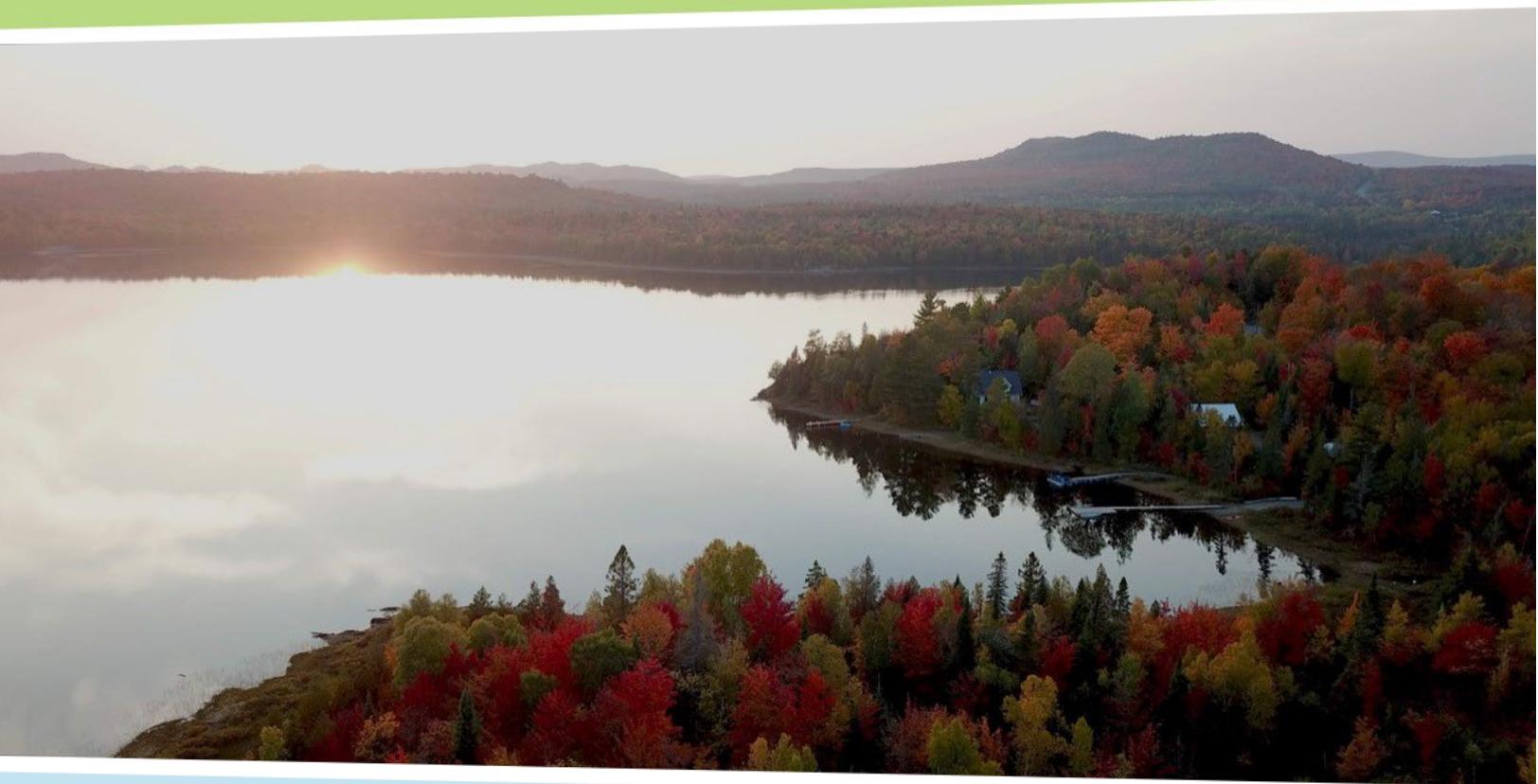




RAPPEL

Portrait du lac Coulombe 2024



UNE EXPERTISE RECONNUE DEPUIS 25 ANS



RAPPEL

Portrait du lac Coulombe 2024

Préparé pour :

Association des riverains du lac Coulombe (ARLC)

Équipe de réalisation

Cartographie

Alicia Perreault, B. A. Géographie et études
environnementales

Rédaction

Mélissa Laniel, B. Sc. Biol., M. Sc. A.
Aménagement

Février 2025

RAPPEL – Coopérative de solidarité en protection de l'eau

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

Tél. : 819.636.0092

www.rappel.qc.ca

Table des matières

1	Mise en contexte et mandat	1
2	Méthodologie.....	1
3	Portrait du lac	3
3.1	Localisation.....	3
3.2	Morphométrie et hydrologie.....	4
3.3	Qualité de l'eau	6
3.3.1	Physico-chimie et niveau trophique	6
3.3.2	Stratification thermique et oxygène dissous.....	10
3.3.3	Bactériologie	15
3.3.4	Cyanobactéries	16
3.4	État du littoral	18
3.4.1	Substrat et sédiments.....	18
3.4.2	Macrophytes	20
3.5	Utilisation du lac	23
4	Description du bassin versant	25
4.1	Hydrographie.....	25
4.1.1	Tributaires	25
4.1.2	Milieus humides	27
4.2	Type de sols et géologie.....	29
4.3	Topographie et pentes.....	30
4.4	Utilisation du sol	33
4.4.1	Activités forestières	35
4.4.2	Agriculture	41
4.4.3	Réseau routier et bâtiments	42
4.4.4	Bande riveraine	43
4.4.5	Eaux usées.....	46
4.4.6	Érosion et ruissellement.....	48
5	Synthèse et constats	49
6	Enjeux et préoccupations	50
7	Recommandations et actions prioritaires	52
8	Références.....	56
9	Annexes.....	62

Liste des figures

Figure 1.	Photo aérienne de l’inventaire écoforestier au lac Coulombe	3
Figure 2.	Carte bathymétrique du lac Coulombe	4
Figure 3.	Interprétation du statut trophique selon les résultats du suivi de la qualité de l’eau du lac Coulombe entre 2008 et 2024	9
Figure 4.	Profils de température (°C) à la fosse du lac Coulombe	11
Figure 5.	Profils d’oxygène dissous (mg/L) à la fosse du lac Coulombe	12
Figure 6.	Illustration de la stratification thermique	13
Figure 7.	Interprétation des résultats des analyses bactériologiques pour la qualité de l’eau de baignade	15
Figure 8.	Fleurs d’eau de cyanobactéries au lac Coulombe	18
Figure 9.	Accumulation sédimentaire au lac Coulombe en 2008	19
Figure 10.	Caractérisation des plantes aquatiques au lac Coulombe en 2008	21
Figure 11.	Vue rapprochée de l’hydrographie à proximité du lac Coulombe	25
Figure 12.	Hydrographie du bassin versant du lac Coulombe	26
Figure 13.	Milieux humides dans le bassin versant du lac Coulombe	28
Figure 14.	Type de sols dans le bassin versant du lac Coulombe	29
Figure 15.	Topographie du bassin versant du lac Coulombe	30
Figure 16.	Pentes dans le bassin versant du lac Coulombe	32
Figure 17.	Utilisation du sol dans le bassin versant du lac Coulombe en 2020	34
Figure 18.	Coupes forestières historiques dans le bassin versant du lac Coulombe ..	37
Figure 19.	Milieux humides perturbés par les activités forestières historiques dans le bassin versant du lac Coulombe	38
Figure 20.	Extrait de la carte interactive des unités d’aménagement du territoire forestier public – secteur du lac Coulombe	39
Figure 21.	Localisation des coupes forestières en cours ou planifiées en 2025 dans l’unité d’aménagement 12171 à proximité du lac Coulombe	40
Figure 22.	Occupation humaine dans le bassin versant du lac Coulombe	42
Figure 23.	Largeur optimale de la bande riveraine selon diverses fonctions environnementales	43
Figure 24.	Recouvrement par la végétation naturelle dans la bande riveraine du lac Coulombe en 2024	45
Figure 25.	Répartition de l’âge de 25 installations septiques dans le bassin versant du lac Coulombe en 2024	47

Liste des tableaux

Tableau I.	Répertoire des données disponibles sur le lac Coulombe et son bassin versant	2
Tableau II.	Informations sur le lac Coulombe	5
Tableau III.	Description des variables physico-chimiques analysées à la fosse d'un lac et interprétation des données.....	7
Tableau IV.	Résultats du suivi de la qualité de l'eau dans la zone profonde du lac Coulombe en 2008, 2023 et 2024.....	8
Tableau V.	Concentrations en oxygène dissous pour la protection de la vie aquatique... ..	11
Tableau VI.	Répartition de la stratification thermique au lac Coulombe en 2023-2024 13	
Tableau VII.	Profondeur des déficits en oxygène observés au lac Coulombe en 2023-2024	13
Tableau VIII.	Cotes attribuées à la suite de l'analyse en laboratoire des fleurs d'eau de cyanobactéries	17
Tableau IX.	Principaux macrophytes recensés au lac Coulombe en 2024	22
Tableau X.	Espèces de poissons répertoriées au lac Coulombe	23
Tableau XI.	Données du profil vertical réalisé le 16 juillet 2024 au lac Coulombe	24
Tableau XII.	Types de milieux humides dans le bassin versant du lac Coulombe	27
Tableau XIII.	Classes de pentes dans le bassin versant du lac Coulombe	31
Tableau XIV.	Utilisation du sol dans le bassin versant du lac Coulombe en 2020.....	33
Tableau XV.	Activités forestières dans le bassin versant du lac Coulombe en 2020	35
Tableau XVII.	Description des coupes forestières en cours ou planifiées en 2025 dans l'unité d'aménagement 12171 à proximité du lac Coulombe.....	39
Tableau XVIII.	Détails des activités agricoles dans le bassin versant du lac Coulombe... ..	41

1 MISE EN CONTEXTE ET MANDAT

En 2024, l'Association des Riverains du lac Coulombe (ARLC) a sollicité l'équipe du RAPPEL afin d'effectuer une analyse des informations disponibles sur le lac Coulombe et son bassin versant. Ceci a permis d'obtenir un portrait de l'état de santé du lac et de son bassin versant, afin de déterminer les actions prioritaires à entreprendre pour assurer leur protection à long terme.

2 MÉTHODOLOGIE

Une première rencontre réunissant des représentants des municipalités de Saints-Martyrs-Canadiens et de Beaulac-Garthby, de l'Association des riverains du lac Coulombe (ARLC) et du RAPPEL (Mélicca Laniel, chargée de projet) a eu lieu le 15 mai 2024. Cette rencontre avait comme objectifs de discuter des sources de données, de définir les acteurs à consulter, de déterminer le rôle de chacun, ainsi que de recueillir les préoccupations.

À la suite de cette rencontre, le RAPPEL a réalisé un répertoire des études et des informations disponibles concernant la santé du lac Coulombe et de son bassin versant (Tableau I). Les données ont ensuite été analysées et l'information la plus pertinente a été synthétisée (section 3). À la lumière de cette analyse, des recommandations d'actions prioritaires ont été formulées.

Ces différents constats ont par la suite été remis à l'ARLC afin que ses représentants puissent émettre leurs commentaires lors d'une rencontre qui s'est tenue le 28 novembre 2024.

Le tableau de la page suivante présente un répertoire des données disponibles concernant le lac Coulombe et son bassin versant. Veuillez consulter la section des références pour obtenir le répertoire complet des études et le détail concernant les sources utilisées.

Tableau I. Répertoire des données disponibles sur le lac Coulombe et son bassin versant

	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	Avant 2015
Bathymétrie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Hydrographie du bassin versant (tributaires, lits écoulement)	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
Topographie et pentes	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Qualité de l'eau (PT, chla et COD)	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qualité de l'eau (transparence)	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Qualité de l'eau (profils verticaux : oxygène, température)	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Qualité de l'eau (cations majeurs, conductivité)	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qualité de l'eau (coliformes fécaux)	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-
Zone littorale (envasement)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Zone littorale (plantes aquatiques)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Zone littorale (périphyton)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Faune et ensemencement	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Bande riveraine	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2X
Installation septique	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Milieus humides	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Réseau routier et milieu bâti	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Érosion	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3 PORTRAIT DU LAC

3.1 Localisation

Le lac Coulombe (Figure 1) est situé sur le territoire des municipalités de Saints-Martyrs-Canadiens et de Beaulac-Garthby, dans les MRC Arthabaska et Les Appalaches et divisé entre les régions du Centre-du-Québec et de Chaudière-Appalaches. La majorité du bassin versant du lac Coulombe se trouve toutefois à Saints-Martyrs-Canadiens (Centre-du-Québec) (Figure 22).

Le lac fait partie du grand bassin versant de la rivière Saint-François et du sous bassin versant de la rivière Coulombe (Gouvernement du Québec, 2024a).

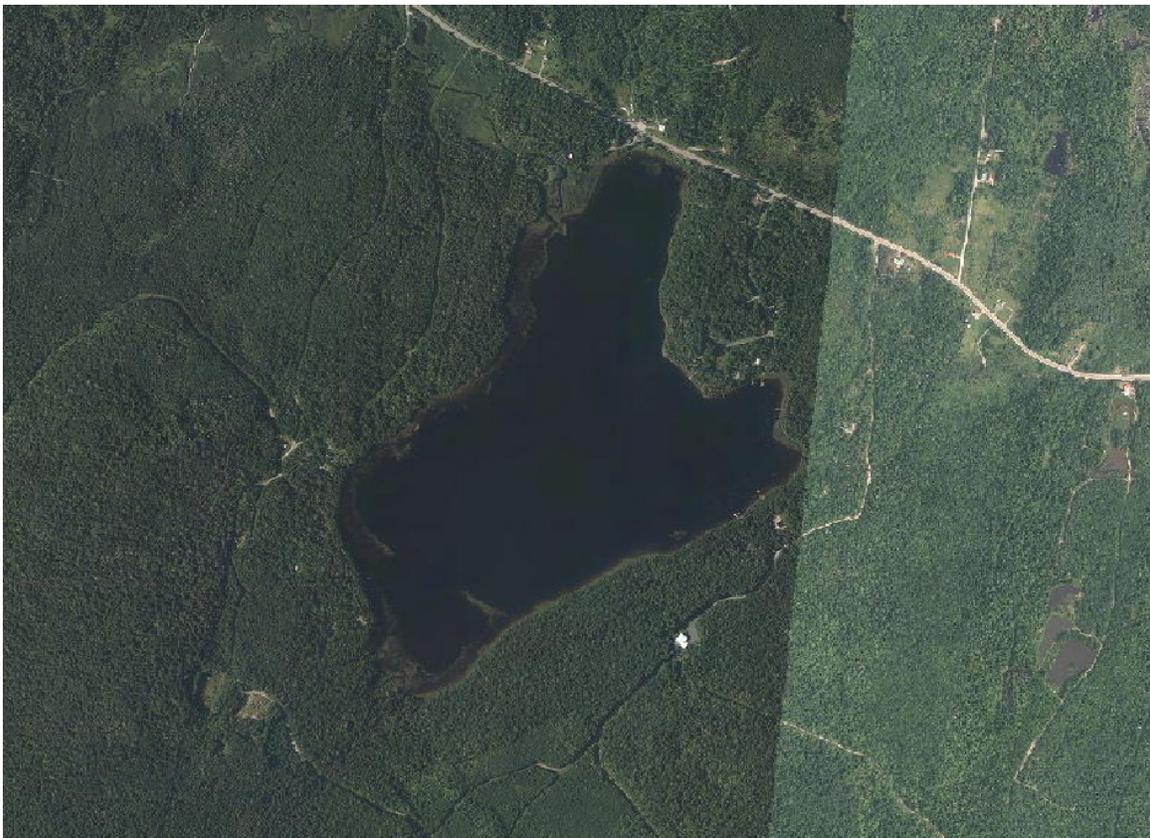


Figure 1. Photo aérienne de l'inventaire écoforestier au lac Coulombe
©Gouvernement du Québec, 2015 et 2019

3.2 Morphométrie et hydrologie

L'analyse des caractéristiques morphométriques d'un plan d'eau est essentielle à la compréhension des différents processus associés à son fonctionnement et à sa productivité. La distribution des gaz dissous, l'abondance des éléments nutritifs et la variété des organismes vivants, entre autres, sont influencées par la morphométrie du lac (Hade, 2003).

Les informations tirées de la Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ) (MRNF, 2019) indiquent que le lac Coulobme a une superficie de **0,68 km²**. Celui-ci aurait une profondeur maximale de **13,1 mètres**, une profondeur moyenne de **5 mètres** et un volume approximatif de **3 770 000 m³** selon une modélisation effectuée à partir de la carte bathymétrique produite par le Ministère des Ressources naturelles en 1973 (Figure 2 et Tableau II ; RAPPEL à partir de MRN, 1973).

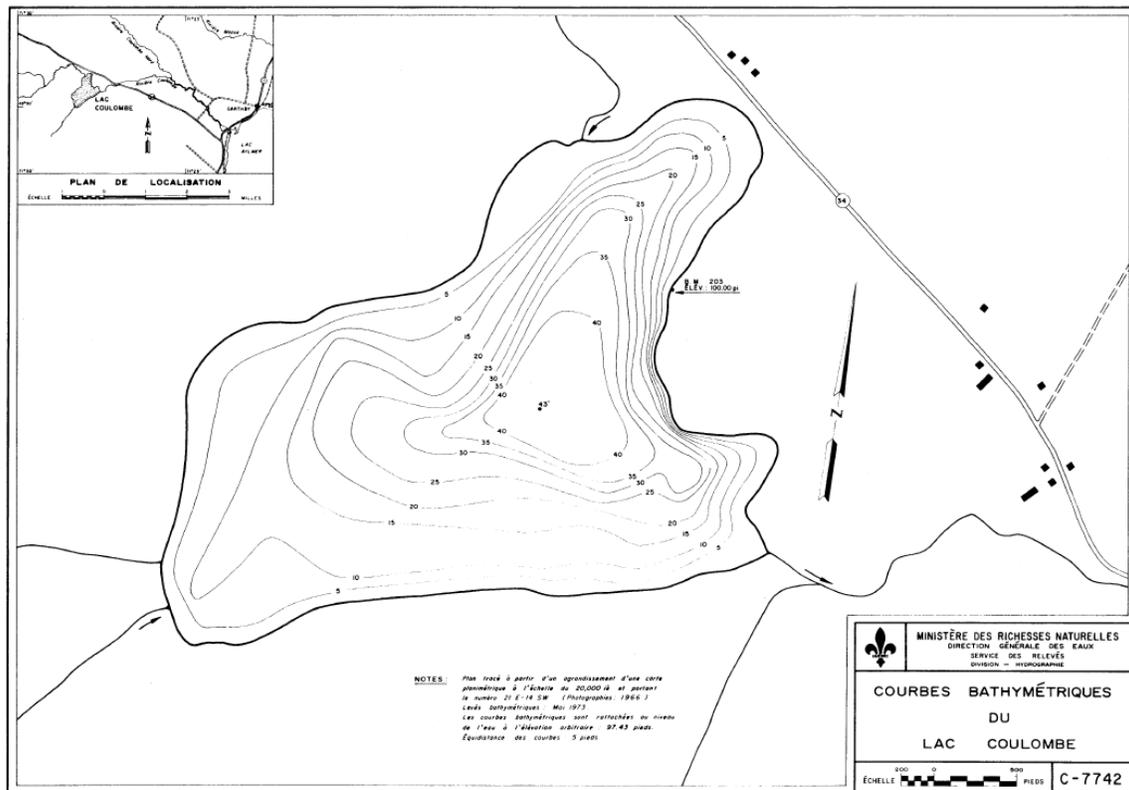


Figure 2. Carte bathymétrique du lac Coulobme

En utilisant l'information sur le volume du lac, la superficie de son bassin versant et le débit moyen spécifique de la région, le temps de renouvellement (ou de séjour) de l'eau, qui correspond au temps moyen requis pour que le lac se recharge complètement, a été calculé. Selon les estimations, l'eau du lac Coulombe se renouvelle tous les **77 jours** (0,21 année). Ce temps est considéré comme étant **très court** (Annexe 1). La compréhension de ce processus est cruciale, puisqu'il exerce une influence sur les réactions chimiques et biologiques du lac. En effet, un long temps de séjour permettra aux nutriments présents dans la colonne d'eau de sédimenter en profondeur. Au contraire, lorsque ce temps est court, ce qui est le cas au lac Coulombe, les éléments nutritifs reçus du bassin versant ne pourront pas être emprisonnés au fond du lac et resteront disponibles dans l'eau, pour alimenter la croissance des algues. Ces lacs seront donc naturellement plus productifs que les lacs ayant un long temps de séjour et davantage affectés par les apports en phosphore en provenance de leur bassin versant.

Par ailleurs, le bassin versant du lac Coulombe, d'une superficie de **25,28 km²** (RAPPEL à partir de MRNF, 2016) est **37 fois** plus grand que le lac lui-même (ratio de drainage ; Tableau II). Selon Pourriot & Meybeck, les systèmes lacustres de faible taille, ayant un ratio inférieur à 3, sont principalement alimentés par les précipitations et le ruissellement direct, tandis que la contribution des tributaires aux apports en eau du lac est très élevée pour les lacs dont le rapport est supérieur à 25 (Carignan & Pinel-Alloul, 2004 ; Annexe 1). Ainsi ces calculs confirment que le lac Coulombe draine un relativement grand territoire par rapport à sa superficie, ce qui augmente la somme des apports reçus de son bassin versant.

Tableau II. Informations sur le lac Coulombe

Caractéristique	Donnée
Coordonnées géographiques (centroïde) (NAD83)	45,83976 ; -71,46575
Coordonnées géographiques (fosse)	45,839391; -71,464851 (station 1003A)
Altitude	310 mètres
Périmètre	4,030 km
Superficie du lac	0,682 km ²
Volume	3 770 000 m ³
Profondeur maximale	13,1 mètres
Profondeur moyenne	4,96 mètres
Superficie du bassin versant*	25,28 km ²
Temps de renouvellement	0,21 année (77 jours)
Ratio de drainage	37

*incluant le lac

3.3 Qualité de l'eau

La qualité de l'eau d'un lac est déterminée à l'aide de plusieurs variables physico-chimiques et bactériologiques. La concentration en phosphore total et en chlorophylle a de la colonne d'eau, la transparence de l'eau, la concentration d'oxygène dissous et l'accumulation massive de cyanobactéries peuvent constituer des indicateurs de son état de santé. De plus, les observations réalisées dans la zone littorale, sur la quantité d'algues, de plantes aquatiques et de sédiments nous renseignent directement sur les apports en nutriments en provenance des activités humaines dans le bassin versant.

3.3.1 Physico-chimie et niveau trophique

L'analyse combinée de différents descripteurs permet de déterminer le statut trophique ou l'état de vieillissement ou d'eutrophisation du lac. Principalement, les variables présentées au tableau III sont utilisées à cette fin. Ensuite, un portrait plus précis et complet demande d'intégrer à cette analyse les observations effectuées dans la zone littorale pour les lacs de villégiature (MELCCFP, 2024b).

Dans un deuxième temps, l'analyse de l'occupation du territoire dans le bassin versant du lac permettra de préciser à quel point le processus d'eutrophisation naturel est perturbé et accéléré par les activités anthropiques présentes sur le territoire. À noter que la concentration en carbone organique dissous (Tableau III) nous renseigne également sur les apports en éléments nutritifs et en matière organique en provenance du milieu naturel du bassin versant.

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

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

*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 : MELCC)

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

Au lac Coulombe, le suivi de la qualité de l'eau du lac est réalisé par l'ARLC depuis 2024 dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), programme du Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Le RAPPEL a également pris des mesures de transparence en 2008, 2023 et 2024. Les suivis sont effectués à la fosse, aussi identifiée comme la station numéro 1003A.

Le tableau IV présente les résultats du suivi de la qualité de l'eau au lac Coulombe, soit les moyennes obtenues par année et pour toutes les années combinées. Les moyennes pluriannuelles intègrent 3 mesures de phosphore total (PT), de chlorophylle *a* et de carbone organique dissous (COD), ainsi que 16 relevés de transparence de l'eau en 2008, 2023 et 2024 (ARLC, communication personnelle, 2024).

Tableau IV. Résultats du suivi de la qualité de l'eau dans la zone profonde du lac Coulombe en 2008, 2023 et 2024

Année / Date	Phosphore total ($\mu\text{g/l}$)	Chlorophylle <i>a</i> ($\mu\text{g/l}$)	Carbone organique dissous (mg/L)	Transparence (m)
2008	-	-	-	1,8
2023	-	-	-	1,8
2024*	11,5	3,5	10,7	2,4
Moyennes de 2008 à 2024	11,5 (n=3)	3,5 (n=3)	10,7 (n=3)	2,3 (n=16)

*Les données du suivi de la qualité de l'eau de 2024 ont été extraites à partir de la plateforme RELAIS du MELCCFP. Celles-ci sont préliminaires et fournies ici à titre indicatif seulement.

Les moyennes pluriannuelles montrent que le lac Coulombe est **légèrement enrichi** en phosphore (concentration moyenne de 11,5 $\mu\text{g/L}$) et que le niveau de chlorophylle *a* est **élevé** (concentration moyenne de 3,5 $\mu\text{g/L}$). La concentration en COD de 10,7 mg/L indique que l'eau du lac est **très colorée** et a une très forte incidence sur la transparence de l'eau, qui pour sa part, est **trouble** (profondeur moyenne de 2,3 mètres).

Pour déterminer l'état trophique du lac, le MELCCFP a développé une classification basée sur l'indice de Carlson (Carlson, 1977). Pour chaque variable, une échelle est utilisée pour l'interprétation des données (Figure 3). Une moyenne du classement obtenu par critère permettra de déterminer le statut trophique global du lac. Notons que la transparence est exclue du calcul, lorsque l'interprétation des résultats est très différente des autres variables (MELCC, 2022), ce qui est le cas au lac Coulombe. En effet, la coloration naturelle de l'eau (par le carbone organique dissous) affecte négativement la transparence sans pour autant indiquer une dégradation de son état de santé.

Ainsi, selon cette analyse, le lac Coulombe a les caractéristiques d'un plan d'eau d'âge moyen, soit **mésotrophe** (Figure 3 ; Annexe 2). Rappelons toutefois que puisque les indicateurs physico-chimiques de la zone profonde réagissent lentement face aux apports diffus en nutriments en provenance du bassin versant, ce sont les données sur plusieurs années qui peuvent être utilisées afin d'interpréter l'état de vieillissement général d'un plan d'eau. Des années d'échantillonnage supplémentaires seront donc nécessaires afin de préciser l'évaluation préliminaire présentée ici pour le lac Coulombe.

De plus, un portrait plus précis et complet demande d'intégrer à cette analyse les observations sur les macrophytes (plantes aquatiques et algues visibles) effectuées dans la zone littorale pour les lacs de villégiature.

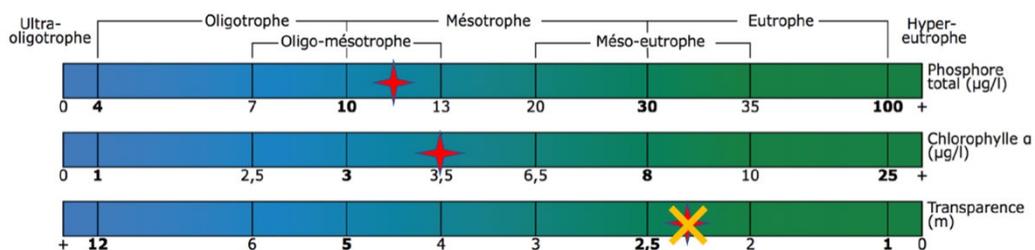


Figure 3. Interprétation du statut trophique selon les résultats du suivi de la qualité de l'eau du lac Coulombe entre 2008 et 2024

3.3.2 Stratification thermique et oxygène dissous

La **température de l'eau** peut affecter la santé des organismes aquatiques. Par exemple, les salmonidés (truites et saumons) se retrouveront dans un habitat où la température est plus froide. La température de la colonne d'eau permet aussi d'évaluer si le lac est thermiquement stratifié durant l'été. La **stratification thermique** d'un lac se définit par la formation de couches d'eau superposées. Ce phénomène est lié à une différence de température, qui entraîne une différence de densité de l'eau. Les données de température prises à la fosse d'un lac avec une sonde permettent donc de déterminer si le plan d'eau est stratifié en période estivale. Cette information est primordiale pour mieux comprendre la productivité d'un plan d'eau.

En effet, les plans d'eau peu profonds non stratifiés ou **étangs** sont en général **plus productifs** que les lacs. Ceci s'explique par l'augmentation de la surface éclairée et de la température de l'eau, qui favorise la production végétale. De plus, le brassage continu de la colonne d'eau ne permet pas à la matière organique et aux éléments nutritifs de sédimenter. Finalement, dans un étang, la capacité de dilution des apports en éléments nutritifs en provenance du bassin versant est limitée. Ainsi, il est normal de retrouver dans ces **plans d'eau peu profonds** des concentrations en phosphore plus élevées. De plus, dans ces milieux, l'action du vent et des vagues sera suffisante pour répartir l'oxygène de façon quasi uniforme à travers toute la colonne d'eau durant la période sans glace (Hade, 2003 ; CRE Laurentides, 2013).

Les concentrations en **oxygène dissous** d'un lac constituent un élément d'évaluation supplémentaire à la classification de son niveau trophique (oligotrophe, mésotrophe, eutrophe). En effet, dans les lacs eutrophes enrichis en matière organique, principalement par des résidus d'organismes végétaux tels que les algues microscopiques (phytoplancton), les algues macroscopiques (algues filamenteuses et périphyton) et plantes aquatiques, l'importante respiration des organismes décomposeurs consommera une bonne partie de l'oxygène présent dans l'hypolimnion de ces lacs durant l'été. Toutefois dans plusieurs lacs, ce sont plutôt des causes tout à fait naturelles qui expliquent les déficits en oxygène observés en profondeur durant l'été (CRE Laurentides, 2013).

Par ailleurs, les concentrations en oxygène dissous ne devraient pas être inférieures à certains seuils, pour assurer la protection de la vie aquatique (Tableau V). Par exemple, les espèces plus sensibles, appartenant à la famille des salmonidés, se retrouveront dans un habitat où la température n'excède pas 19 °C et les concentrations en oxygène sont généralement supérieures à 5 mg/L (POC, 2008 ; MELCCFP, 2024a).

Tableau V. Concentrations en oxygène dissous pour la protection de la vie aquatique

Température de l'eau °C	Concentration en oxygène	
	mg/l	%
0	8	54
> 0 à 5	7	
> 5 à 15	6	
> 15 à 20	5	57
> 20 à 25		63

Des profils verticaux de température et d'oxygène dissous ont été réalisés à la fosse du lac Coulombe par le RAPPEL en 2023 et 2024. Les résultats sont présentés aux figures 4 et 5.

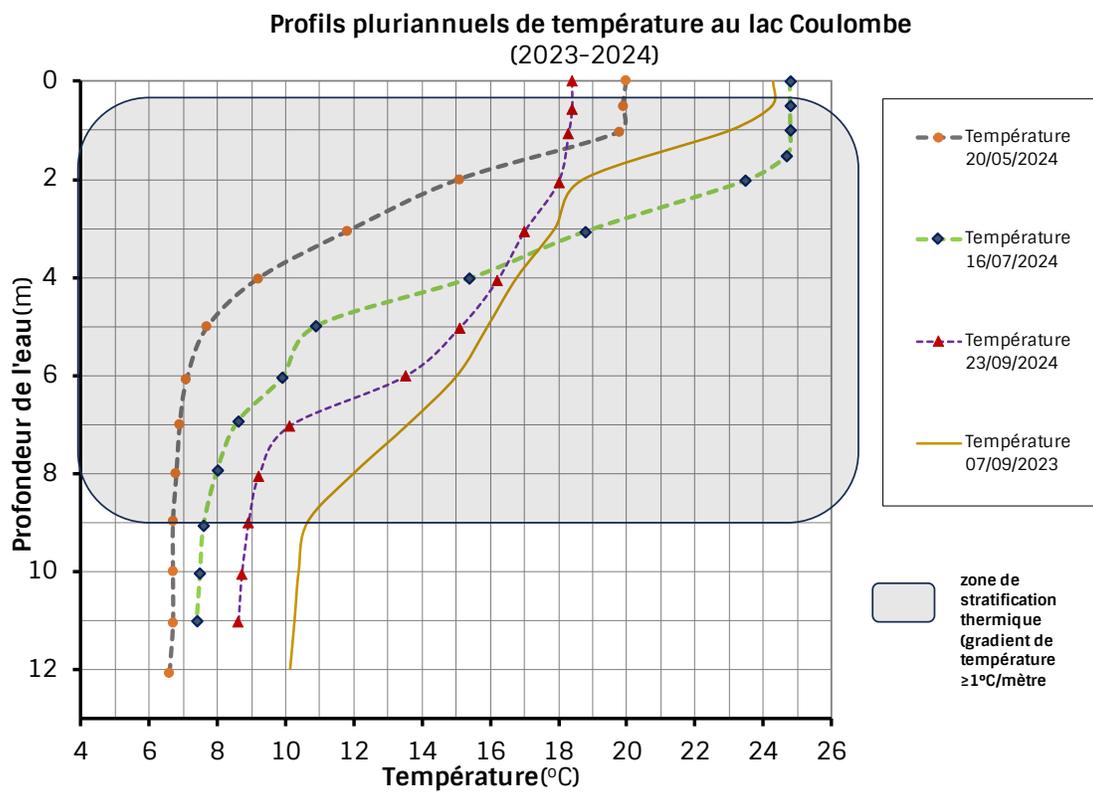


Figure 4. Profils de température (°C) à la fosse du lac Coulombe

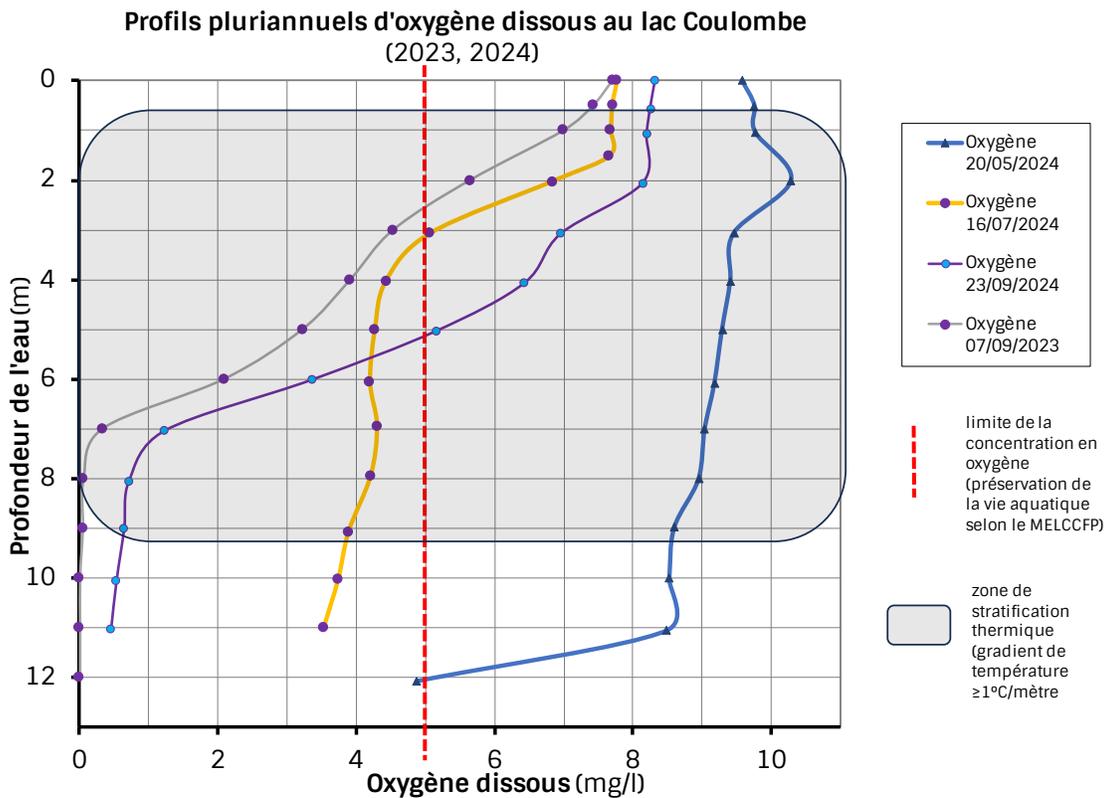


Figure 5. Profils d'oxygène dissous (mg/L) à la fosse du lac Coulombe

La stratification thermique, soit la formation de différentes couches d'eau dans un lac, se produit lorsqu'une différence de température est supérieure ou égale à un degré par mètre (CRE Laurentides, 2013 ; Figure 6). Les données de température recueillies montrent que le lac Coulombe possède une stratification thermique bien établie. La couche chaude du dessus, l'épilimnion, se trouve généralement très près de la surface soit jusqu'à 1,5 mètre de profondeur en période estivale (Figure 4 ; Tableau VI). L'hypolimnion, soit la couche plus froide du fond qui est relativement uniforme, se situe à partir de 7 mètres. La couche intermédiaire de transition, le métalimnion, où la température chute brusquement se trouve donc entre 1,5 et 7 mètres de profondeur. Cette couche est la plus épaisse du lac.

La faible épaisseur de l'épilimnion est principalement attribuable à la très forte coloration de l'eau, qui engendre un réchauffement rapide des eaux de surface. La couche profonde possède quant à elle à une épaisseur d'environ 5 mètres, qui n'est plus en contact avec l'atmosphère durant l'été. La faible réserve d'oxygène accumulée lors du brassage complet de la colonne d'eau au printemps est donc rapidement consommée par les organismes aquatiques. Ainsi, les déficits importants en oxygène observés au lac

Coulombe sur une bonne partie du métalimnion et de l'hypolimnion (Figure 5 ; Tableau VII) sont attribuables à sa morphométrie, bien que ceux-ci puissent être accentués par une décomposition accrue de la matière organique en profondeur.

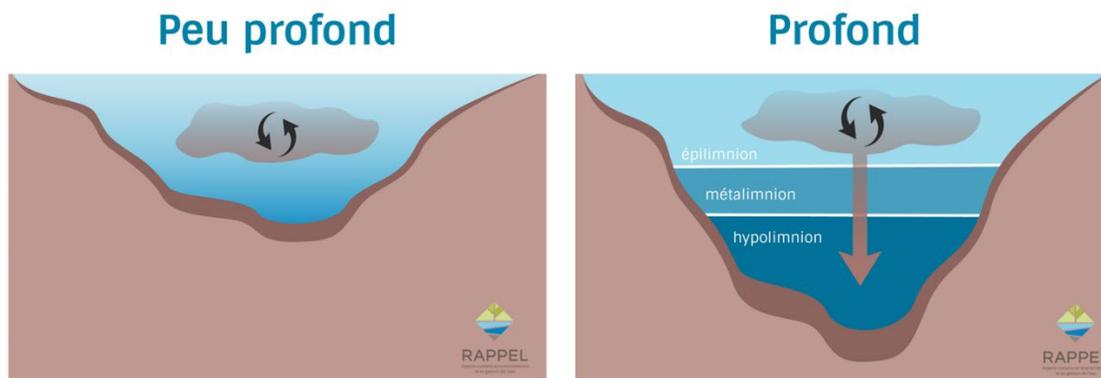


Figure 6. Illustration de la stratification thermique

Tableau VI. Répartition de la stratification thermique au lac Coulombe en 2023-2024

Date / Couche d'eau	Profondeur (m)			
	Épilimnion	Métalimnion	Hypolimnion	Thermocline
20 mai 2024	0 à 1	1 à 5	5 au fond	1 ; 2
16 juillet 2024	0 à 1,5	1,5 à 7	7 au fond	4 ; 5
23 septembre 2024	0 à 4	4 à 7	7 au fond	6 ; 7
7 septembre 2023	0 à 0,5	0,5 à 9	9 au fond	1 ; 2

Tableau VII. Profondeur des déficits en oxygène observés au lac Coulombe en 2023-2024

Date	Profondeur (m)	
	mg/L	%
20 mai 2024	11 m au fond	
16 juillet 2024	3 m au fond	2 m au fond
23 septembre 2024	5 m au fond	4 m au fond
7 septembre 2023	2 m au fond	

La **conductivité** est la propriété d'une solution à transmettre le courant électrique. Plus la conductivité spécifique est élevée, plus l'eau contient de substances minérales dissoutes (principalement sous forme de cations et d'anions majeurs). Toutefois, la mesure de la conductivité spécifique ne peut pas nous informer sur la nature des matières dissoutes (minéraux naturels ou polluants) dans l'eau. La conductivité spécifique est généralement exprimée en unités de $\mu\text{S}/\text{cm}$. On considère qu'une eau douce présente une conductivité inférieure à $200 \mu\text{S}/\text{cm}$. La conductivité de l'eau d'un lac sera grandement influencée par sa géologie et celle de son bassin versant. Par exemple, pour les lacs ayant un bassin versant constitué de roches dures et peu altérables par l'action de l'eau (par ex. : granit, gneiss ou sables), comme c'est le cas au lac Coulombe, la conductivité naturelle de l'eau devrait se situer entre 10 et $40 \mu\text{S}/\text{cm}$ (CRE Laurentides, 2019).¹

La conductivité spécifique a été mesurée au lac Coulombe, lors de la réalisation des profils verticaux en 2023 et 2024 par le RAPPEL. La moyenne obtenue en surface, de **$40 \mu\text{S}/\text{cm}$** est similaire aux valeurs naturelles observées pour les lacs de cette géologie (gabbro, basalte, schiste - voir section 4.2) (MRNF, 2018).

¹ En présence de marbres ou de roches calco-silicatées dans le bassin versant, la conductivité spécifique peut atteindre naturellement 120 à $140 \mu\text{S}/\text{cm}$ selon le pH et la concentration en CO_2 dissous (CRE Laurentides, 2019).

3.3.3 Bactériologie

Les **coliformes fécaux** ou coliformes thermotolérants sont un sous-groupe des coliformes totaux. La bactérie *E. coli* représente 80 à 90 % des coliformes thermotolérants. L'intérêt de la détection des coliformes dans l'eau, à titre d'organismes indicateurs, réside dans le fait que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution produite par les matières fécales. Dans une eau utilisée pour la baignade, la limite de coliformes fécaux tolérée est de 200 coliformes par 100 ml d'eau, alors qu'elle peut atteindre jusqu'à 1000 coliformes par 100 ml d'eau si elle est utilisée pour des activités où il y a un contact indirect (canot et kayak, par exemple). Une eau ayant des valeurs en coliformes fécaux supérieures à 1 000 UFC/100 ml est considérée comme insalubre (MDDEFP, 2013 ; Figure 7).

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.

Figure 7. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques pour la qualité de l'eau de baignade

Au lac Coulombe, l'échantillonnage des coliformes fécaux a été réalisé par la municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens, entre 2016 et 2024 à 28 stations dans le littoral. Des **117 échantillons** prélevés, 98% ont montré une excellente qualité de l'eau pour la baignade. L'eau a été qualifiée de bonne pour 2% des échantillons (Municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens, communication personnelle, 2024; Figure 7).

3.3.4 Cyanobactéries

Les cyanobactéries sont des organismes aquatiques microscopiques, c'est-à-dire invisibles à l'œil nu lorsqu'elles sont présentes en faibles concentrations. Ce sont en fait des bactéries dotées d'un système de photosynthèse, comme les algues, qui leur permet de croître et de proliférer. On les appelle également algues bleues, **algues bleu-vert** ou cyanophycées. On retrouve ces microorganismes naturellement dans les lacs. Les cyanobactéries possèdent plusieurs avantages qui les rendent très compétitives par rapport aux algues. Elles ont, entre autres, la capacité de flotter dans la colonne d'eau grâce à des vésicules d'air permettant des mouvements verticaux de la surface vers le fond. Ainsi, deux facteurs peuvent expliquer la présence de masse visible de cyanobactéries, communément appelée *bloom* ou de fleur d'eau. Elles seront observables si les conditions sont propices à leur multiplication (réchauffement de l'eau, apport en phosphore) ou bien, simplement, si elles ont été accumulées au même endroit par le vent. Dans ce dernier cas, l'apparition d'une petite fleur d'eau localisée ne constitue donc pas un symptôme de dégradation de la santé du lac.

À noter que leur pigment particulier (la phycocyanine) leur permet également de faire de la photosynthèse lorsque la lumière est plus faible ou lorsqu'un phénomène d'auto-ombrage se produit alors que la présence des autres organismes photosynthétiques est forte. De plus, certaines espèces peuvent synthétiser des toxines qui les rendent peu attirantes aux yeux des prédateurs. Les toxines, appelées cyanotoxines, peuvent causer des problèmes de santé tels que des irritations de la peau, des effets allergiques, des atteintes au foie et un dysfonctionnement du système nerveux. Il est donc important d'éviter le contact avec une fleur d'eau de cyanobactéries.

Dans 130 plans d'eau au Québec de 2008 à 2012, 62 % des signalements ont confirmé la présence d'une fleur d'eau de cyanobactéries, ayant une concentration supérieure à 20 000 cellules/millilitre (cotes B ou C). Parmi ceux-ci, 7 % ont obtenu une cote C, indiquant la présence significative d'écume dans un secteur important du plan d'eau (Tableau VIII) (MSSS, 2014).

Concernant les toxines, le seuil de concentration recommandé pour l'eau potable (1,5 µg/l) a été dépassé dans 12 % des fleurs d'eau analysées, alors que celui recommandé pour les activités récréatives (16 µg/l) l'a été dans 5 % des cas. La quasi-totalité des dépassements pour les activités récréatives (99,8 %) était associée à des fleurs d'eau de catégories visuelles 2a ou 2b (MSSS, 2014 ; MELCC, 2019).

Tableau VIII. Cotes attribuées à la suite de l'analyse en laboratoire des fleurs d'eau de cyanobactéries

Cote des mémos d'information	Interprétation
Autre phénomène	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'un autre phénomène (ex. : lentilles d'eau) avec ou sans prélèvement pour le confirmer ou présence de cyanobactéries à très faible densité avec dominance d'un autre phénomène, tel que des algues filamenteuses.
Situation normale	<ul style="list-style-type: none"> Aucune situation anormale n'a été observée lors de la visite.
Cote A	<ul style="list-style-type: none"> Présence de cyanobactéries à faible densité (< 20 000 cellules/ml), qu'il y ait ou non détection de cyanotoxines Cette situation ne requiert pas une intervention de santé publique.
Cote B	<ul style="list-style-type: none"> Présence de cyanobactéries à densité d'au moins 20 000 cellules/ml Présence possible de cyanotoxines pouvant dépasser un des seuils ou encore possibilité d'une présence significative d'écume, sans toutefois que des usages connus du plan d'eau en soient affectés À la suite de l'évaluation des informations sur la localisation, l'étendue de la fleur d'eau et les usages connus du plan d'eau, cette situation ne requiert généralement pas une intervention de santé publique.
Cote C	<ul style="list-style-type: none"> Présence de cyanobactéries à densité d'au moins 20 000 cellules/ml Au moins un résultat en cyanotoxines dépasse un des seuils dans un secteur important du plan d'eau ou une présence significative d'écume À la suite d'une évaluation de la situation, la DSP informe la municipalité de sa décision et des mesures particulières à prendre, s'il y a lieu.

Le lac Coulombe ne fait pas partie de la liste du Gouvernement du Québec ² des plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert d'une densité supérieure à 20 000 cellules/ml en 2006 (MELCC, 2018).

Des observations de fleurs d'eau sont toutefois réalisées annuellement par l'ARLC, généralement en juillet et août (ARLC, communication personnelle, 2024 ; Figure 8). Le phénomène avait également été remarqué lors de l'étude du lac en 2008 (RAPPEL, 2008). Il est possible que ces accumulations localisées soient liées à l'effet des vents dominants dans certains secteurs du plan d'eau. Ceci pourrait être documenté davantage en utilisant le protocole du MELCCFP (MELCCFP, 2024c). Une formation à cet effet a été offerte aux bénévoles de l'Association en 2024.

² Cette liste comprend les plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert de 2004 à 2017 et les plans d'eau récurrents signalés de 2013 à 2015.



Figure 8. Fleurs d'eau de cyanobactéries au lac Coulombe

3.4 État du littoral

Le littoral représente la zone peu profonde du lac qui s'étend de la ligne des hautes eaux jusqu'à la limite où l'on peut retrouver des plantes aquatiques. Comme cette zone subit l'influence de la lumière et de la nature du fond du lac, elle regorge d'une faune et d'une flore très diversifiées. Il s'agit de la zone la plus riche et la plus productive du lac souvent surnommée la « pouponnière » du lac.

3.4.1 Substrat et sédiments

Le fond d'un lac se compose habituellement de divers types de substrats qui sont grossiers (blocs, galets, gravier, sable) ou fins (silt et argile). L'accumulation de particules fines provient de la décomposition des organismes vivants ou de l'érosion des sols dans le bassin versant. Il se crée normalement un équilibre entre les apports de sédiments et la dégradation de ceux-ci par les microorganismes du lac. Cependant, lorsque les apports surpassent la capacité de dégradation du lac, les sédiments s'accumulent et le fond du lac s'envase.

Le type de substrat et l'épaisseur des sédiments fournissent donc des indications sur les pressions anthropiques et naturelles subies par le plan d'eau (par ex. en lien avec l'érosion des sols ou l'activité du castor). Une forte accumulation sédimentaire montre que les apports en provenance du bassin versant excèdent ce que le lac peut supporter. À titre indicatif, l'accumulation dite « normale » devrait pratiquement être nulle d'une année à l'autre sur le littoral et varier d'à peine un **centimètre par année** à la fosse d'un lac, et ce, sans tenir compte de la compaction normale des sédiments (Carignan, 2003

tiré de RAPPEL, 2004). Ainsi, voir les sédiments s’accumuler sur le littoral au cours d’une vie humaine est signe de dégradation.

Toutefois, certains facteurs naturels affectent le niveau d’envasement d’un secteur à un autre du lac. Par exemple, les sédiments s’accumuleront davantage dans les secteurs peu exposés aux vents dominants et à l’action des vagues.

Une évaluation de l’accumulation sédimentaire dans la zone littorale du lac Coulombe a été effectuée en 2008 par le RAPPEL (RAPPEL, 2008). Les résultats ont montré que la zone de 0 à 3 mètres de profondeur présentait des sédiments épais, d’environ **95 cm** en moyenne. Les portions au nord et au sud du lac (stations 1 et 9 ; Figure 9) étaient les plus envasées. Un delta de sédiments composé de sable d’environ 50 cm d’épaisseur a également été observé au site 12, situé à l’embouchure de la rivière Coulombe, près de la route 161.

Sinon, hormis dans le secteur de l’exutoire (stations 4 et 5) où la présence de gravier a été notée, les sédiments du lac Coulombe sont majoritairement constitués de matière organique fine (vase).

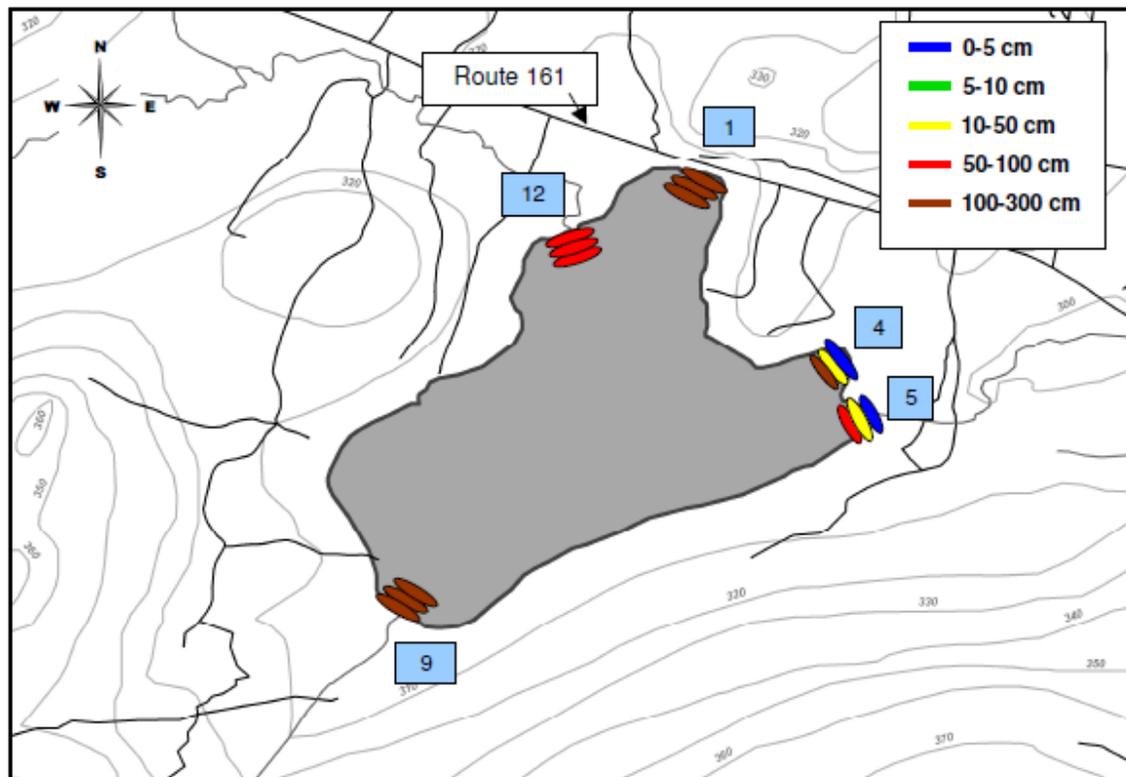


Figure 9. Accumulation sédimentaire au lac Coulombe en 2008

3.4.2 Macrophytes

Les **plantes aquatiques** sont des végétaux de grande dimension possédant des feuilles, des tiges et des racines. Elles sont généralement enracinées dans les sédiments de la zone littorale des plans d'eau. Dans l'écosystème du lac, les plantes aquatiques jouent plusieurs rôles. Elles :

- Filtrent l'eau ;
- Captent les nutriments (ex. : phosphore) présents dans les sédiments et dans l'eau;
- Stabilisent les sédiments du littoral et les rives du lac ;
- Fournissent un abri, un lieu de reproduction et de la nourriture pour différents animaux.

Les plantes aquatiques font naturellement partie de l'écosystème d'un lac et leur présence est bénéfique. Toutefois, les apports en nutriments et en sédiments provenant du bassin versant peuvent entraîner une croissance excessive des végétaux aquatiques et favoriser la formation d'herbiers très denses. Plus précisément, il a été démontré que le nombre d'habitations dans l'unité de drainage est directement corrélé à la biomasse des macrophytes submergées dans les lacs de villégiature (Greene, 2012 ; Denis-Blanchard, 2015).

Le **périphyton**, pour sa part, comprend les organismes microscopiques (algues, bactéries, protozoaires et métazoaires) et les détritiques qui s'accumulent à la surface des objets (roches, branches, piliers de quai et autres) en milieu aquatique. Ayant accès aux nutriments qui proviennent du sol avant que ceux-ci ne soient dilués dans la masse d'eau libre, le périphyton est la première communauté à réagir aux apports en nutriments liés au développement de la villégiature. Ainsi, la détermination de la biomasse et la composition chimique des algues littorales peuvent s'avérer être des outils plus efficaces pour déceler tôt la perturbation des lacs par rapport aux méthodes classiques basées sur les caractéristiques de l'eau en zone profonde (Lambert et al., 2008 ; Lambert, 2006 ; Rosenberger et al., 2008).

Toutes ces raisons confirment que la caractérisation des macrophytes, qui comprend l'ensemble des végétaux aquatiques visibles à l'œil nu (Hade, 2003), est essentielle au bon diagnostic de l'état de santé d'un lac.

3.4.2.1 Plantes aquatiques

Lors de l'inventaire des plantes aquatiques effectué par le RAPPEL en 2008 dans le littoral du lac Coulombe, l'éléocharide des marais a été l'espèce dominante inventoriée. Il s'agit d'une plante aquatique émergente. Parmi les espèces sous-dominantes qui ont été recensées, soit le scirpe, le rubanier flottant et la brasénie de Schrerber, il n'y avait aucune plante aquatique submergée.

On remarque que dans l'ensemble, le lac Coulombe présente un littoral occupé de manière importante par les plantes aquatiques. Le recouvrement est dense dans la majorité des secteurs où des plantes ont été observées (>75% d'occupation du littoral). Les plus grands herbiers, qui sont aussi les plus diversifiés, ont été retrouvés dans les secteurs 1, 7, 8, 9, 11 et 12 du lac (Figure 10). Ces zones sont également caractérisées par une forte accumulation sédimentaire (Figure 9).

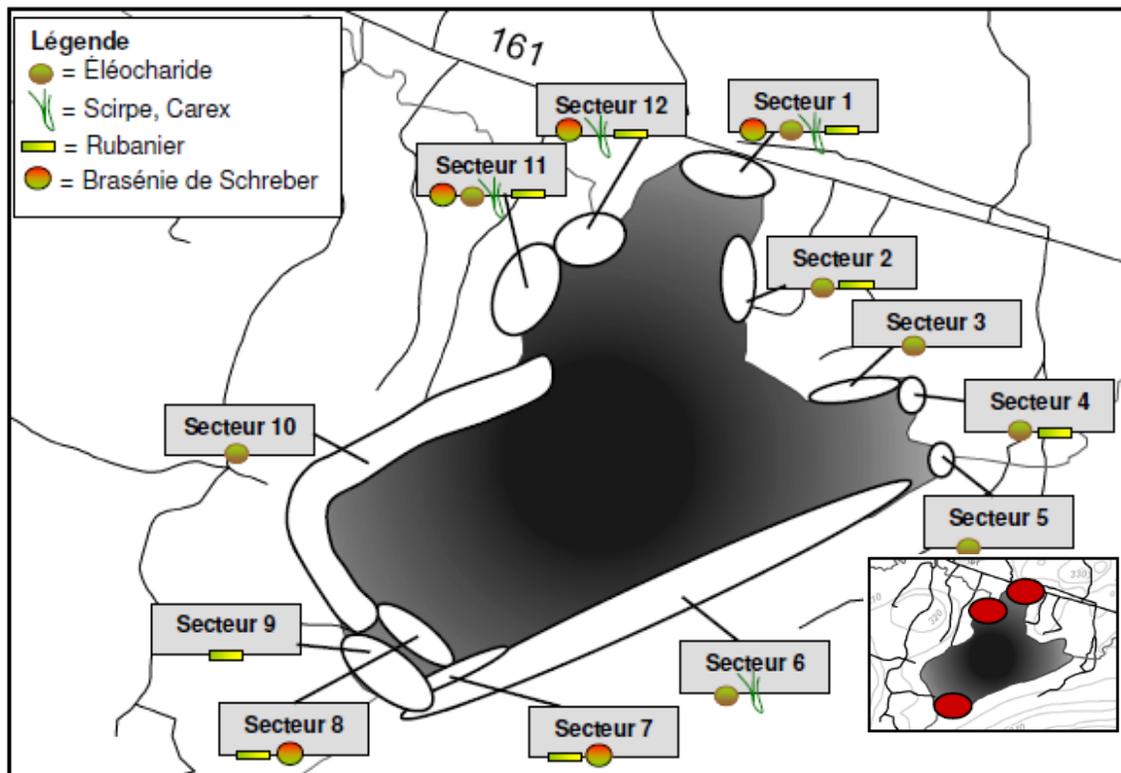


Figure 10. Caractérisation des plantes aquatiques au lac Coulombe en 2008

En 2024, une patrouille de détection des plantes aquatiques envahissantes (PAEE) a été réalisée par le RAPPEL, incluant une formation des bénévoles de l'ARLC. Lors de ce suivi, les principaux macrophytes (plantes aquatiques et algues) indigènes ont été identifiés, pour un total de **20 espèces** (Tableau IX).

Parmi les espèces les plus présentes (identifiées en gris dans le tableau IX), l'éléocharide et le rubanier flottant ont de nouveau été identifiés en 2024. Toutefois, de nouvelles espèces submergées semblent avoir gagné du terrain telles que l'élodée du Canada, le potamot émergé et le potamot de Robbins, au profit du scirpe et de la brasénie signalés comme abondants en 2008. Ces informations ne pourront toutefois être validées qu'à la suite de la réalisation d'un inventaire complet des plantes aquatiques au lac Coulombe.

Finalement, notons la présence de la naïade grêle, une espèce rare susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec. Il s'agit d'une espèce habituellement retrouvée dans les lacs oligotrophes et clairs, qui est menacée par l'eutrophisation et la pollution des cours d'eau (Léveillé-Bourret et al., 2017).

Tableau IX. Principaux macrophytes recensés au lac Coulombe en 2024

Nom latin	Nom commun	Type de macrophytes
<i>Brasenia schreberi</i>	Brasénie de Schreber	Flottant
<i>Chara</i> ou <i>Nitella</i>	Algues <i>Chara</i> ou <i>Nitella</i>	Submergé
<i>Eleocharis</i> sp.	Éléocharide sp.	Émergé
<i>Elodea canadensis</i>	Élodée du Canada	Submergé
<i>Elodea nuttallii</i>	Élodée de Nuttall	Submergé
<i>Eriocaulon aquaticum</i>	Ériocaulon aquatique	Submergé
<i>Isoetes</i> sp.	Isoète sp.	Submergé
<i>Lobelia dortmanna</i>	Lobélie de Dortmann	Submergé
<i>Myriophyllum tenellum</i>	Myriophylle grêle	Submergé
<i>Najas flexilis</i>	Naïade flexible	Submergé
<i>Najas gracillima</i>	Naïade grêle	Submergé
<i>Nuphar</i> sp.	Nénuphar sp.	Flottant
<i>Potamogeton amplifolius</i>	Potamot à grandes feuilles	Submergé
<i>Potamogeton epihydrus</i>	Potamot émergé	Submergé
<i>Potamogeton gramineus</i>	Potamot graminioïde	Submergé
<i>Potamogeton pusillus</i>	Potamot nain	Submergé
<i>Potamogeton robbinsii</i>	Potamot de Robbins	Submergé
<i>Potamogeton spirillus</i>	Potamot spirillé	Submergé
<i>Sparganium fluctuans</i>	Rubanier flottant	Flottant
<i>Utricularia vulgaris</i> subsp. <i>macrorhiza</i>	Utriculaire à longues racines	Submergé

3.5 Utilisation du lac

Le lac Coulombe est un lac paisible et peu fréquenté. Il est utilisé pour la pratique d'activités nautiques motorisées et non motorisées (canot, kayak, pédalo, planche à pagaie), la baignade et la pêche. Ce sont principalement des petits moteurs (à essence ou électrique) qui sont utilisés dans le cas des embarcations motorisées (ARLC, communication personnelle, 2024).

Aucune réglementation fédérale n'encadre l'utilisation des embarcations nautiques au lac Coulombe (Gouvernement du Canada, 2024). De plus, il n'y a pas d'accès public au lac, bien qu'une dizaine de résidents non riverains possèdent un droit d'accès par un terrain privé (ARLC, communication personnelle, 2024).

Mentionnons qu'une réglementation concernant le lavage des embarcations s'applique au lac Coulombe (Municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens, 2021). Afin d'y accéder avec une embarcation (motorisée ou non), il est nécessaire de procéder au lavage des équipements à la station municipale en libre-service située au 13 chemin du Village. Le tarif est gratuit pour les résidents de la municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens et des frais variant de 10 à 75\$ par embarcation/jour sont exigés pour les non-résidents selon le type d'embarcation (motorisée ou non).

En ce qui concerne la pêche, le tableau X dresse la liste des **six espèces de poissons** répertoriées au lac Coulombe par le ministère de la Faune entre 1985 et 2017 (MELCCFP, communication personnelle, 2024). Par ailleurs selon les informations transmises, il n'y aurait pas eu d'ensemencement de poissons au lac Coulombe. L'ARLC mentionne toutefois que des ensemencements ont été réalisés dans le passé, mais ne sont plus pratiqués à l'heure actuelle.

Tableau X. Espèces de poissons répertoriées au lac Coulombe

Espèce		Année d'observation
Nom commun	Nom latin	Lac
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	2012
Meunier noir	<i>Catostomus commersoni</i>	1985
Mulet argenté	<i>Semotilus corporalis</i>	1985
Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>	1985
Omble de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>	1985
Truite arc-en-ciel	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	2017

Comme mentionné précédemment, les truites peuvent généralement vivre dans un habitat où la température de l'eau n'excède pas 19 °C et la concentration en oxygène est supérieure à 5 mg/L. Toutefois, la truite arc-en-ciel a une préférence pour les températures plus chaudes se trouvant entre 16,5 et 21,1°C (Gouvernement du Québec, 2024b).

Les mesures effectuées par le RAPPEL (section 3.3.2) montrent que ces exigences n'ont pas été rencontrées au lac Coulombe en juillet 2024, sauf à 3 mètres de profondeur (Tableau XI). L'espace est donc très limité pour la survie des truites au lac Coulombe durant l'été, puisque la température de l'eau est trop chaude ou trop faiblement saturée en oxygène.

Tableau XI. Données du profil vertical réalisé le 16 juillet 2024 au lac Coulombe

Profondeur (m)	Température (°C)	Oxygène (mg/L)	Oxygène (%)
0,001	24,8	7,77	93,6
0,493	24,8	7,70	92,7
0,996	24,8	7,68	92,5
1,517	24,7	7,66	92,2
2,034	23,5	6,83	80,3
3,074	18,8	5,07	54,5
4,031	15,4	4,43	44,3
5,004	10,9	4,27	38,6
6,058	9,9	4,20	37,2
6,953	8,6	4,30	36,9
7,945	8,0	4,21	35,5
9,076	7,6	3,89	32,6
10,034	7,5	3,74	31,2
11,011	7,4	3,53	29,4

Finalement, il a été rapporté par l'ARLC que le lac Coulombe aurait été utilisé historiquement pour les activités associées à la drave (ARLC, communication personnelle, 2024). Bien que les conditions présentes au fond des lacs favorisent la conservation des billots de bois, les recherches ont démontré que leur accumulation pouvait contribuer à leur dégradation en affectant, entre autres, la qualité de l'eau, les frayères et la circulation du poisson. Parmi les effets négatifs se faisant encore ressentir, il peut y avoir la libération de composés toxiques et la création de zones dépourvues d'oxygène à cause de l'accumulation de billots (Labrecque-Foy et al., 2023). Des études sont en cours afin de mieux comprendre les bénéfices potentiels de l'enlèvement de ces billots dans certains lacs du Québec (Vieira, s. d.). Selon certaines recherches, il pourrait y avoir des effets négatifs sur la qualité de l'eau liés notamment à la remise en suspension des sédiments et des nutriments (Smokorowski et al., 1999).

4 DESCRIPTION DU BASSIN VERSANT

4.1 Hydrographie

4.1.1 Tributaires

Selon la cartographie réalisée à partir des données LiDAR (Light Detection and Ranging) le bassin versant du lac Coulombe couvre une superficie de **25,28 km²** (RAPPEL à partir de MRNF, 2016). Les données de la Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ) montrent que deux principaux cours d'eau se jettent dans le lac Coulombe, dont un en provenance du lac Rond en amont, représentant une longueur totale de 819 mètres (MRNF, 2019). En consultant la cartographie basée sur les données du LiDAR, on remarque plusieurs autres écoulements dans le bassin versant du lac, totalisant une longueur 10 fois plus importante, soit 8233 mètres. Ces **lits d'écoulement potentiels** représentent le trajet que l'eau devrait emprunter en fonction de la topographie (MRNF, 2020 ; Figures 11 et 12).



Figure 11. Vue rapprochée de l'hydrographie à proximité du lac Coulombe

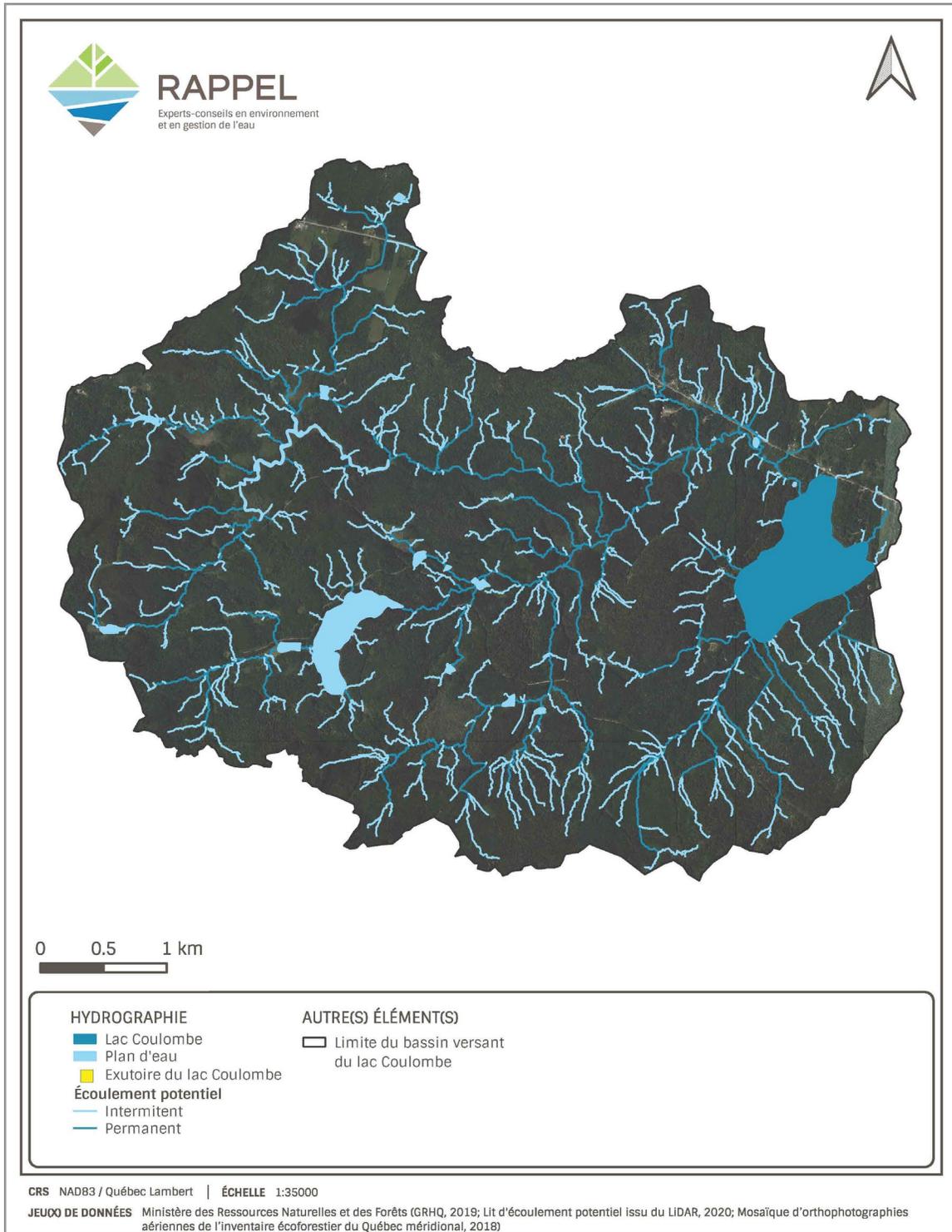


Figure 12. Hydrographie du bassin versant du lac Coulombe

4.1.2 Milieux humides

Des études limnologiques ont démontré que les milieux humides peuvent constituer une source naturelle importante de phosphore et de carbone organique dissous vers les plans d'eau (Crago, 2005 ; Roy, 2008). Les marécages et les tourbières boisées ont été identifiés plus particulièrement (Carignan, 2023).

La cartographie des milieux humides potentiels du Québec (CMHPQ) diffusée par la Direction de la connaissance écologique (DCE) du MELCCFP, fournit l'information la plus à jour sur la présence potentielle de milieux humides pour toute la province du Québec. Cette cartographie constitue une agrégation de différentes bases de données (MELCCFP, 2018a).

La caractérisation effectuée au lac Coulombe montre une superficie totale de **4,53 km²** occupée par les milieux humides, ce qui représente **18 %** du territoire du bassin versant. On y retrouve principalement des tourbières boisées et marécages (RAPPEL à partir de (MELCCFP, 2018a ; Tableau XII ; Figure 13).

Tableau XII. Types de milieux humides dans le bassin versant du lac Coulombe

Type de milieu humide	Superficie (km ²)	% des MH	% du BV
Marécage	2,38	53	9,4
Tourbière boisée	1,20	26	4,7
Tourbière minérotrophe	0,55	12	2,2
Eau peu profonde	0,17	4	0,7
Marais	0,11	2	0,4
Prairie humide	0,07	2	0,3
Tourbière ombrotrophe	0,05	1	0,2
Total	4,53	100	17,9

Lors de communications avec différents intervenants, la question de la gestion des **barrages de castors** est souvent revenue. Il faut savoir qu'un démantèlement inapproprié d'un barrage de castor peut causer notamment, des apports massifs en matière organique et nutriments vers le plan d'eau (Duchesne et al., 2013 ; Roy, 2008). Ceci semble un enjeu particulièrement important dans le bassin versant du lac Coulombe.

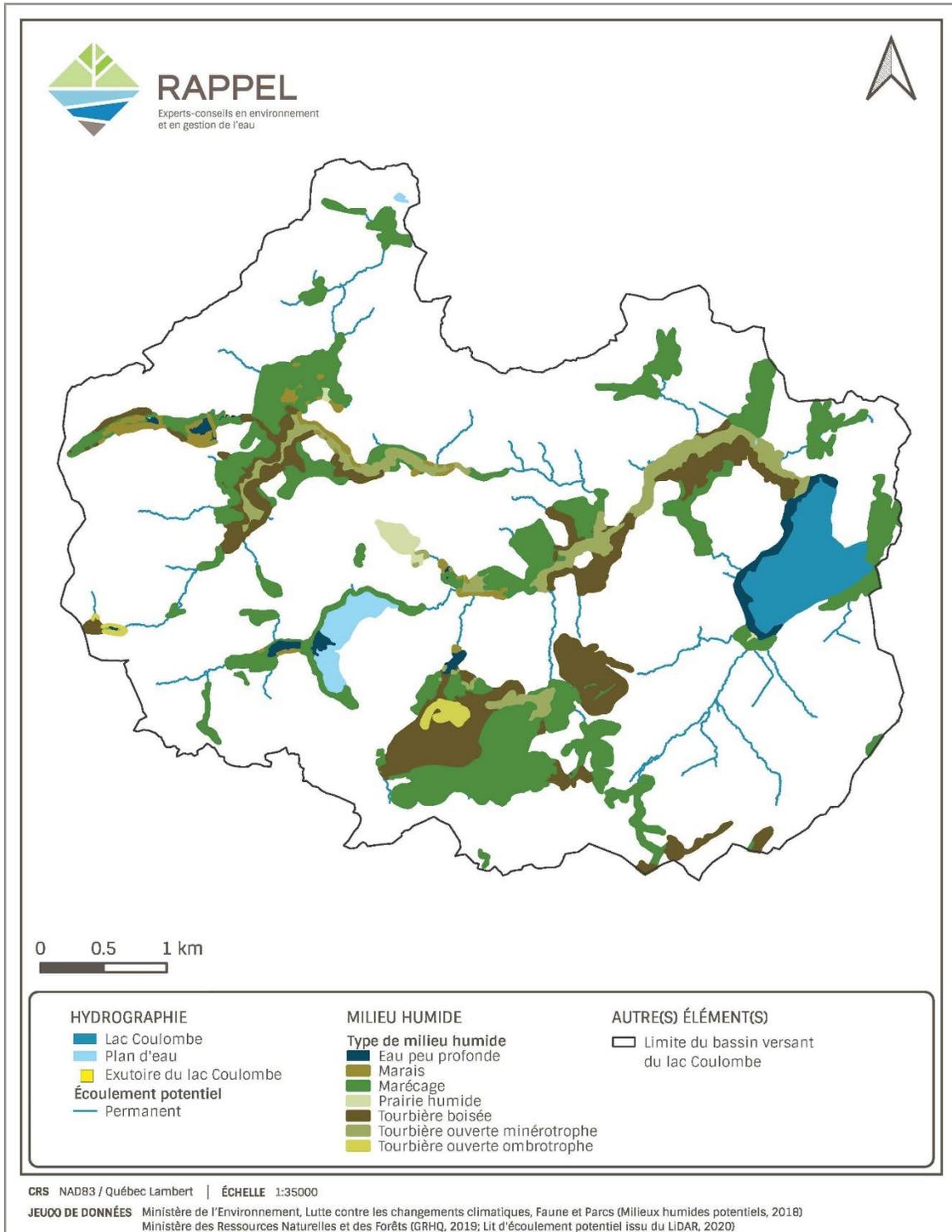


Figure 13. Milieux humides dans le bassin versant du lac Coulombe

4.2 Type de sols et géologie

Le **type de sols** (dépôts meubles) et la **géologie** du bassin versant auront un impact sur les propriétés physico-chimiques des lacs et leur sensibilité à l'eutrophisation. En effet, la capacité de rétention du phosphore par les sols varie selon le type de roches (carbonates, calco-silicatées, silicatées) et les sols qui y sont associés (brunisol, podzols). Par exemple, les oxydes de fer et d'aluminium qui sont abondants dans les podzols acides du Bouclier précambrien ont une très grande affinité pour le phosphore (orthophosphate). Ainsi, ce type de sol, généralement présent sur les roches silicatées, capte beaucoup plus le phosphore que les brunisols, situés sur les marbres et roches calco-silicatées (Carignan, 2023).

Le bassin versant du lac Coulombe est exempt de roches carbonatées ou calco-silicatées, étant constitué principalement de basalte, de gabbro et de schiste (MRNF, 2018). Ces roches sont principalement associées à des gleysols ou des podzols, bien que petite portion de brunisols se trouve au nord du lac (RAPPEL à partir de IRDA, 2022 ; Figure 14).

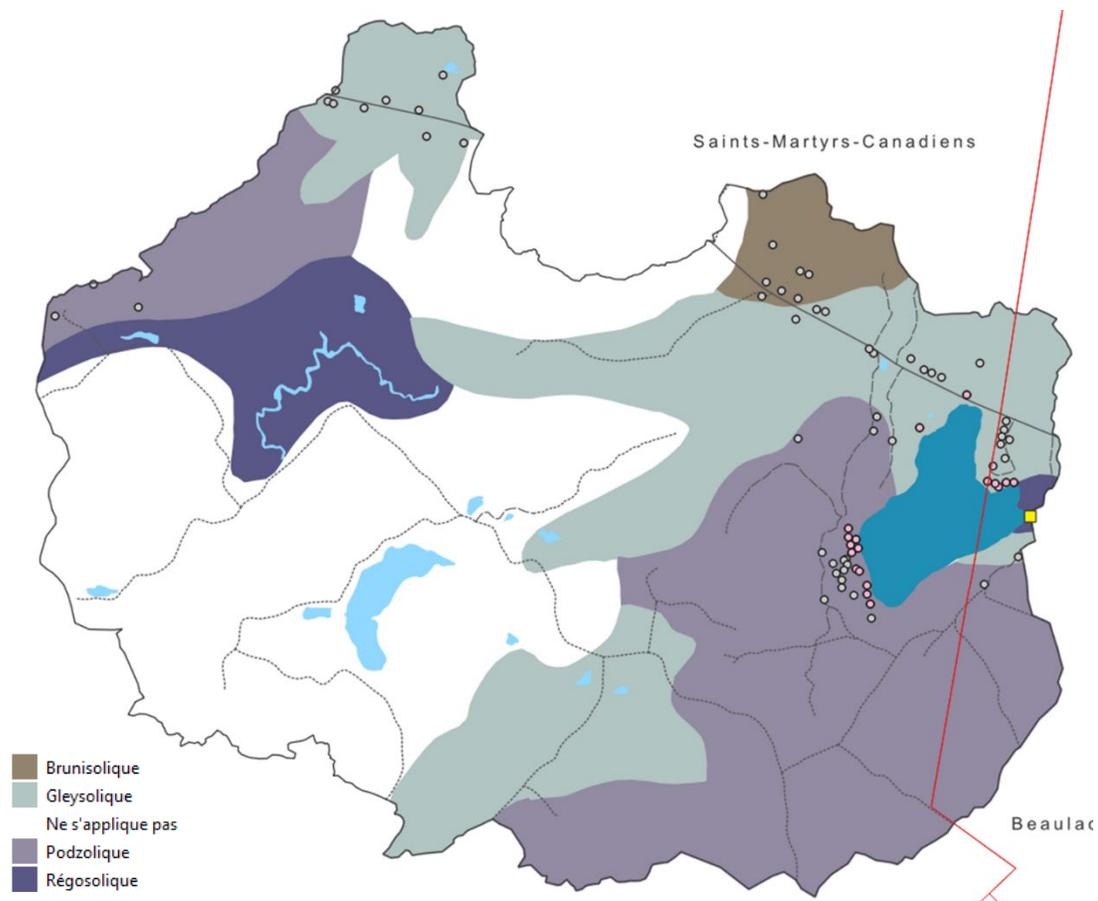


Figure 14. Type de sols dans le bassin versant du lac Coulombe

4.3 Topographie et pentes

La figure 15 présente le relief dans le bassin versant du lac Coulombe, selon les données du LiDAR, précises aux 2 mètres (RAPPEL à partir de MRNF, 2016). Une dénivellation de 180 mètres est présente entre le point le plus élevé du bassin versant, localisé au nord à une altitude de 490 mètres, et le lac (à 310 mètres).

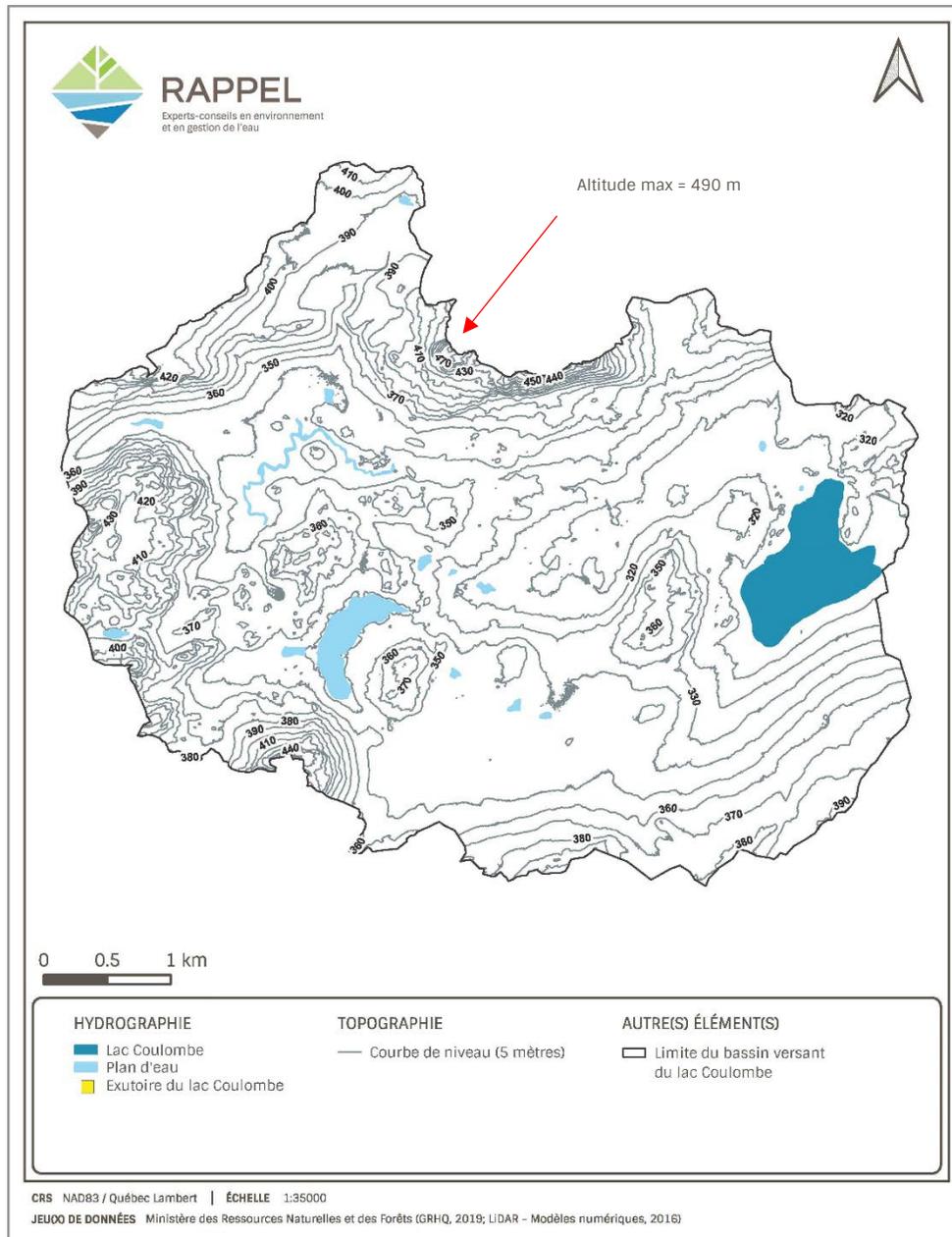


Figure 15. Topographie du bassin versant du lac Coulombe

Cette topographie fait en sorte que le bassin versant du lac Coulombe est généralement peu accidenté. En effet, **25,7 %** du territoire est recouvert de pentes supérieures à 8 %. Ces secteurs sont vulnérables à l'érosion lorsque le sol est dénudé. De ce pourcentage **1,7 %** est composé de pentes fortes à excessives (supérieures à 30 %). Ces zones sont susceptibles de s'éroder même si le sol est couvert par la végétation. Les secteurs identifiés en rouge foncé à la figure 16 sont les plus escarpés (Tableau XIII ; Figure 16 ; RAPPEL à partir de MRNF 2016).

Tableau XIII. Classes de pentes dans le bassin versant du lac Coulombe

Classes	% du BV*
Pente nulle (0-3 %)	33,9
Pente faible (>3-8 %)	40,4
Pente douce (>8-15 %)	16,1
Pente modérée (>15-30 %)	7,9
Pente forte (>30-40 %)	1,1
Pente excessive (>40% et plus)	0,6
<i>*excluant la superficie du lac</i>	100

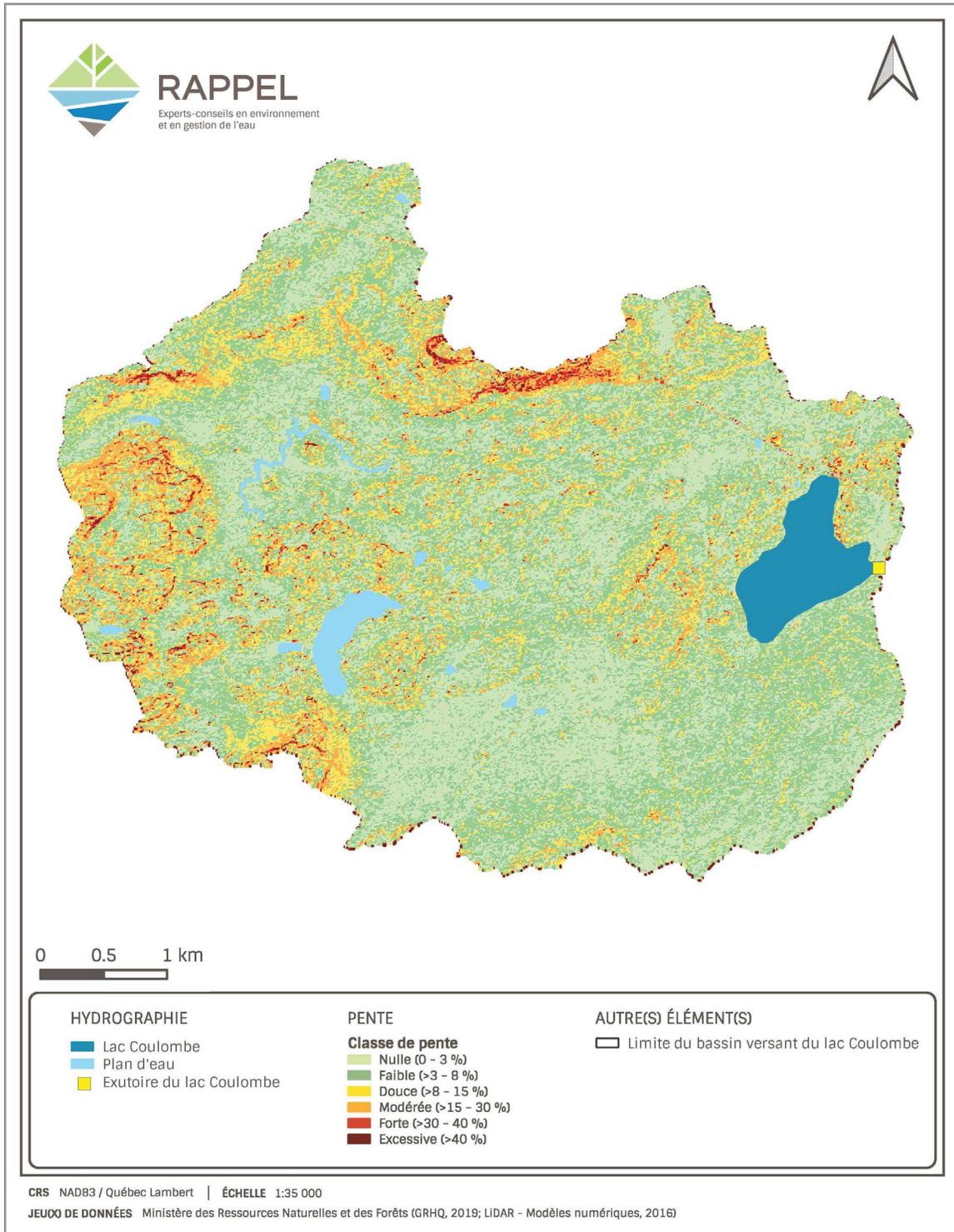


Figure 16. Pentes dans le bassin versant du lac Coulombe

4.4 Utilisation du sol

Les données extrapolées à partir de différentes sources d'information par le MELCCFP permettent de présenter un état de situation de l'utilisation du sol en 2020 dans le bassin versant du lac Coulombe. Selon ces chiffres, **91 %** du territoire est à l'état naturel et **9 %** est touché par des perturbations, principalement par des coupes forestières (Tableau XIV ; Figure 17 ; MELCCFP, 2018).

On remarque toutefois à cette cartographie que les zones anthropiques sont sous-représentées, lorsque l'on compare celle-ci à l'occupation réelle par les habitations sur le territoire (Figure 22).

De plus, une superficie de 0,27 km² des secteurs perturbés se trouverait en zone humide. Ce qui porte le total à 4,27 km² de milieux humides dans le bassin versant. Ce chiffre est similaire à celui présenté à la section 4.1.2, en excluant les secteurs d'eau peu profonde. Ainsi, il est possible de remarquer qu'en 2020, environ 6% des milieux humides du bassin versant du lac Coulombe ont été perturbés par l'activité humaine.

Tableau XIV. Utilisation du sol dans le bassin versant du lac Coulombe en 2020

Classes d'utilisation du sol en 2020	Superficie (km ²)	% BV
Eau (milieu aquatique)	0,07	0,3
Milieux humides (non perturbés)	4,00	16,5
Forêt	18,08	74,4
Anthropique (résidentiel, villégiature)*	0,09	0,4
Agricole*	0,25	1,0
Coupe et régénération*	1,79	7,4
TOTAL	24,28	100

**incluant 0,27 km² de milieux humides perturbés*

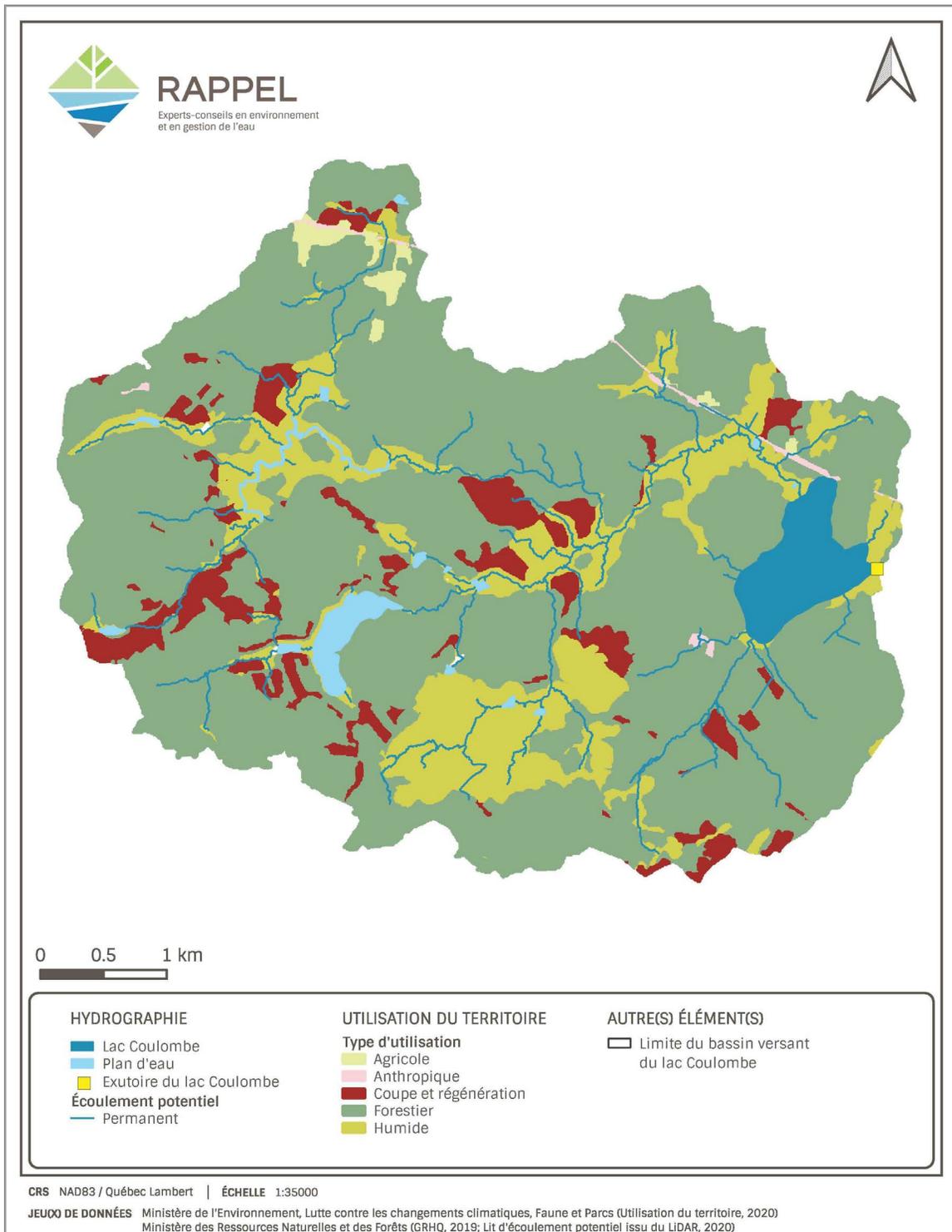


Figure 17. Utilisation du sol dans le bassin versant du lac Coulombe en 2020

4.4.1 Activités forestières

L'impact des coupes forestières sur la qualité de l'eau des lacs a bien été documenté. Celles-ci contribuent notamment à augmenter les concentrations en phosphore et en carbone organique dissous de l'eau. L'augmentation de la coloration a particulièrement un impact sur la structure des communautés dans les lacs perturbés (Pinel-Alloul et al., 2002). Parmi les causes, l'instabilité et la mauvaise conception des chemins forestiers sont bien souvent identifiées (RAPPEL, 2015).

Le bassin versant du lac Coulombe est un territoire où les activités forestières sont bien présentes. En 2020, **7,4 %** du bassin versant du lac Coulombe était touché par des activités forestières (MELCCFP, 2018 ; Figure 17). Environ 14 % des zones de coupes se trouvaient dans un milieu humide (Tableau XV).

Tableau XV. Activités forestières dans le bassin versant du lac Coulombe en 2020

Activités forestières en 2020	Superficie (km ²)	% foresterie
Coupe forestière	1,46	81,1
Coupe forestière en milieu humide	0,26	14,3
Total coupe forestière	1,71	95,4
Plantation	0,08	4,6
Grand total	1,79	100

Historiquement, la foresterie a occupé une proportion encore plus importante dans le bassin versant du lac Coulombe. Selon les données consultées, ces perturbations ont touché **49 %** du territoire (RAPPEL à partir de MRNF, 2017 ; Tableau XVI). La localisation des coupes forestières passées est présentée à la figure 18. Certaines interventions ont eu lieu aux mêmes endroits à différentes périodes, ce qui explique les différences entre les superficies cumulées et globale du tableau XVI.

Par ailleurs, on estime que 52 % des milieux humides ont été perturbés par ces activités, sur une superficie de 2,36 km² (RAPPEL à partir de MRNF, 2017 ; Figure 19).

Tableau XVI. Perturbations forestières historiques dans le bassin versant du lac Coulombe

Interventions sylvicoles (avant 1976 à 2019)	Superficie (km ²)	% coupes
Coupe avec protection de la régénération	4,29	26
Coupe totale	3,12	19
Coupe partielle	2,46	15
Coupe de jardinage	1,68	10
Autres coupes (par bandes, progressives)	3,05	18
Dégagement, éclaircie	1,5	9
Plantation, régénération	0,5	3
Superficie totale cumulée	16,61 km²	
Superficie globale couverte	12,3 km² (48,7% du BV)	

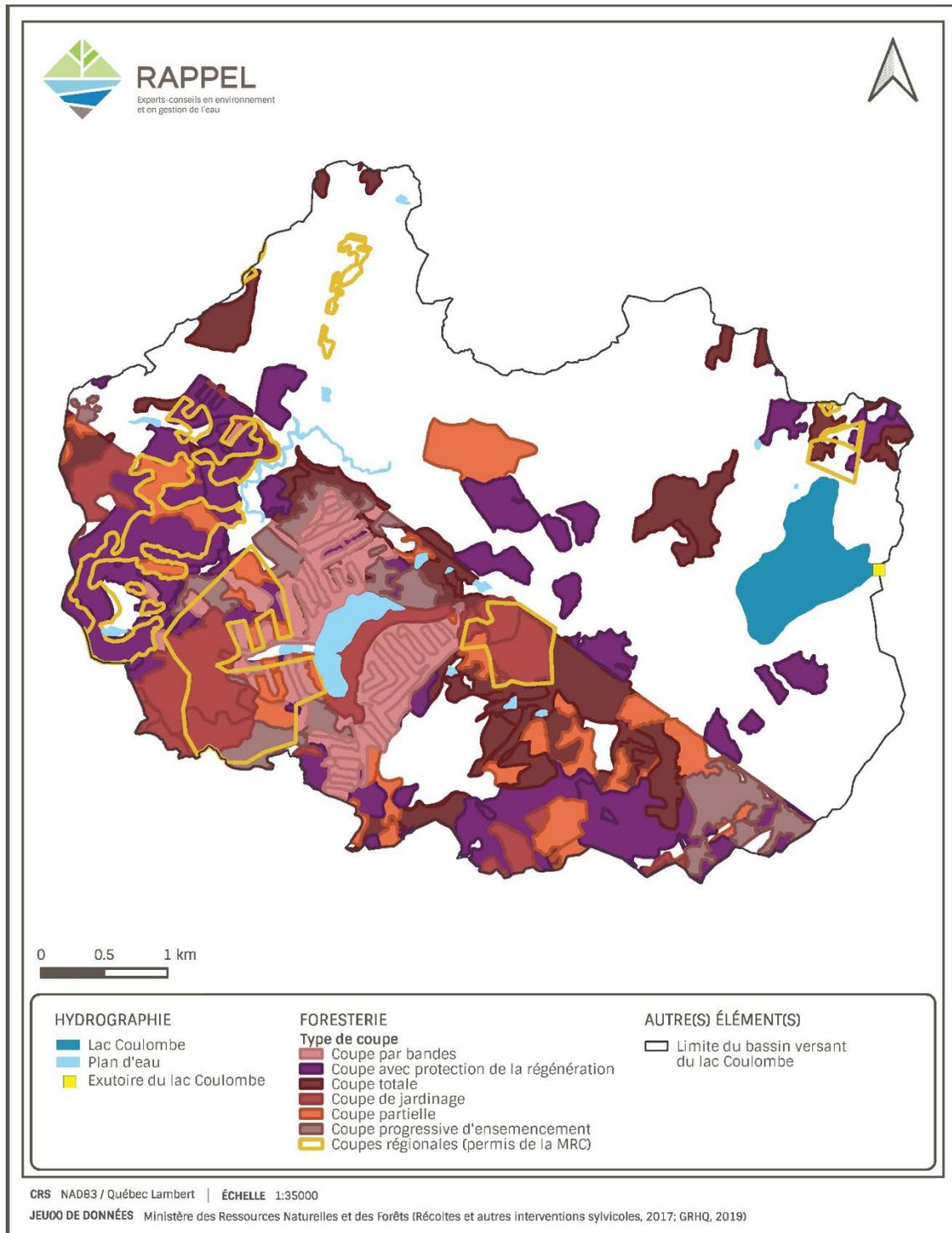


Figure 18. Coupes forestières historiques dans le bassin versant du lac Coulombe

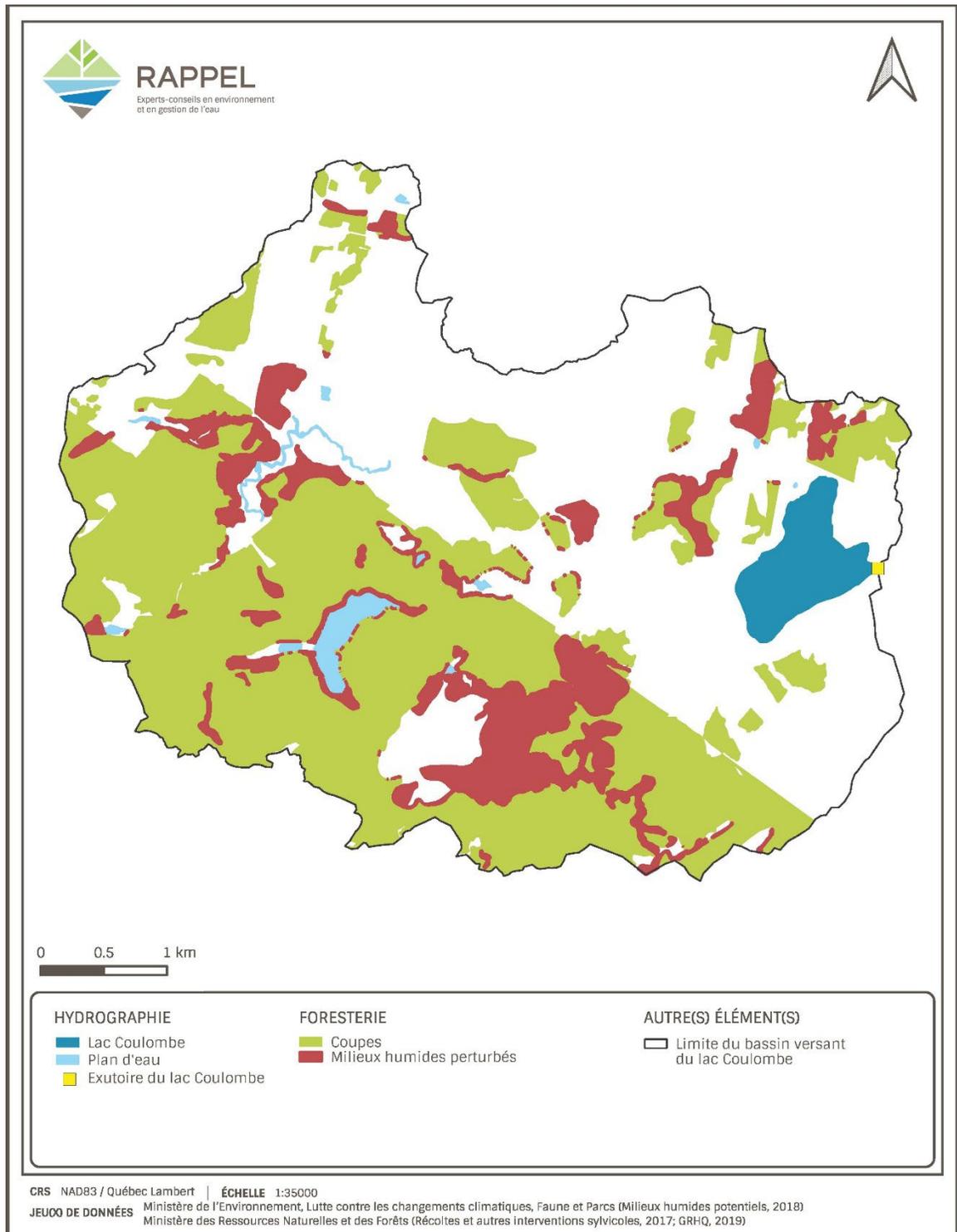


Figure 19. Milieux humides perturbés par les activités forestières historiques dans le bassin versant du lac Coulombe

Le territoire forestier du bassin versant du lac Coulombe est soumis à deux juridictions. Une partie de celui-ci se trouve en terres publiques, sous l'unité d'aménagement numéro 12171 (Figure 20). Sur ce territoire, les activités sont gérées par le ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF), plus particulièrement l'unité de gestion Beauce-Appalaches de la Direction de la gestion des forêts de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches. Des consultations publiques ont lieu en ce qui concerne les activités de coupes forestières, auxquelles les municipalités et associations de lacs peuvent participer (Gouvernement du Québec, 2022). Les interventions prévues sur le territoire au cours de la période 2024-2025 sont présentées à la figure 21 et décrites au tableau XVII.

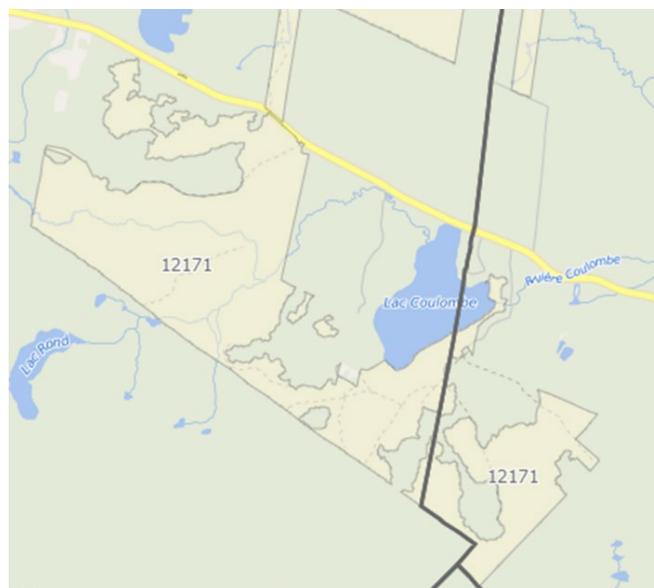


Figure 20. Extrait de la carte interactive des unités d'aménagement du territoire forestier public – secteur du lac Coulombe

Tableau XVII. Description des coupes forestières en cours ou planifiées en 2025 dans l'unité d'aménagement 12171 à proximité du lac Coulombe

Type de coupes (en cours ou planifiées en 2025)	Superficie	
	(hect.)	(km ²)
Coupe progressive irrégulière à couvert permanent phase d'ensemencement uniforme (CPI)	118	1,18
Coupe avec protection de la régénération et des sols uniforme sans legs biologiques (CPR)	11,4	0,114
Coupe de jardinage par pied d'arbres et groupe d'arbres phase d'amélioration (CJ)	8,6	0,086
Total	138	1,38

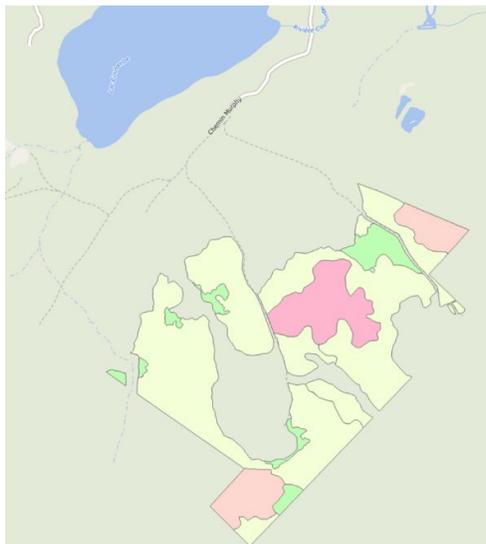


Figure 21. Localisation des coupes forestières en cours ou planifiées en 2025 dans l'unité d'aménagement 12171 à proximité du lac Coulombe
 (CPI en jaune, CPR en rose, CJ en vert)

Pour le reste du bassin versant appartenant à des propriétaires forestiers privés, les activités sont encadrées par la MRC d'Arthabaska. Celle-ci est responsable d'émettre les autorisations nécessaires et les exigences en lien notamment avec la protection de l'environnement, par le biais de son règlement régional relatif au déboisement. À Saints-Martyrs-Canadiens, ce règlement s'applique pour les opérations de déboisement³ dont la superficie est supérieure à 4 hectares (MRC d'Arthabaska, 2013).

Des normes sont notamment en vigueur concernant l'abattage d'arbres en pentes fortes (qui est interdit lorsque la pente est supérieure à 30%), la circulation de la machinerie et les traverses de cours d'eau. De plus, il est mentionné que tout déboisement ou débroussaillage⁴ est prohibé dans une bande boisée d'au moins 300 mètres, mesurée à partir de la ligne des hautes eaux du lac Coulombe (MRC d'Arthabaska, 2013). Selon les experts de la MRC, la gestion des barrages de castors en milieu forestier constitue un enjeu majeur dans le bassin versant du lac Coulombe, comme expliqué à la section 4.1.2. (MRC d'Arthabaska, communication personnelle, 21 novembre 2024).

³ Définition de déboisement : l'abattage, la récolte ou l'élimination volontaire de plus de 40 % du volume d'arbres de dimension commerciale (incluant les chemins forestiers et de débardage) uniformément réparti dans le ou les secteur(s) de coupe par période de dix (10) ans, et ce, pour une même unité d'évaluation foncière.

⁴ Définition de débroussaillage : abattage de plus de 40 % du nombre d'arbres de dimension non commerciale, à l'exception des entretiens de plantation, des coupes d'éclaircie intermédiaire et d'éclaircie précommerciale.

4.4.2 Agriculture

Plusieurs effets de l’agriculture sur la santé des cours d’eau ont été documentés comme l’érosion des sols, qui augmente la sédimentation et la turbidité, le retrait de la végétation riveraine, qui augmente la lumière, diminue les intrants organiques grossiers (feuilles, branches) et favorise l’augmentation de la température, l’enrichissement en substances nutritives par le ruissellement des fertilisants, l’augmentation de la demande en oxygène et la présence de pesticides (MELCC, 2020).

Plus précisément, les cultures annuelles, surtout celles à grands interlignes, comme le maïs et le soya, représentent une source majeure de pollution de l’eau de surface. L’épandage de fertilisants, lorsqu’effectué dans des conditions défavorables (ex. : sans enfouissement, sur des sols à nu, en dehors de la période de croissance des cultures, dans des conditions météorologiques et de sols non optimales), l’utilisation d’engrais minéraux et le travail annuel de sol en régie conventionnelle sont également associés à une perte de nutriments et de matières en suspension vers les plans d’eau. L’instabilité des berges, l’absence ou le mauvais aménagement de sorties de drains et le mauvais état des bandes riveraines s’ajoutent à la problématique. Finalement, les activités d’élevage peuvent compromettre certains usages de l’eau à la suite d’une contamination microbienne (MELCC, 2020).

Les activités agricoles sont actuellement peu présentes dans le bassin versant du lac Coulombe et couvrent **1 %** du territoire (Tableau XVIII ; Figure 17).

Tableau XVIII. Détails des activités agricoles dans le bassin versant du lac Coulombe

Détails des activités agricoles en 2020	Superficie		% agricole
	en m ²	en km ²	
Agriculture indifférenciée	76 259	0,076	30,1
Culture pérenne et pâturage	155 609	0,155	61,4
Soya	21 588	0,022	8,5
Total général	253 456	0,253	100

4.4.3 Réseau routier et bâtiments

Des études scientifiques ont démontré un lien entre la prolifération des macrophytes dans les plans d'eau et l'occupation humaine dans le bassin versant d'un lac (Denis-Blanchard, 2015).

Selon les données de l'utilisation du sol en 2020, **0,4 %** du bassin versant du lac Coulombe est de nature anthropique (Tableau XIV). Sur ce territoire se trouvent **73 adresses**, dont 59 sont situées à Saint-Martyrs-Canadien et 14 à Beaulac-Garthyby. 18 propriétés sont localisées à moins de 100 mètres du lac. Le réseau routier du bassin versant comprend pour sa part **37,2 km** de chemins (RAPPEL à partir de MRNF, 2018a ; Figure 22).

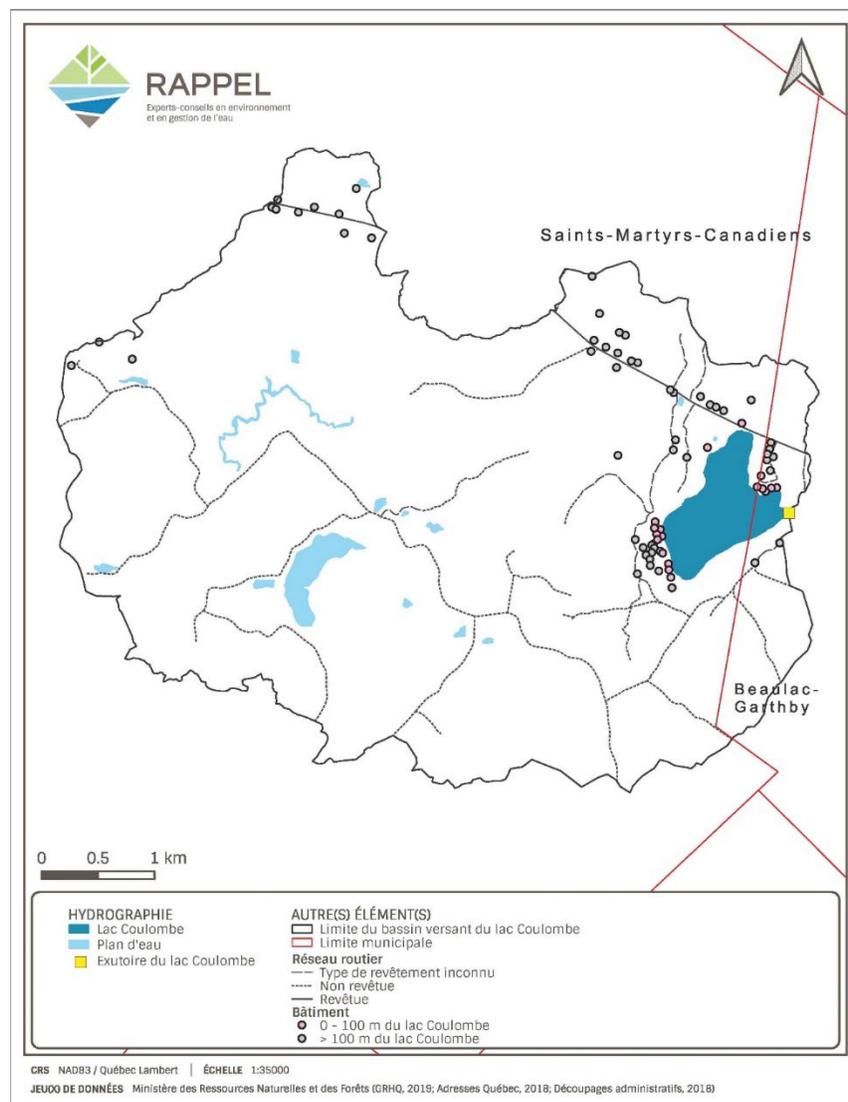


Figure 22. Occupation humaine dans le bassin versant du lac Coulombe

4.4.4 Bande riveraine

La rive représente la partie terrestre bordant un lac ou un cours d'eau. Elle assure la transition entre le milieu aquatique et le milieu terrestre. Selon le régime transitoire du Gouvernement du Québec, la bande riveraine a une profondeur de 10 à 15 mètres selon la hauteur et la pente du talus (MELCC, 2021a). Ces largeurs ne doivent pas être interprétées comme des critères suffisants pour protéger ou restaurer les écosystèmes aquatiques et riverains. Elles visent seulement à assurer une protection minimale aux rives des lacs et des cours d'eau (Gagnon & Gangbazo, 2007 ; Figure 23 tirée de Schultz et collab. 2000).

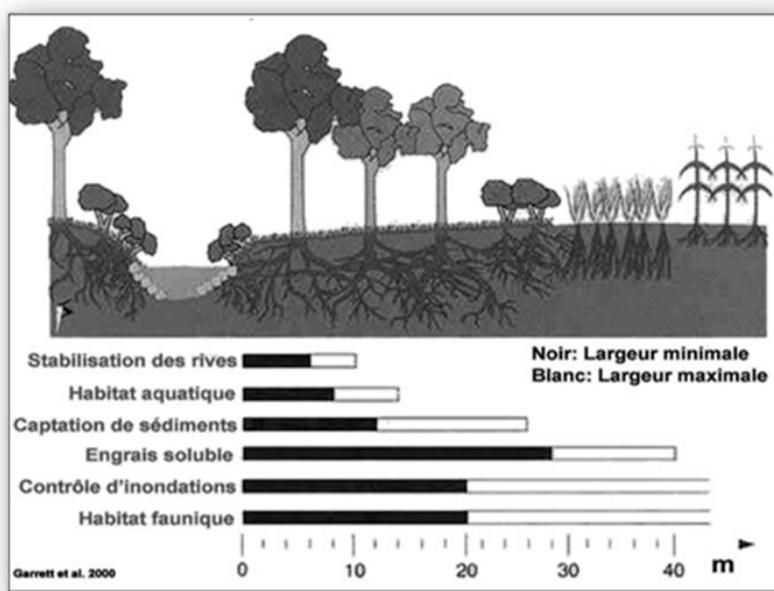


Figure 23. Largeur optimale de la bande riveraine selon diverses fonctions environnementales

La rive est d'une grande importance pour préserver la qualité des eaux. Par sa présence, la bande riveraine joue plusieurs rôles, surnommés les 4F :

- Elle freine les sédiments en ralentissant les eaux de ruissellement et en prévenant l'érosion;
- Elle filtre les polluants en absorbant les nutriments prévenant ainsi la prolifération des végétaux aquatiques;
- Elle rafraîchit l'eau du littoral en fournissant de l'ombre;
- Elle favorise la faune et la flore du littoral en fournissant un milieu propice à leur reproduction.

Une rive artificialisée peut difficilement remplir ces rôles et engendre par le fait même une augmentation de sédiments et de nutriments dans le lac. De plus, l'absence de végétation entraîne souvent l'érosion de la rive, car cette dernière n'est pas stabilisée par les racines des végétaux.

La **municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens** détient dans son règlement de zonage des dispositions qui prévoient une bande de protection riveraine correspondant à 10 ou 15 mètres selon la pente. Dans cette zone, sauf exception, il est interdit de réaliser des constructions, ouvrages ou travaux. La récolte de la végétation herbacée et l'aménagement d'une voie d'accès, positionnée en biais et ayant au plus 5 mètres de largeur, sont toutefois autorisés dans la rive, lorsque la pente est inférieure à 30%. De plus, dans la rive, une bande minimale de 5 mètres de profondeur doit être retournée à l'état naturel, dans une proportion minimale de 50%. Finalement, une marge de recul de 22,86 mètres par rapport au lac doit être respectée pour toute nouvelle construction (Municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens, 2011). Les mêmes dispositions s'appliquent sur le territoire de Beaulac-Garthby à l'exception de l'obligation de renaturaliser la rive (Municipalité de Beaulac-Garthby, 2009).

En 2024, l'état des rives du lac Coulombe a été caractérisé sur une profondeur de 15 mètres, selon le protocole du MELCCFP développé dans la cadre du RSVL (MDDEP & CRE Laurentides, 2007). Cet inventaire a été réalisé par le RAPPEL (RAPPEL, 2024). En voici les faits saillants :

- 29,5% de la rive du lac Coulombe est habitée;
- La végétation naturelle recouvre 95,2% de la bande riveraine;
- 3,4% de la bande riveraine possède moins de 20% de végétation naturelle (zone S-8 de la figure 24);
- 96,6% de la rive est recouverte par plus de 80% de végétation naturelle;
- Environ 4% de la rive est en érosion.

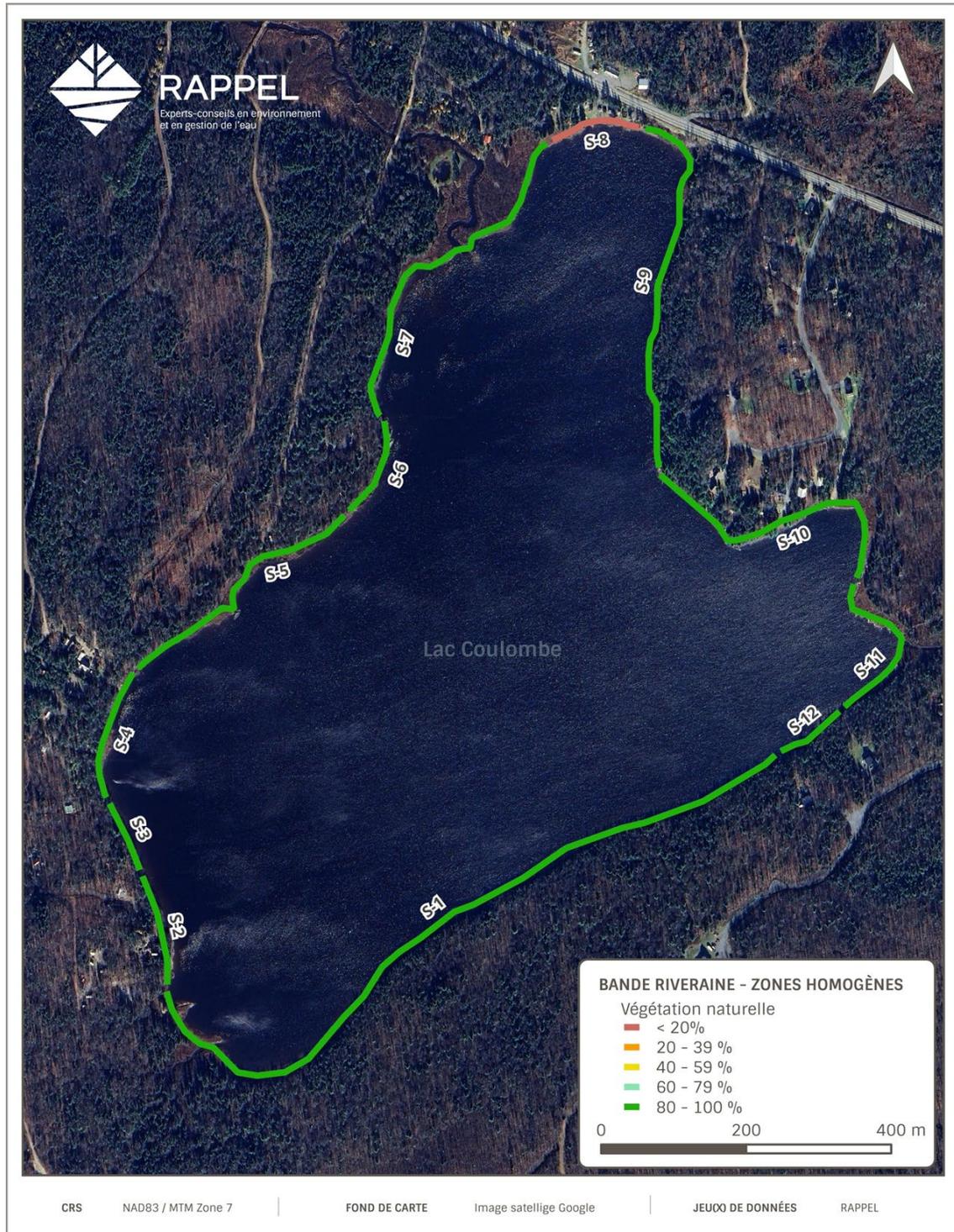


Figure 24. Recouvrement par la végétation naturelle dans la bande riveraine du lac Coulombe en 2024

4.4.5 Eaux usées

Non traitées ou insuffisamment traitées, les eaux usées menacent la qualité de l'eau des lacs et peuvent représenter un risque pour la santé humaine. Lorsque les résidences ou commerces ne peuvent être reliés à un système municipal de traitement des eaux usées, elles doivent posséder une installation septique. L'installation septique classique est constituée d'une fosse septique et d'un élément épurateur, appelé champ d'épuration. La fosse septique sert à clarifier les eaux usées pour éviter de colmater l'élément épurateur et à effectuer un prétraitement des eaux usées. Les installations septiques inadéquates ou non conformes peuvent être une source de nutriments et de contamination bactériologique des eaux de surface (CRE Laurentides, 2013a). Selon l'Association des entreprises spécialisées en eau du Québec (AESEQ), la durée de vie moyenne des installations septiques (plus précisément, la capacité de l'élément épurateur à effectuer le traitement des eaux clarifiées) est de 15 à 20 ans et dépend du type de sol et de leur utilisation et entretien (Fauteux, 2017). Les experts s'entendent généralement sur une durée de vie maximale de 20 à 30 ans pour une installation septique (EBI Envirotech, 2024 ; Premier Tech, 2024 ; Soluo, 2023).

De plus, rappelons que selon le Règlement R.R.Q., C. Q-2, R-22 de la Loi sur la qualité de l'environnement, une fosse septique utilisée de façon saisonnière doit être vidangée au moins une fois tous les quatre ans. Celle-ci doit l'être tous les deux ans lorsqu'elle est utilisée à l'année (Gouvernement du Québec, 2024b). Sur le territoire de la MRC d'Arthabaska, une prise en charge de la vidange des fosses septiques est effectuée par cette dernière (MRC d'Arthabaska, 2020).

L'information concernant l'âge des systèmes pour le traitement des eaux usées associés à **25 bâtiments** a été transmise par la municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens, ce qui représente environ 34 % des adresses du bassin versant du lac Coulombe (Municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens, communication personnelle, 2024 ; Figure 25).

Selon ces données, on constate que **32 % des systèmes ont plus de 30 ans**. Puisque toutes les installations septiques⁵ peuvent représenter une source de nutriments vers les eaux souterraines et les plans d'eau, il est prioritaire de remplacer celles qui sont les plus âgées.

⁵ Qui ne possèdent pas de système de traitement tertiaire avec déphosphatation (Classe IV selon la norme BNQ 3680-910) <https://www.bnq.qc.ca/fr/normalisation/environnement/systemes-d-epuration-autonomes-pour-les-residences-isolees.html> Voir la liste des entreprises et des technologies certifiées classe IV.

Mentionnons également que le type de systèmes de traitement des eaux usées de plusieurs camps et roulettes présents sur le territoire est inconnu (Municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens, communication personnelle, 2024).

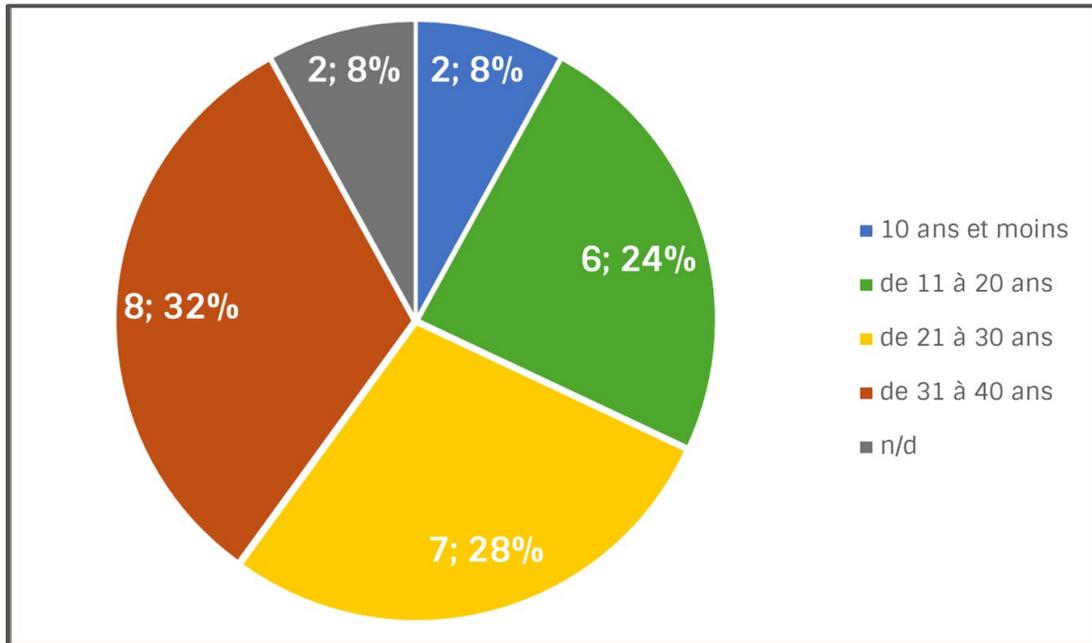


Figure 25. Répartition de l'âge de 25 installations septiques dans le bassin versant du lac Coulombe en 2024

4.4.6 Érosion et ruissellement

L'érosion est un mécanisme par lequel les particules du sol sont détachées, puis déplacées de leur point d'origine. Au Québec, le principal élément déclencheur de l'érosion est l'eau, bien que le vent constitue également un vecteur non négligeable.

Le phénomène de l'érosion est néfaste pour un lac, car il génère un apport de sédiments occasionnant l'envasement du littoral et la prolifération des plantes aquatiques tout en offrant un substrat favorable à la fixation et à la croissance de la végétation aquatique. De plus, une grande quantité de nutriments voyage par l'entremise des sédiments et stimule l'enrichissement du lac et la prolifération des plantes aquatiques, des algues et des cyanobactéries. Cet enrichissement du lac occasionne l'eutrophisation accélérée du plan d'eau.

On considère généralement que l'érosion des sols est conditionnée par trois principaux facteurs, soit la topographie du bassin versant, la quantité et l'intensité des précipitations ainsi que l'utilisation du sol.

Pour des sols dévégétalisés, on considère que les zones vulnérables sont celles où les **pent**es sont égales ou supérieures à 9 %. Selon les observations du RAPPEL, une inclinaison supérieure à 15 % représente la pente à partir de laquelle les risques d'érosion augmentent significativement lors des opérations de déboisement. Il s'agit d'un seuil où une attention particulière doit être mise sur la gestion des eaux de ruissellement lors des travaux, et où une expertise est requise pour mettre en place des mesures de mitigation efficace. Lorsque le sol n'est pas mis à nu, la vulnérabilité à l'érosion se produit sur des pentes plus fortes (**environ 30 %**). Il importe de mentionner que le type de dépôts de surface et la longueur de la pente ont également une grande incidence sur les risques d'érosion (Provencher & Thibault, 1979). De plus, les zones urbanisées, où l'on retrouve beaucoup de surfaces imperméables (béton, asphalte), favorisent le ruissellement des eaux de surface et la vitesse d'écoulement, ce qui augmente le pouvoir érosif de l'eau.

Comme présenté au tableau XIII, **25,7 %** du bassin versant du lac Coulombe est constitué de pentes de plus de 8%, susceptibles de s'éroder lorsque le sol dévégétalisé. De ce nombre, **9,6 %** comprennent des pentes de plus de 15 % où des mesures de protection doivent être mises en place lors de travaux. Finalement, **1,7 %** du territoire est vulnérable à l'érosion naturelle dans des pentes de 30% et plus.

À notre connaissance, aucun inventaire des foyers d'érosion n'a été réalisé dans le bassin versant du lac Coulombe.

5 SYNTHÈSE ET CONSTATS

Les mesures de la qualité de l'eau en 2024 montrent que le lac Coulombe est un plan d'eau qui se trouve à un stade intermédiaire de vieillissement et qui est relativement productif. Ces constats devront toutefois être confirmés par plusieurs années de suivi, ainsi que complétés avec les informations relatives à la zone littorale (plantes aquatiques et algues).

Par ailleurs, le lac Coulombe présente une certaine sensibilité naturelle, liée à sa morphométrie et à la composition de son bassin versant. En effet, le très court temps de séjour de l'eau, la grande superficie drainée par le lac et la forte proportion de milieux humides dans son bassin versant contribuent à sa productivité.

Ces effets semblent accentués par les perturbations anthropiques associées aux barrages de castors, aux coupes forestières et à l'impact de la drave. Ces facteurs peuvent représenter des sources importantes de nutriments et matière organique et contribuent certainement, à la forte coloration de l'eau du lac.

Afin de minimiser ces impacts, il serait intéressant d'adopter une réglementation municipale permettant d'assurer une protection des milieux humides sur le territoire, en concordance avec les plans de conservation des MRC. Cette réglementation pourrait être accompagnée d'une stratégie intégrée de gestion du castor. Il est essentiel de limiter les dégâts pouvant être causés par le démantèlement des barrages de castors, sur la qualité de l'eau du lac. En lien avec les coupes forestières, l'ARLC et la municipalité peuvent rester à l'affût des consultations à venir concernant les activités en terres publiques. Les signes de contamination et les problématiques observées sur le terrain peuvent également être signalés aux autorités concernées.

À l'heure actuelle, en plus des éléments mentionnés ci-haut, le lac subit une certaine pression liée à l'anthropisation du territoire, par la présence des habitations et de routes. À cet égard, il serait important de procéder au remplacement des installations septiques vieillissantes et de s'assurer de la conformité des systèmes pour les bâtiments comme les camps et les roulotte. De plus, considérant l'importance des activités forestières, la présence d'une route provinciale à proximité du lac et l'accumulation de sédiments dans certains secteurs du plan d'eau, il serait judicieux de procéder à l'inventaire des foyers d'érosion dans le bassin versant du lac.

Finalement, il serait intéressant pour l'ARLC de se doter d'un code de bonnes pratiques des usagers du lac Coulombe. Celui-ci devrait être accompagné d'une sensibilisation et d'une surveillance afin de prévenir la colonisation par les plantes aquatiques exotiques envahissantes. Au niveau des ensemencements, il serait utile de documenter davantage l'effort de pêche et de consulter les spécialistes du MELCCFP avant de procéder.

6 ENJEUX ET PRÉOCCUPATIONS

Voici une liste des principaux enjeux, préoccupations et problématiques à considérer afin de protéger la santé du lac Coulombe. Les éléments qui nous apparaissent prioritaires ont été identifiés par un encadré.

6.1 Caractérisation du lac

Acquisition des connaissances, compilation des données, interprétation des résultats, diffusion des résultats, vulgarisation des connaissances scientifiques en lien avec l'état de santé du lac.

6.1.1 Suivi de la qualité de l'eau

Échantillonnage de la qualité de l'eau et mesure de la transparence afin de déterminer le statut trophique du lac. Analyses bactériologiques pour évaluer la qualité de l'eau de baignade.

6.1.2 Caractérisation de la zone littorale

Caractérisation des macrophytes (plantes aquatiques, algues, périphyton) et des habitats fauniques (macroinvertébrés, poissons, amphibiens, etc.). Suivi des fleurs d'eau de cyanobactéries. Caractérisation du substrat et suivi de l'envasement.

6.1.3 Autres suivis

Suivis à l'aide d'équipements scientifiques spécialisés (profils verticaux, levés bathymétriques, etc.) afin de mieux comprendre les processus internes qui régulent le lac.

6.2 Usages du lac

6.2.1 Accès au plan d'eau

Gestion des accès aux lacs. Nettoyage des embarcations et du matériel. Sensibilisation et prévention en lien avec les espèces aquatiques exotiques envahissantes.

6.2.2 Utilisation du plan d'eau

Amélioration des pratiques (ensemencement, pêche, activités nautiques motorisées et/ou non motorisées, arrachage de plantes aquatiques). Sensibilisation et diffusion d'un code d'éthique. Application de la réglementation fédérale. Information concernant l'utilisation de technologies de restauration des lacs et sur la dynamique des lacs peu profonds.

6.3 Occupation humaine du bassin versant

6.3.1 Déboisement des rives et des terrains

Caractérisation de l'état des rives. Sensibilisation, éducation et accompagnement (soutien financier et technique) des riverains et des municipalités. Réglementation municipale et mise en application. Réduction de l'utilisation d'engrais et de fertilisants.

6.3.2 Érosion, eaux de ruissellement et infrastructures déficientes

Caractérisation des foyers d'érosion. Plan de gestion de l'érosion et du ruissellement. Sensibilisation et éducation de la population et des municipalités aux bonnes pratiques de contrôle de l'érosion et de gestion des eaux de ruissellement (récupération des eaux pluviales, infiltration des eaux dans le sol et captation des sédiments, entretien des fossés, revégétalisation, etc.). Réglementation municipale et mise en application. Formation des municipalités et entrepreneurs (forestiers).

6.3.3 Gestion des eaux usées et installations septiques non conformes

Amélioration des connaissances liées aux systèmes de traitement des eaux usées des résidences isolées (types et âges des installations, installations non conformes, désuètes ou polluantes). Éducation et sensibilisation de la population aux bonnes pratiques à adopter (remplacement des installations vieillissantes, gestion des eaux de ruissellement, consommation d'eau, vidange et bonnes pratiques d'utilisation des installations septiques, etc.). Réglementations provinciale et municipale et mise en application. Accompagnement des citoyens et municipalités pour favoriser la mise aux normes des installations (soutien financier et technique).

6.3.4 Pratiques industrielles et commerciales non durables

Sensibilisation et éducation de la population, des industries et commerces (entrepreneurs en construction, paysagiste, excavateur, forestiers, producteurs agricoles, carrières, sablières, golfs, résidences de tourisme, etc.) aux bonnes pratiques. Accompagnement des industries et commerces (soutien financier et technique) pour l'amélioration des pratiques. Réglementations provinciales, encadrement et mise en application. Concertation et partage de l'information. Diffusion et mise en valeur des bonnes pratiques. Réduction de l'utilisation de pesticides et fertilisants.

6.3.5 Protection des milieux humides et des niveaux d'eau

Mise en place de stratégies de protection des milieux humides. Réglementations provinciale et municipale et mise en application. Gestion adéquate de l'habitat du castor. Maintien de l'écoulement naturel des cours d'eau et tributaires. Gestion des barrages et niveaux d'eau.

6.4 Gestion de l'information

6.4.1 Collaboration entre les acteurs

Création de mécanismes afin de favoriser la communication, la concertation et le partage d'information entre les acteurs de l'eau. Uniformisation des réglementations municipales. Clarification du rôle de chacun. Mobilisation des citoyens et implication communautaire. Fournir une aide technique et financière pour la protection de la santé des lacs (programme de subventions municipales (MRC, municipalité), gouvernementales (provincial, fédéral), etc. Financement du RSVL par le gouvernement (subvention de 75%).

6.4.2 Diffusion de l'information

Diffusion et vulgarisation de la réglementation municipale (création et utilisation d'outils existants : section « environnement » ou « lacs et cours d'eau » sur le site Web de la municipalité, dépliants, guide du nouveau résident).

7 RECOMMANDATIONS ET ACTIONS PRIORITAIRES

En lien avec les constats précédents, voici une liste non exhaustive d'actions prioritaires, qui pourraient être entreprises à court terme, afin de protéger l'état de santé du lac Coulombe.

Il est important de souligner que le présent exercice a été réalisé conformément aux limites du mandat et que la réalisation d'un plan d'action détaillé permettrait de compléter la présente analyse.

Enjeu	Préoccupation	Acteur	n°	Action	Outils et liens
CONNAISSANCE DU LAC	Suivi de la qualité de l'eau	Municipalité, Association	1	Poursuivre la participation au Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) et effectuer les protocoles de caractérisation (échantillonnage de la qualité de l'eau, mesure de la transparence de l'eau), selon la fréquence prescrite par le ministère.	Site web du RSVL
		Municipalité	2	Limiter l'échantillonnage des <i>E. coli</i> aux zones de baignade fréquentées.	Site web du programme Environnement-Plage
		Association, Organisme	3	Se tenir informé des résultats de recherche concernant l'impact de la drave sur la qualité de l'eau.	
	Caractérisation de la zone littorale	Association	4	Effectuer le suivi visuel des fleurs d'eau d'algues bleu-vert et les signalements auprès du MELCCFP.	Protocole du RSVL <i>*formation donnée à l'ARLC par le RAPPEL en 2024</i>
		Association, Organisme	5	Réaliser un inventaire des plantes aquatiques, incluant une évaluation du recouvrement, afin de suivre cet indicateur de dégradation de l'état de santé du lac.	
OCCUPATION HUMAINE DU BASSIN VERSANT	Déboisement des rives et des terrains	Association, Organismes	6	Clarifier le règlement municipal en ajoutant l'interdiction de tonte de gazon en bande riveraine.	
	Érosion, ruissellement et infrastructures déficientes	Municipalité, Association, Organisme	7	Réaliser un diagnostic environnemental de l'érosion dans le bassin versant.	
		Municipalité, Citoyen, Entreprise	8	Adopter de bonnes pratiques de contrôle de l'érosion et de gestion des eaux de ruissellement.	Guide du RAPPEL

OCCUPATION HUMAINE DU BASSIN VERSANT (suite)	Gestion des eaux usées et installations septiques non conformes	Municipalité, Gouvernement	9	Favoriser le remplacement des installations septiques déficientes et vieillissantes (réglementation, incitatifs fiscaux, etc.).	Crédit d'impôt provincial Pouvoir d'emprunt des municipalités Exemples de règlements municipaux : Saint-Alphonse-Rodriguez Saint-Claude
		Municipalité	10	Valider la légalité des installations pour les camps et les roulotte.	
		Citoyen	11	Effectuer le remplacement de son installation septique lorsqu'elle n'est pas conforme au Q-2, r.22 (puisard), qu'elle est vieillissante ou représente une source de contamination de l'environnement.	
		Organisme, Municipalité, Association	12	Informé et sensibiliser les citoyens quant à l'importance de remplacer son installation septique vieillissante.	Guide de l'ASEQ Guide du CRE Laurentides
	Pratiques industrielles et commerciales non durables	Municipalité, Association	13	Participer aux consultations publiques dans le cadre du processus de planification forestière (PAFI) et émettre des recommandations, s'il y a lieu.	Consultations forestières
		Association	14	Effectuer un suivi visuel des tributaires en présence d'activités forestières.	
		Municipalité, Association	15	Signaler à la MRC (terres privées) ou au MRNF (terres publiques) toutes situations problématiques en termes d'érosion ou de contamination du milieu aquatique liées aux activités forestières.	Règlement régional sur le déboisement
	Protection des milieux humides et des niveaux d'eau	MRC, Municipalités	16	Adopter une réglementation assurant une protection des milieux humides, en concordance avec les plans de conservation régionaux (PRMHH).	Exemple du document complémentaire du schéma d'aménagement de la MRC d'Argenteuil (articles 45 à 45.5)
		MRC	17	Inclure au PRMHH une stratégie de gestion intégrée du castor, comprenant un encadrement sur le démantèlement des barrages (incluant le milieu forestier).	Guide de l'OBV RPNS Projet de l'OBV RPNS Plan de gestion intégrée de l'OBV Manicouagan

USAGES DU LAC	Accès et utilisation du plan d'eau	Association, Municipalité	18	Se doter d'un code de bonnes pratiques afin de sensibiliser les usagers à l'importance d'une navigation durable.	Exemple du lac du Huit
		Association	19	Réaliser annuellement la patrouille de détection des plantes aquatiques exotiques envahissantes.	Protocole du RSVL <i>*formation donnée à l'ARLC par le RAPPEL en 2024</i>
		Association, Usager	20	Documenter l'effort de pêche (jours de pêche, nombre de pêcheurs) et les captures (espèces, nombre, taille).	Application iPêche du Gouvernement du Québec
		Association	21	Consulter les spécialistes du MELCCFP avant de procéder à tout ensemencement du lac.	Outil d'ensemencement du MELCCFP

8 RÉFÉRENCES

- Association des riverains du lac Coulombe (ARLC). (2024). *Observations diverses (suivi de la qualité de l'eau, cyanobactéries, usages du lac)* [Communication personnelle].
- Carignan, R. (2023). *Géologie, pédologie et autres facteurs d'influence sur la santé des lacs* [Conférence]. Forum national sur les lacs, Mont-Tremblant.
- Carignan, R., & Pinel-Alloul, B. (2004). *BIO 3839 – Limnologie physique et chimique – partie 1*. Université de Montréal: Faculté des arts et des sciences, Département des sciences biologiques.
- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2), 361-369.
- Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides). (2013a). *L'installation septique*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). https://crelaurentides.org/wp-content/uploads/2021/09/installation_septique.pdf
- Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides). (2013b). *Suivi complémentaire de la qualité de l'eau du programme Bleu Laurentides, volet 1 – multisonde, Guide d'information*. https://crelaurentides.org/wp-content/uploads/2021/04/Guide_Multisonde.pdf
- Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides). (2019). *Portrait préliminaire du lac Lacoste, Rivière-Rouge dans le cadre du Programme de Soutien technique des lacs de Bleu Laurentides*.
- Denis-Blanchard, A. (2015). *Effet du développement résidentiel sur la distribution et l'abondance des macrophytes submergés dans la région des Laurentides et de Lanaudière* [Mémoire, Université de Montréal, Faculté des arts et des sciences, Département de sciences biologiques]. https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/13449/Denis-Blanchard_Ariane_2015_M%c3%a9moire.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Duchesne, D., Kovacz, D., & Caissy, A.-R. (2013). *Cohabiter avec le castor: De la planification à l'intervention*. Organisme de bassins versants des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon (OBV RPNS). https://www.rpns.ca/wp-content/uploads/2021/12/cohabiter_avec_le_castor_0.pdf
- EBI Envirotech. (2024). *Quelle est la durée de vie d'une fosse septique?* <https://ebienvirotech.ca/comment-prolonger-duree-vie-fosse-septique/>
- Fauteux, A. (2017, juin 28). Comment assurer la longévité d'une installation septique. *La maison du 21e siècle - saine et écologique*. <https://maisonsaine.ca/eau-et-environnement/comment-assurer-la-longevite-dune-installation-septique>
- Gagnon, É., & Gangbazo, G. (2007). *Efficacité des bandes riveraines: Analyse de la documentation scientifique et perspectives*. Ministère du Développement

- durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).
<https://belsp.uqtr.ca/id/eprint/643/>
- Gouvernement du Canada. (2024). *Règlement sur les restrictions visant l'utilisation des bâtiments* (No. DORS/2008-120; Version À jour au 15 décembre 2024).
<https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/SOR-2008-120.pdf#page=72&zoom=100,0,115>
 (Dernière modification le 8 décembre 2023)
- Gouvernement du Québec. (2022, mars 3). *Plans d'aménagement forestier régionaux et consultations*. <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/forets/planification-forestiere/plans-regionaux-consultations>
- Gouvernement du Québec. (2024a). *Atlas de l'eau*. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP).
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/index.htm>
- Gouvernement du Québec. (2024b). *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées* (No. Q-2, r.22; Version À jour au 1er novembre 2024).
<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%2022>
- Greene, M. (2012). *Effet du développement résidentiel sur l'habitat et la distribution des macrophytes dans les lacs des Laurentides* [Mémoire, Université de Montréal, Faculté des arts et des sciences, Département de sciences biologiques].
https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/8538/Greene_Melissa_2012_memoire.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Hade, A. (2003). *Nos lacs : Les connaître pour mieux les protéger*. Fides.
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). (2022). *Couverture pédologique québécoise* (Version 2e numérique) [Dataset].
<https://www.irda.qc.ca/fr/services/protection-ressources/sante-sols/information-sols/etudes-pedologiques/>
- Labrecque-Foy, J.-P., Vieira, C., Bergeron, A., Grosbois, G., & Montoro Girona, M. (2023). La Drave, une perturbation historique des forêts de l'Abitibi-Témiscamingue. *Couvert Boréal*, p.7.
- Lambert, D. (2006). *La réponse du périphyton sur différents substrats au développement résidentiel des bassins versants des lacs des Laurentides* [Mémoire, Université de Montréal, Faculté des arts et des sciences, Département de sciences biologiques].
https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/17070/Lambert_Daniel_2006_memoire.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lambert, D., Cattaneo, A., & Carignan, R. (2008). Periphyton as an early indicator of perturbation in recreational lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 65(2), 258-265. <https://doi.org/10.1139/f07-168>
- Léveillé-Bourret, É., Garon-Labrecque, M.-È., & Thomson, E. R. (2017). Le statut de la naïade grêle (*Najas gracillima*, Najadaceae) au Québec. *Le Naturaliste canadien*, 141(1), 6-14. <https://doi.org/10.7202/1037932ar>

- Ministère de la Santé et de Services sociaux (MSSS). (2014). *Bilan de santé publique sur les algues bleu-vert, de 2006 à 2012*. Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux. <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2013/13-290-02W.pdf>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2018a). *Milieux humides potentiels* (Version Mise à jour le 26 septembre 2024) [Jeu de données]. Gouvernement du Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/milieux-humides-potentiels>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2018b). *Utilisation du territoire* (Jeu de données No. Gouvernement du Québec; Version Mis à jour le 7 novembre 2024). <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/utilisation-du-territoire>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2024a). *Critères de qualité de l'eau de surface* [Répertoire]. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2024). *Données sur les espèces de poissons et les ensemencements au lac Coulombe* [Communication personnelle].
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2024b). *Le Réseau de surveillance volontaire des lacs—Les méthodes*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2018). *Liste des plans d'eau touchés par une fleur d'algues bleu-vert de 2004 à 2017 et des plans d'eau récurrents signalés de 2013 à 2015*. Gouvernement du Québec. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/bilan/Liste-plans-eau-touche-abv.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2019). *Catégories de fleurs d'eau d'algues bleu-vert*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/categorie-fleur-deau.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2020). *Rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques du Québec* (p. 480). Gouvernement du Québec. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rapport-eau/rapport-eau-2020.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2021). *Aide-mémoire—Méthodes de délimitation des rives*. Gouvernement du Québec. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/gestion-rives-littoral-zones-inondables/aide-memoire-methodes-delimitation-rives.pdf>

- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2022). *Procédure pour le calcul du statut trophique* [Communication personnelle].
- Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF). (2016). *Modèles numériques de terrain (MNT) du LiDAR* (Version Mise à jour le 20 décembre 2024) [Jeu de données]. Gouvernement du Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/produits-derives-de-base-du-lidar>
- Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF). (2017). *Récolte et autres interventions sylvicoles* (Version Mise à jour le 28 janvier 2025) [Jeu de données]. Gouvernement du Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/recolte-et-reboisement>
- Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF). (2018a). *Adresses Québec* (Version Mise à jour le 13 décembre 2024) [Jeu de données]. Gouvernement du Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/adresses-quebec>
- Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF). (2018b). *Géologie du socle* (Version Mise à jour le 23 juin 2023) [Carte interactive]. Gouvernement du Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/geologie-du-socle>
- Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF). (2019). *Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ)* (Version Mise à jour le 25 novembre 2024) [Jeu de données]. Gouvernement du Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/grhq>
- Ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF). (2020). *Lit d'écoulement potentiel issu du LiDAR* (Version Mise à jour le 15 janvier 2024) [Jeu de données]. Gouvernement du Québec. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/lits-d-ecoulements-potentiels-issus-du-lidar>
- 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*. Direction du suivi de l'état de l'environnement. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/Guide-eval-bacteriologique-eau-lac.pdf>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de Parcs (MDDEP), & Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides). (2007). *Protocole de caractérisation de la bande riveraine, 2e édition mai 2009*. MDDEP et CRE Laurentides. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/bande_riveraine.pdf
- MRC d'Arthabaska. (2013). *Règlement numéro 315 relatif au déboisement*. <https://www.regionvictoriaville.com/page/1075/foresterie.aspx>

- MRC d'Arthabaska. (2020). *Règlement no. 402 de la MRC d'Arthabaska concernant la vidange des boues de fosses septiques*. <https://www.regionvictoriaville.com/page/1148/installations-septiques.aspx>
- MRC d'Arthabaska. (2024, novembre 21). *Discussion téléphonique sur la gestion forestière* [Communication personnelle].
- Municipalité de Beaulac-Garthby. (2009). *Règlement de zonage no. 133-2009*. <https://www.beulac-garthby.com/fichiersUpload/fichiers/20230713090823-reglement-de-zonage-133-2009.pdf>
- Municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens. (2011). *Règlement de zonage no. 208* (Version Dernière mise à jour le 23 janvier 2024). https://www.saints-martyrs-canadiens.ca/medias/doc/pages/Sts-Martyrs-Zonage_MAJ-3_2024-01-23_COMPLET.pdf
- Municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens. (2021). *Règlement relatif à l'utilisation de la rampe de mise à l'eau et des espaces de stationnement au lac Nicolet ainsi que du lavage des embarcations nautiques sur les lacs de la municipalité* (No. 300).
- Municipalité de Saints-Martyrs-Canadiens. (2024). *Données sur la bactériologie, l'état des rives et des installations septiques, autres observations* [Communication personnelle].
- Pêches et Océans Canada (POC). (2008). *L'ABC des habitats du poisson: Un guide pour comprendre les poissons d'eau douce en Prairies*. Pêches et océans Canada, Programme de gestion de l'habitat du poisson - Secteur des Prairies. https://publications.gc.ca/collections/collection_2009/mpo-dfo/Fs23-455-2008F.pdf
- Pinel-Alloul, B., Planas, D., Carignan, R., & Magnan, P. (2002). Synthèse des impacts écologiques des feux et des coupes forestières sur les lacs de l'écozone boréale au Québec. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 15(1), 371-395.
- Pourriot, R., & Meybeck, M. (1995). *Limnologie générale*. Masson.
- Premier Tech. (2024). *Mise aux normes de votre fosse septique quoi faire?* <https://www.premiertechaqua.com/fr-ca/eaux-usees/mise-aux-normes-fosse-septique>
- Provencher, L., & Thibault, J.-C. (1979). *Géomorphologie appliquée à la localisation de sites propices à la récréation en milieu naturel: Haut-bassin de la rivière au Saumon—Comtés de Sherbrooke et Shefford* [Thèse de maîtrise]. Université de Sherbrooke, Faculté des lettres et sciences humaines.
- Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des bassins versants (RAPPEL). (2015). *Guide pour contrer l'érosion des chemins forestiers* (p. 48). <https://rappel.qc.ca/guides-didactiques/guide-pour-contrer-lerosion-des-chemins-forestiers/>

- Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des bassins versants (RAPPEL). (2024). *Caractérisation de la bande riveraine du lac Coulombe* (p. 13p.).
- Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François (RAPPEL). (2004). *Un portrait alarmant de l'état des lacs et des limitations d'usages reliées aux plantes aquatiques et aux sédiments—Bilan (1996-2003)*.
- Regroupement des Associations pour la Protection de l'Environnement des Lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François (RAPPEL). (2008). *Portrait global du lac Coulombe* (p. 47 p.).
- Rosenberger, E. E., Hampton, S. E., Fradkin, S. C., & Kennedy, B. P. (2008). Effects of shoreline development on the nearshore environment in large deep oligotrophic lakes. *Freshwater Biology*, 53(8), 1673-1691. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.01990.x>
- Smokorowski, K. E., Withers, K. J., & Kelso, J. R. M. (1999). The effects of log salvage operations on aquatic ecosystems; predicting the change in oxygen regimes. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci*, 2297. https://publications.gc.ca/collections/collection_2012/mpo-dfo/Fs97-6-2297-eng.pdf
- Soluo. (2023). *Comment fonctionne une installation septique?* <https://soluo.com/services/services-aux-particuliers/inspections/>
- Vieira, C. (s. d.). *Evaluation of the impacts of log-drive on boreal lakes and potential for restoration*. Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue.
- Schultz, R.C., Colleti, J.P., Isenhardt, T.M., Marquez, C.O., Simpkins, W.W. ET Ball, C. (2000). *Riparian forest buffer practices in North American agroforestry: an integrated science and practice*. Édité par H.E. Garrett, W.J. Rietveld et R.J. Fisher. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, É.-U., p. 189-281.

9 ANNEXES

Annexe 1 – Critères hydromorphologiques pour la classification des lacs

Classification du temps de renouvellement de l'eau des lacs (Tiré de CRE Laurentides, 2019)

Classe	Temps de séjour (année)
Long	≥ 5
Modérément long	< 5 à 2
Modérément court	< 2 à 1
Court	< 1 à $0,5$
Très court	$< 0,5$

Classification du ratio de drainage des lacs (Tiré de Pinel-Alloul et Carignan, 2004)

Classe	Ratio de drainage (superficie du bassin versant/superficie du lac)
Très faible	< 6
Faible	≥ 6 à 10
Normal	≥ 10 à 25
Élevé	≥ 25 à 50
Très élevé	> 50

Annexe 2 – 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.html>

