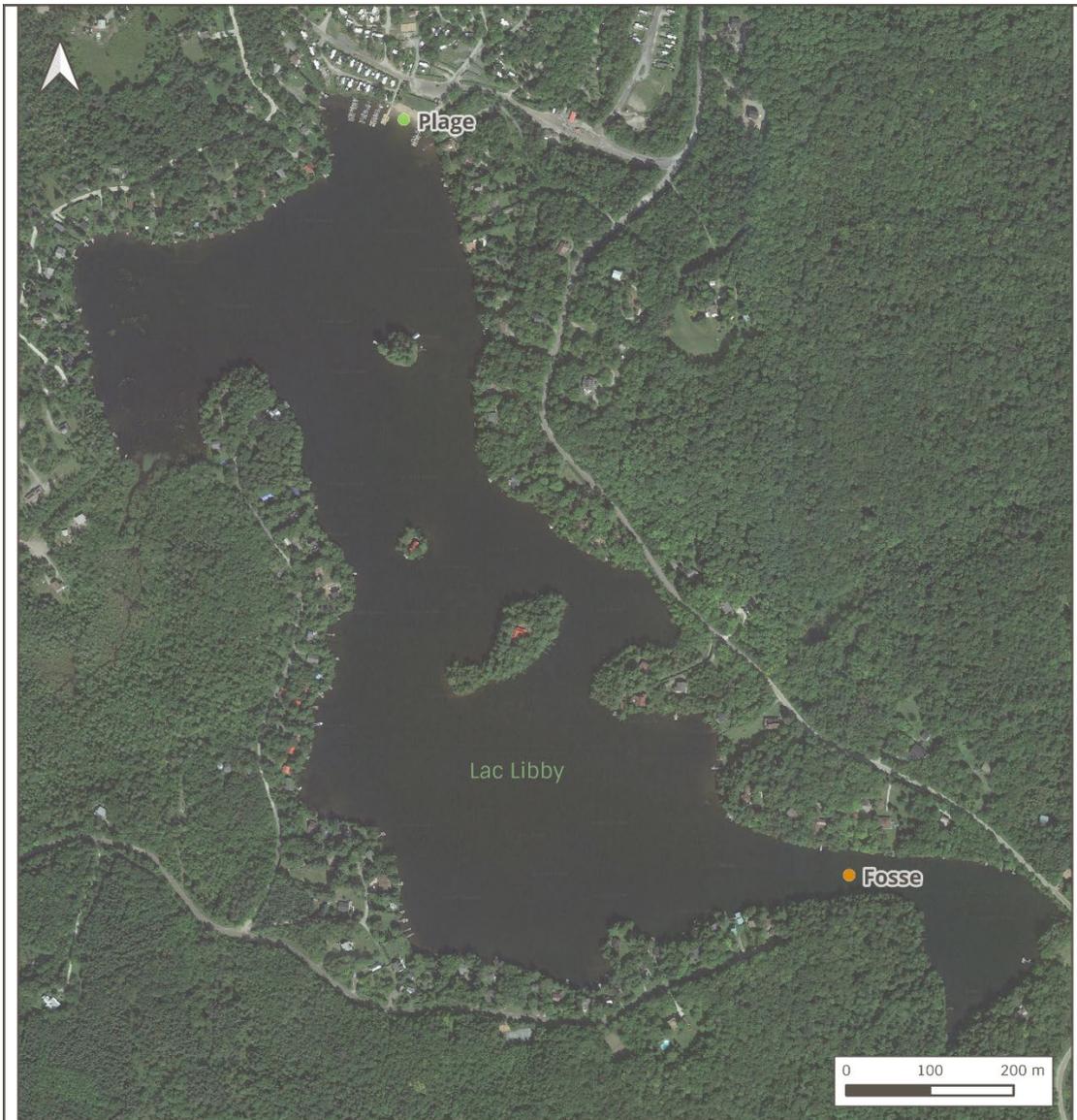
MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP) (2013). **Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac**. Gouvernement du Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement, 30 p. + 1 annexe. [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP), CONSEIL REGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES (CRE LAURENTIDES) ET GROUPE DE RECHERCHE INTERUNIVERSITAIRE EN LIMNOLOGIE ET EN ENVIRONNEMENT AQUATIQUE (GRIL) (2012). **Protocole de suivi du périphyton**, Québec, MDDEP, Direction du suivi de l'état de l'environnement et CRE Laurentides, ISBN 978-2-550-62477-6 (PDF), 33 p. [[En ligne](#)] Consulté en octobre 2023.

ROSENBERGER, Elizabeth E., HAMPTON Stéphanie E., FRADKIN Steven C. et KENNEDY Brian P. (2008). **Effects of shoreline development on the nearshore environment in large deep oligotrophic lakes** in *Freshwater Biology*. 53 (8) : 1673-1691 p.

ANNEXE 1. REPERTOIRE CARTOGRAPHIQUE





<p>LÉGENDE</p> <p>Stations d'échantillonnage</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fosse (45.272861, -72.361333) ● Plage (45.281064, -72.367959) 	<p>Projet : Suivi de la qualité de l'eau à la fosse et de la plage du camping, lac Libby, été 2023</p>	 <p>RAPPEL Expert-conseils en environnement et en gestion de l'eau</p>
	<p>Titre du plan : Fosse du lac Libby</p>	
<p>Feuille : 1 de 1 Dossier : 2023254</p>		<p>Préparé par : Sara Le Blanc</p>

<p>CRS NAD83 / MTM Zone 8 ÉCHELLE 1 : 6000</p>	<p>FOND DE CARTE Image satellite Google JEUX DE DONNÉES Gouvernement du Québec (GRHQ, BDTQ, MFFP)</p>
--	---

ANNEXE 2. CRITERES D'ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'EAU D'UN LAC

Description des variables physico-chimiques analysées à la fosse d'un lac et interprétation des données

Variable	Définition	Interprétation des données*
Phosphore total (ug/L)	Élément nutritif essentiel à la vie, qui régule la croissance végétale. Est présent sous différentes formes dans l'eau (dissoutes, associées à des particules). Est naturellement peu disponible sous sa forme assimilable par les végétaux dans l'environnement aquatique.	< 4 (à peine enrichi) ≥ 4-7 (très légèrement enrichi) ≥ 7-13 (légèrement enrichi) ≥ 13-20 (enrichi) ≥ 20-35 (nettement enrichi) ≥ 35-100 (très nettement enrichi) ≥ 100 (extrêmement enrichi)
Chlorophylle a (chl_a) (ug/L)**	Pigment présent chez tous les organismes qui font de la photosynthèse. Reflet indirect de la quantité de phytoplancton (algues microscopiques) en suspension dans l'eau. Est liée à l'abondance du phosphore dans l'eau.	< 1 (très faible) ≥ 1-2,5 (faible) ≥ 2,5-3,5 (légèrement élevée) ≥ 3,5-6,5 (élevée) ≥ 6,5-10 (nettement élevée) ≥ 10-25 (très élevée) ≥ 25 (extrêmement élevée)
Transparence (mètres)	Épaisseur de la colonne d'eau jusqu'où la lumière pénètre. Mesurée à la fosse d'un lac, à l'aide d'un disque de Secchi. Influencée par l'abondance des composés organiques dissous et des matières en suspension qui colorent l'eau ou la rendent trouble, comme le phytoplancton.	> 12 (extrêmement claire) ≤ 12-6 (très claire) ≤ 6-4 (claire) ≤ 4-3 (légèrement trouble) ≤ 3-2 (trouble) ≤ 2-1 (très trouble) ≤ 1 (extrêmement trouble)
Carbone organique dissous (COD) (mg/L)	Provient de la décomposition des organismes, dans les milieux humides et les sols. Fortement associé à la présence d'acides humiques, lesquels sont responsables de la coloration jaunâtre ou brunâtre de l'eau. Influence la transparence de l'eau.	< 3 (peu colorée, très faible incidence sur la transparence) ≥ 3-4 (légèrement colorée, faible incidence sur la transparence) ≥ 4-6 (colorée, incidence sur la transparence) ≥ 6 (très colorée, forte incidence sur la transparence)

*lorsque mesurées à la **fosse d'un lac**, en utilisant les méthodes et fréquences prescrites aux protocoles de caractérisation du Réseau de surveillance volontaire des lacs (source : MELCCFP)

**pour les valeurs corrigées sans l'interférence de la phéophytine

Définition des statuts trophiques

Niveau trophique	Caractéristiques du lac
Oligotrophe	Lac « jeune » pauvre en nutriments, transparent, généralement bien oxygéné. Faible envasement et faible production de végétaux aquatiques.
Oligo-mésotrophe	Stade intermédiaire entre oligotrophe et mésotrophe.
Mésotrophe	Lac « relativement jeune », moyennement transparent, avec une production végétale modérée. Des changements de biodiversité peuvent apparaître.
Méso-eutrophe	Stade intermédiaire entre mésotrophe et eutrophe.
Eutrophe	Lac « vieillissant » riche en nutriments, en végétaux aquatiques et en matière organique. Potentiel de modification des communautés animales et de perte de biodiversité liées à un déficit d'oxygène en profondeur.

Sources :

RAPPEL 2022 - Fiche sur l'eutrophisation <https://rappel.qc.ca/fiches-informatives/eutrophisation-des-lacs/>MELCCFP – Le RSVL – Les méthodes <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm>

ANNEXE 3. CRITÈRES D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE DE L'EAU

Interprétation des résultats des analyses bactériologiques pour la qualité de l'eau de baignade (Tiré de MDDEFP, 2013)

Usage	Indicateur bactériologique	Valeurs retenues (UFC/100ml)
Eau potable	<i>Escherichia coli</i> Coliformes totaux	0 ¹ 10 ¹
Eau à des fins d'hygiène personnelle	<i>Escherichia coli</i>	20 ¹
Baignade (Programme Environnement-Plage)	Coliformes fécaux	0 – 20 (A : excellente) ²
		21 – 100 (B : bonne) ²
		101 – 200 (C : passable) ²
		201 et plus (D : polluée) ²
Contact direct avec l'eau (baignade, ski nautique, planche à voile, etc.)	Coliformes fécaux	200 ³
Contact indirect avec l'eau (canotage, pêche sportive, etc.) et salubrité	Coliformes fécaux	1000 ³

1. Norme du *Règlement sur la qualité de l'eau potable*.

2. Classe de qualité du Programme Environnement-Plage.

3. Critère de qualité de l'eau du MDDEFP pour la protection des activités récréatives et de l'esthétique.

Concentrations types de coliformes fécaux selon différentes sources de contamination bactériologique

Sources de contamination		Concentrations en coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Références
Urbaines	Eaux usées municipales non traitées (réseau d'égout)	1 000 000 à 3 000 000	MAMROT (2012)
	Débordements d'ouvrages de surverse	100 000 à 1 000 000	Tchobanoglous et coll. (2003)
	Eaux usées traitées	≤ 2 000	MAMROT (201)
	Égouts pluviaux (divers sites)	1 000 à 21 000	USEPA (1983)
	Égouts pluviaux (résidentiels)	2 000 à 200 000	Wong et coll. (2006)
	Égouts pluviaux (industriels)	600 à 20 000	
Rurales	Eaux usées domestiques non traitées (rejet direct d'une résidence isolée)	1 000 000 à 100 000 000	USEPA (2002) MDDEP (2009)
	Eaux de ruissellement	< 1 000	Wong et coll. (2006)
Agricoles	Déjections fraîches d'animaux d'élevage (bovins, porcs, poules et moutons)	100 000 000 à 1 000 000 000	ASAE (1998)
	Lisiers de bovins laitiers, de moutons et de volailles	100 000 à 50 000 000	Patni et coll. (1985)
	Eaux de ruissellement (amas de fumier et cours d'exercice)	1 000 000 à 5 000 000	Coote et Hore (1978)
	Eaux de ruissellement et drains souterrains (terres fertilisées au lisier de porc)	100 à 1 000 000	King et coll. (sans date)
Industrielles	Pâtes et papiers	< 10 000	MDDEP (2010b)
	Lieux d'enfouissement technique	≤ 1 000	Q 2, r. 19
Naturelles	Goélands à bec cerclé (fientes)	60 000 000	MDDEP (1989)
		21 000 000 000	Lévesque et coll. (2000)
	Eaux de ruissellement	< 20	BQMA (2006 2008)

