

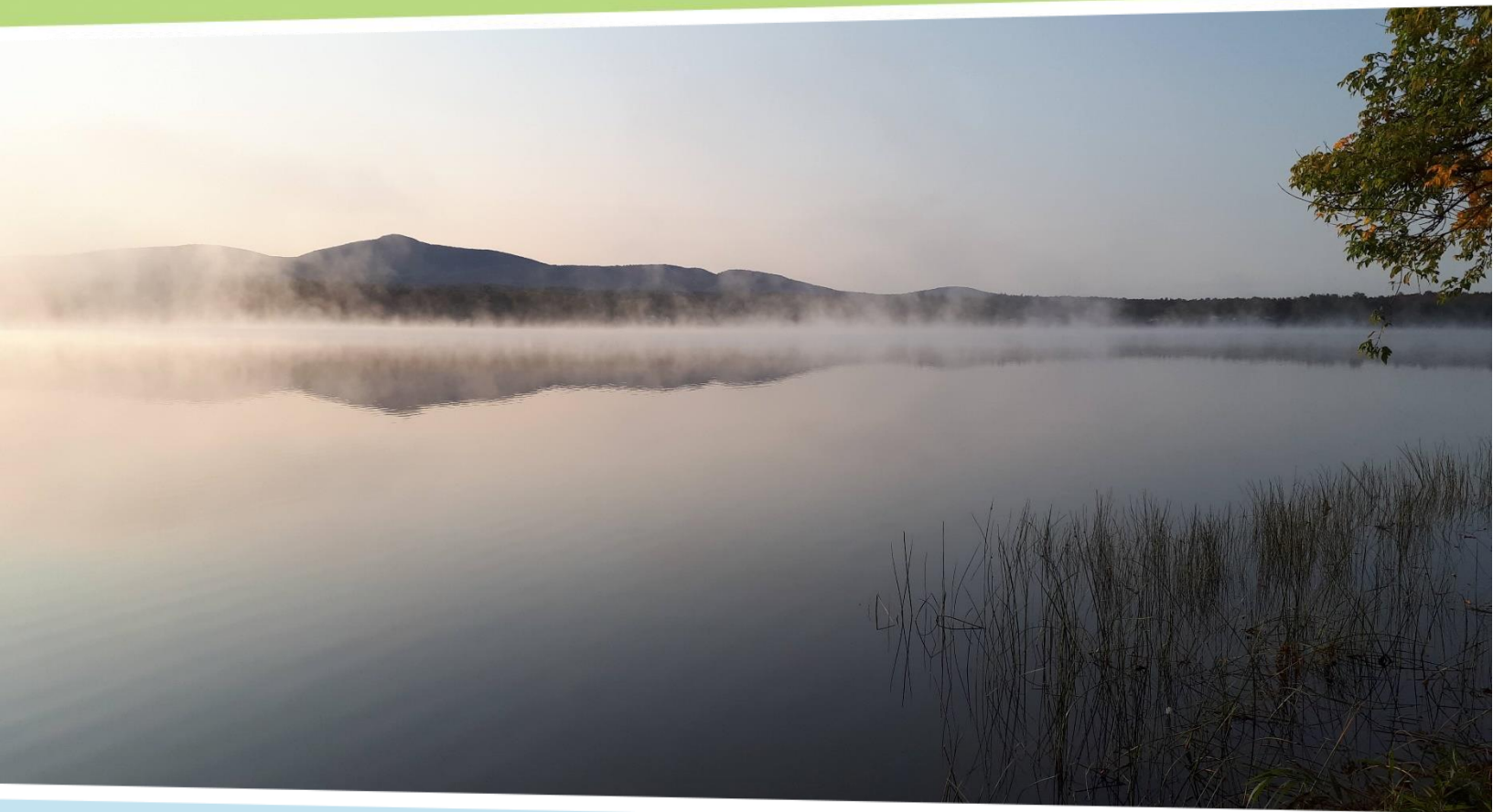


RAPPEL

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

Diagnostic environnemental du lac Etchemin et de son bassin versant

Été 2021



UNE EXPERTISE RECONNUE DEPUIS 20 ANS



RAPPEL

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

Diagnostic environnemental du lac Sartigan et de son bassin versant

RAPPORT Préliminaire

Préparé pour :

Association de protection du lac Etchemin

Préparé par :

Bernard Mercier, biologiste, *M. Sc.* Océanographie

Mélissa Laniel, Biologiste, *M. Sc.*, limnologue

Alicia Perreault, *B. A.* Géographie

Roxanne Tremblay, *B. Sc.* Écologie

Décembre 2021

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.....	2
2.1	Préparation.....	2
2.2	Caractérisation du bassin versant.....	2
2.3	Inventaire de plantes aquatiques	3
2.3.1	Identification à l'espèce	4
2.3.2	Limitations	5
2.4	Caractérisation des sédiments.....	5
3	Résultats.....	6
3.1	Caractérisation du lac.....	6
3.1.1	Morphométrie et hydrologie	6
3.1.2	Qualité de l'eau.....	9
3.1.3	Cyanobactéries.....	14
3.1.4	Inventaire de plantes aquatiques	16
3.1.5	Substrat et sédiments	21
3.2	Caractérisation du bassin versant du lac Etchemin.....	21
3.2.1	Réseau hydrographique.....	21
3.2.2	Utilisation du sol.....	23
3.2.3	Topographie.....	25
3.2.4	Milieux humides	26
3.2.5	Eaux usées	27
3.3	Inventaire des sources de contamination.....	28
4	Analyse des résultats et recommandations.....	57
4.1	Développement résidentiel	57
4.2	Gestion des eaux de ruissellement.....	58
4.3	Secteur urbain	60
4.4	Eaux usées.....	61
4.5	Traverses de cours d'eau	62
4.6	Activité forestière	63
4.7	Réseau routier	63
4.8	Plantes aquatiques.....	64

4.8.1	Plantes aquatiques présentes.....	65
4.8.2	Myriophylle à épis.....	65
4.8.3	Gestion des plantes aquatiques	66
4.8.4	Niveau trophique et plantes aquatiques	66
4.9	Bande riveraine	67
5	Conclusion.....	69
6	Références.....	71

Liste des annexes

ANNEXE 1.	Critères hydromorphologiques pour la classification des lacs.....	76
ANNEXE 2.	Cartes de résultats de l'inventaire de plantes aquatiques	38
ANNEXE 3.	Description générale des principales macrophytes inventoriés	39
ANNEXE 4.	Données brutes de l'inventaire de plantes aquatiques	45
ANNEXE 5.	Cartes de répartition des épaisseurs de sédiments et des types de substrat...	50
ANNEXE 6.	Données brutes des types de sédiments et des mesures d'épaisseurs de sédiments.....	51
ANNEXE 7.	Cartes des sources de contamination inventoriées.....	53
ANNEXE 8.	Image montrant l'empiètement du quai du point 1702.....	54
ANNEXE 9.	Règlement type élaboré par le RAPPEL au bénéfice de la municipalité du Canton de Hatley	57
ANNEXE 10.	Extrait du règlement 2012-41 de la Ville de Québec.....	58

Liste des tableaux

Tableau 1. Informations sur le lac Etchemin (RAPPEL à partir du MELCC, 2016 et Gouvernement du Québec, 2021).....	8
Tableau 2. Description des variables physico-chimiques analysées à la fosse d'un lac et interprétation des données	9
Tableau 3. Indice d'état trophique (IET) et niveau trophique associés	11
Tableau 4. Concentration moyennes pluriannuelles pour le PT, chl _a , et la transparence à la station 437A (MELCC, 2021)	13
Tableau 5. Cotes attribuées à la suite de l'analyse en laboratoire des fleurs d'eau de cyanobactéries	15
Tableau 6. Bilan de l'inventaire des plantes aquatiques présentes sur le littoral du lac Etchemin	20
Tableau 7. Utilisation du sol dans le bassin versant du lac Etchemin	23
Tableau 8. Description des sites problématiques inventoriés	28
Tableau 9. Correspondance des codes d'espèce	45
Tableau 10. Données relatives aux herbiers	46

Liste des figures

Figure 1.	Schéma du trajet parcouru pour les inventaires de plantes aquatiques	4
Figure 2.	Carte bathymétrique du lac Etchemin (MELCC, 2016).....	6
Figure 3.	Localisation des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau (MELCC, 2021).....	12
Figure 4.	Catégories de fleur d'eau d'algues bleu-vert (MELCC, 2021D).....	16
Figure 5.	Algues filamenteuses	17
Figure 6.	Plante aquatique (<i>Najas flexilis</i>).....	17
Figure 7.	Les différentes morphologies de plantes aquatiques enracinées	17
Figure 8.	Les différentes zones dans les plans d'eau douce.....	18
Figure 9.	Impact de l'exposition aux vents dominants sur la sédimentation	19
Figure 10.	Tributaires principaux du lac Etchemin	22
Figure 11.	Carte d'utilisation du sol dans le bassin versant du lac Etchemin	24
Figure 12.	Topographie du bassin versant du lac Etchemin	25
Figure 13.	Milieux humides dans le bassin versant du lac Etchemin	26
Figure 14.	Localisation de la station d'épuration municipale et des ouvrages de surverses (Source : Gouvernement du Québec, 2021).....	27
Figure 15.	Largeur optimale de la bande riveraine selon diverses fonctions environnementales (Source : Shultz et collab. 2000).	68

1 MISE EN CONTEXTE ET MANDAT

Les activités humaines comme l'agriculture, les coupes forestières, la construction de routes et le développement résidentiel contribuent à l'eutrophisation des lacs du sud du Québec (MDDELCC, 2014). L'eutrophisation est un phénomène naturel qui se déroule sur des milliers d'années, mais en raison des activités humaines, ce délai se voit réduit considérablement pour plusieurs lacs. Parmi les nombreuses conséquences de l'eutrophisation des lacs, on compte la croissance excessive des algues et des plantes aquatiques ainsi qu'une diminution de la biodiversité. Dans des lacs fortement eutrophes, il y aura même une augmentation de la turbidité de l'eau et il est possible que des conditions anoxiques surviennent (Ansari *et al.*, 2010).

Le lac Etchemin, en raison de sa localisation géographique et de la rareté des lacs de cette importance dans sa région, subit une grande pression anthropique qui peut contribuer à son eutrophisation. L'Association de protection du lac Etchemin (APLE) et la Municipalité de Lac-Etchemin s'inquiètent de ce phénomène. Une rencontre a donc eu lieu le 20 septembre 2020 entre ces deux entités et le RAPPEL. Au cours de cette rencontre, l'APLE a eu l'occasion de présenter ses préoccupations à l'égard de la protection du lac Etchemin. Celles-ci sont principalement :

- l'amélioration de la qualité de l'eau ;
- la présence des embarcations motorisées ;
- l'utilisation des sels de déglacage sur les routes bordant le lac ;
- la sensibilisation des usagers du lac.

À la suite de cette rencontre, l'APLE a fait parvenir au RAPPEL le plan directeur du bassin versant du lac Etchemin que la Municipalité de Lac-Etchemin a élaboré, en partenariat avec de nombreux acteurs, dont l'APLE. Ce dernier comporte huit pistes d'action, dont découlent 9 objectifs, qui doivent être priorisés dans les prochaines années.

Après la rencontre du 20 septembre et la lecture du plan directeur, le RAPPEL a proposé à l'APLE de réaliser un diagnostic environnemental du lac Etchemin et de son bassin versant. Cette étude s'inscrit dans la première piste d'action, soit le contrôle de la sédimentation et du ruissellement (la piste d'action n°1 correspond aux objectifs 4 et 6 du plan d'action). Ce diagnostic permet de cibler

précisément les zones d'érosion et d'émettre des recommandations pour les contrôler, donc d'améliorer la qualité de l'eau qui alimente le lac.

L'étude inclut également un inventaire complet des plantes aquatiques du lac Etchemin ainsi que des mesures d'accumulation sédimentaire. Cette caractérisation écologique du littoral permet de bonifier le portrait de l'état de santé du lac, notamment en regard des données disponibles sur la qualité de l'eau (la caractérisation du littoral est complémentaire aux données de suivi de la qualité de l'eau). De plus, cette cartographie des herbiers aquatiques permettra de mieux orienter la navigation sur le lac, en identifiant les herbiers sensibles à éviter. L'inventaire a également permis de vérifier la présence potentielle de plantes exotiques envahissantes dans le lac.

2 MÉTHODOLOGIE

Voici une description des différentes étapes réalisées dans le cadre de l'étude.

2.1 Préparation

La première étape de ce projet consistait à récupérer, à compiler et à analyser l'ensemble de la documentation disponible et pertinente à la caractérisation du lac. Il s'agissait, entre autres, des études déjà réalisées sur le lac et son bassin versant, de cartes topographiques, d'images aériennes et de données de qualité de l'eau issues du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL). Cette étape était essentielle afin d'obtenir une vue d'ensemble du bassin versant et également pour s'éviter de redoubler le travail déjà accompli. Elle a également permis de localiser adéquatement les secteurs présentant des sources potentielles de contamination (réseau routier, secteurs résidentiels, etc.) et ainsi de mieux orienter le travail d'inventaire de terrain.

2.2 Caractérisation du bassin versant

Les 21 et 22 juin 2021, deux journées d'inventaire terrain ont été réalisées par un biologiste, M. Sc., du RAPPEL spécialisé en contrôle de l'érosion et en réalisation de diagnostics de plans d'eau. La première journée a été consacrée à des inventaires à pied sur des propriétés privées, notamment des champs agricoles et des terres forestières, en compagnie d'un employé de la Ville de Lac-Etchemin. La deuxième journée d'inventaire s'est déroulée en voiture et elle s'est

concentrée sur le réseau routier présent dans le bassin versant du lac. L'ensemble du réseau routier compris dans le bassin versant du lac Etchemin a été parcouru. D'importants orages sont survenus lors de l'inventaire terrain ce qui a permis de voir les impacts des différentes problématiques observées sur la turbidité de certains tributaires du lac. Au cours de ces visites, toutes les problématiques identifiées sur le terrain ont été notées. Pour chacune d'entre elles, les coordonnées GPS et des photos ont été prises.

L'analyse et la comparaison des données obtenues ont permis d'attribuer une catégorie à chacun des points d'inventaire. Ainsi, une échelle à deux niveaux a été utilisée, soit la catégorie 1, qui expose une dégradation marquée et exige une priorité d'intervention et la catégorie 2, qui, elle, est associée aux milieux faiblement à moyennement dégradés. Plus précisément :

- Catégorie 1 : désigne les sites moyennement à fortement dégradés (présence d'érosion ou insuffisance marquée de végétation) pour lesquelles des mesures correctives doivent être entreprises dans les meilleurs délais ou qui nécessitent une intervention et un suivi à court terme ;
- Catégorie 2 : associée aux sites faiblement à moyennement dégradés (peu d'érosion ou insuffisance de végétation) pour lesquels des aménagements ou des actions spécifiques sont recommandés à moyen terme.

2.3 Inventaire de plantes aquatiques

La caractérisation des herbiers du lac Etchemin a été réalisée les 9, 10 et 11 août 2021. L'inventaire s'est déroulé à bord d'une embarcation motorisée. Comme les plantes aquatiques nécessitent un substrat ainsi que de la luminosité pour croître, seule la zone littorale est sillonnée lors de l'inventaire.

Le schéma présenté à la figure 1 illustre le trajet qui est techniquement exécuté. Ce trajet sinueux est une simplification de la méthode par transect. Il permet de repérer les limites extérieures des herbiers de plantes aquatiques ainsi que de pénétrer dans les herbiers afin d'identifier les espèces présentes.

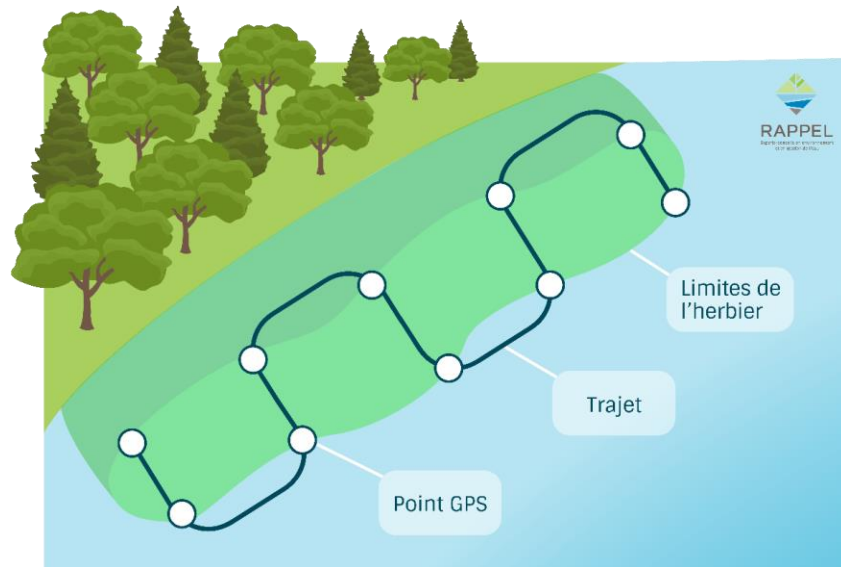


Figure 1. Schéma du trajet parcouru pour les inventaires de plantes aquatiques

La limite des herbiers aquatiques a été géoréférencée à l'aide d'un GPS Garmin 64S. Ce GPS a une précision variant entre 3 et 5 mètres, selon la couverture nuageuse et la réception satellitaire. La délimitation a été effectuée visuellement depuis la surface pour les espèces émergentes et avec un aquascope¹ pour les espèces submergées. Un nouvel herbier est délimité lorsqu'un changement significatif est observé concernant l'espèce dominante ou le pourcentage de recouvrement. La cartographie des résultats a été réalisée à l'aide du logiciel QGIS 3.16.1.

Pour chaque herbier, l'espèce dominante a été identifiée, de même qu'une ou deux espèces sous-dominantes. Les autres espèces observées au sein de l'herbier ont également été notées. Au besoin, un râteau était utilisé afin d'aller chercher des individus d'espèces non visibles ou non reconnaissables depuis la surface. De plus, le taux de recouvrement de chaque herbier a également été évalué.

2.3.1 Identification à l'espèce

Lorsque des espèces inconnues étaient rencontrées, quelques individus étaient récoltés, puis identifiés à l'aide de livres de référence tels que *La Flore Laurentienne* (Marie-Victorin, 1995), *A Manual of Aquatic Plants* (Fasset, 1957) et *Aquatic and Wetland Plants*

¹ Instrument s'apparentant à une longue-vue munie d'une lentille qui pénètre dans l'eau et permet d'observer le fond sans perturber celui-ci.

of *Northeastern North America* (Crow et Hellquist, 2000a et b). De plus, de nombreuses ressources numériques sont consultées afin de confirmer les identifications, telles que l'outil VASCAN de *Canadensys*, les clés d'identification de *Flora Quebeca* et le site GoBotany du *Native Plant Trust*. Dans certains cas, l'utilisation d'une binoculaire était nécessaire.

En l'absence d'inflorescence ou de fructification, certaines plantes aquatiques ne peuvent être identifiées à l'espèce. Ceci s'explique entre autres par la grande plasticité phénotypique des plantes aquatiques, c'est-à-dire que les structures (tige, feuilles, pétioles, etc.) de certaines espèces varient (taille, forme, couleur, etc.) à un point tel qu'elles ne peuvent permettre une identification confiante (Fasset, 1957 ; O'Sullivan et Reynolds, 2004). C'est pourquoi l'identification se limite parfois au genre.

2.3.2 Limitations

Tout inventaire comporte des limitations. Dans le cas d'un inventaire de plantes aquatiques, on compte notamment :

- Des restrictions au niveau des déplacements : les zones de forte densité de plantes aquatiques et de faible épaisseur d'eau empêchent l'équipe terrain de se déplacer adéquatement.
- Des perturbations météorologiques : la pluie dans les jours précédents, les nuages, les vagues, la turbidité et la prolifération d'algues affectent la visibilité.
- Des erreurs au niveau des espèces : il est possible que certaines espèces n'aient pas été détectées ou aient été incorrectement identifiées.
- Des ressources limitées : les ressources humaines, matérielles, monétaires et temporelles affectent l'effort d'échantillonnage et la possibilité d'atteindre les conditions parfaites.

2.4 Caractérisation des sédiments

Au total, la profondeur de sédiments a été mesurée à 37 endroits, dispersés partout autour du lac. Le relevé des profondeurs a été fait à l'aide d'une tige graduée aux dix centimètres. Après l'ancrage de l'embarcation, la profondeur d'eau était relevée puis la tige était enfoncée le plus profondément possible pour connaître la texture et la profondeur des sédiments. Le type de substrat était évalué à l'aide de la tige et de manière visuelle pour les endroits où le fond était visible.

3 RÉSULTATS

3.1 Caractérisation du lac

3.1.1 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 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).

Le lac Etchemin possède une **superficie de 2,38 km²**, une **profondeur maximale de 30,8 mètres** et une **profondeur moyenne de 11,5 mètres**. Le relief du fond du lac est accidenté, à l'exception de la baie à l'ouest, ainsi que du secteur de l'exutoire, là où le littoral possède de faibles pentes (Figure 2).



Figure 2. Carte bathymétrique du lac Etchemin (MELCC, 2016)

Le volume d'eau du lac est de **27 423 000 m³** et se renouvelle tous les 14 mois environ (**1,15 année**). Le temps de séjour (ou de renouvellement) hydrologique correspond au temps moyen requis pour que l'eau du lac se renouvelle complètement. Celui-ci a été calculé en employant la formule de Denis-Blanchard 2015. Les données concernant le volume et la superficie du bassin versant proviennent du MELCC (tableau 1), et un taux d'écoulement annuel moyen d'une valeur de 570 000 m³/km² de BV/an a été utilisé.

Le concept de temps de séjour est très important pour l'étude des systèmes lacustres puisque ce dernier détermine en grande partie jusqu'à quel point les réactions chimiques ou biologiques lentes (semaines, mois, années) pourront se réaliser dans le lac. Supposons, par exemple, que le taux de sédimentation du phosphore dans un lac est de l'ordre de 50 % par mois. Si le temps de séjour de l'eau n'est que de quelques jours, il est aisé de concevoir que très peu de ce phosphore aura le temps de sédimenter vers le fond. Dans ce cas, la concentration en phosphore dans l'eau du lac sera très semblable à celle de ses tributaires. Au contraire, si le temps de résidence de l'eau est très long, une grande partie du phosphore sera séquestrée dans les sédiments, et la concentration dans l'eau du lac sera beaucoup plus faible que celle observée dans ses tributaires. De façon générale, la qualité de l'eau du lac apparaîtra alors comme étant meilleure. Les lacs possédant un long temps de séjour cachent donc leurs « défauts » en permettant aux nutriments de sédimenter au fond du lac et sur le littoral. Toutefois, même lorsque sédimenté, le phosphore demeure disponible pour la croissance des végétaux aquatiques (plantes aquatiques, périphyton), et ce, particulièrement dans la zone littorale.

Le temps de séjour du lac Etchemin est donc considéré comme étant **moyen ou modérément court** (annexe 1). À titre comparatif, le lac Trousters (MRC de Memphrémagog) a un temps de séjour estimé à 14 jours alors que celui du lac Nicolet (MRC d'Arthabaska) est évalué à plus de 10 ans.

Tableau 1. Informations sur le lac Etchemin (RAPPEL à partir du MELCC, 2016 et Gouvernement du Québec, 2021)

Caractéristique	Donnée
Coordonnées géographiques (centroïde) (WGS84)	46°23'25"N, 70°29'28"O
Coordonnées géographiques (fosse) (WGS84)	46°23'22"N, 70°28'53"O
Altitude mesurée	381,9 m
Périmètre	11,395 km
Superficie du lac	2,377 km ²
Volume	27 423 000 m ³
Profondeur maximale	30,8 m
Profondeur moyenne	11,5 m
Superficie du bassin versant*	41,7 km ²
Temps de renouvellement	1,15 année
Ratio de drainage	17,6
Numéro LCE**	01498

*incluant le lac

**LCE : Banque lacs et cours d'eau du MELCC

Le bassin versant du lac Etchemin, d'une superficie de **41,7 km²**, comprend les lacs Pouliot, Caribou et à la Roche. Ainsi, le territoire drainé par le lac est presque 18 fois plus grand que le lac lui-même (**ratio de drainage de 17,6**).

Le lac Etchemin est donc relativement vulnérable aux apports naturels en provenance de son bassin versant. En effet, les lacs ayant un ratio de drainage élevé (≥ 25) seront naturellement plus riches en éléments nutritifs et plus colorés, en raison de l'apport naturel en matière organique à la suite du passage de l'eau dans les sols forestiers et les milieux humides (annexe 1). Plus ce ratio est élevé, plus l'apport en nutriments au lac issu des tributaires sera important. Selon Pourriot et Meybeck (1995), dès que ce ratio dépasse 5 ou 6, les tributaires représentent la source principale d'eau, de matériaux dissous et particuliers apportés à un lac. Seuls les systèmes lacustres de faible taille, et ayant un ratio inférieur à 3, reçoivent une contribution importante par précipitations directes ou des sources souterraines. Les apports dépendent alors de la fonte des neiges, du régime des pluies dans le bassin versant du lac et des apports souterrains en eau (MELCC, 2016; CRE Laurentides, 2019).

3.1.2 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** constituent 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.

3.1.2.1 Physico-chimie et niveau trophique

L'analyse combinée de différents descripteurs permet de déterminer le statut trophique (stade d'eutrophisation du lac) ou, autrement dit, l'état de vieillissement du lac. **Les variables présentées au tableau 2 sont généralement utilisées pour faire cette analyse.** Ensuite, pour brosser un portrait plus précis et complet de l'état de santé des lacs de villégiature, il est nécessaire d'intégrer à cette analyse les observations effectuées dans la zone littorale.

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 nous renseigne également sur les apports naturels en éléments nutritifs et matière organique en provenance du bassin versant.

Tableau 2. Description des variables physico-chimiques analysées à la fosse d'un lac et interprétation des données

Variable	Définition	Interprétation des données*
Phosphore total ($\mu\text{g/L}$)	Élément nutritif essentiel à la vie, qui régule la croissance végétale. Est présent sous différentes formes dans l'eau (dissoutes, associées à des particules). Est naturellement peu disponible sous sa forme assimilable par les végétaux dans l'environnement aquatique.	< 4 (à peine enrichi) ≥ 4-7 (très légèrement enrichi) ≥ 7-13 (légèrement enrichi) ≥ 13-20 (enrichi) ≥ 20-35 (nettement enrichi) ≥ 35-100 (très nettement enrichi) ≥ 100 (extrêmement enrichi)

Chlorophylle a (Chl a) (µg/L)**	Pigment présent chez tous les organismes qui font de la photosynthèse. Reflet indirect de la quantité de phytoplancton (algues microscopiques) en suspension dans l'eau. Est liée à l'abondance du phosphore dans l'eau.	< 1 (très faible) ≥ 1-2,5 (faible) ≥ 2,5-3,5 (faible) ≥ 3,5-6,5 (élevée) ≥ 6,5-10 (nettement élevée) ≥ 10-25 (très élevée) ≥ 25 (extrêmement élevée)
Transparence (mètres)	Épaisseur de la colonne d'eau jusqu'où la lumière pénètre. Mesurée à la fosse d'un lac, à l'aide d'un disque de Secchi. Influencée par l'abondance des composés organiques dissous et des matières en suspension qui colorent l'eau ou la rendent trouble, comme le phytoplancton.	> 12 (extrêmement claire) ≤ 12-6 (très claire) ≤ 6-4 (claire) ≤ 4-3 (légèrement trouble) ≤ 3-2 (trouble) ≤ 2-1 (très trouble) ≤ 1 (extrêmement trouble)
Carbone organique dissous (COD) (mg/L)	Provient de la décomposition des organismes, dans les milieux humides et les sols. Fortement associé à la présence d'acides humiques, lesquels sont responsables de la coloration jaunâtre ou brunâtre de l'eau. Influence la transparence de l'eau.	< 3 (peu colorée, très faible incidence sur la transparence) ≥ 3-4 (légèrement colorée, faible incidence sur la transparence) ≥ 4-6 (colorée, incidence sur la transparence) ≥ 6 (très colorée, forte incidence sur la transparence)

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

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

Pour le calcul de l'indice de l'état trophique (IET), la méthode développée par Carlson en 1977 est encore utilisée à ce jour. La moyenne des IET calculés à l'aide des formules suivantes est utilisée (adapté de Carlson, 1977) :

$$\text{IET (Secchi)} = 60 - 14.41 \ln (\text{Secchi})$$

$$\text{IET (CHL)} = 9.81 \ln (\text{CHL}) + 30.6$$

$$\text{IET (TP)} = 14.42 \ln (\text{TP}) + 4.15$$

Où Secchi = la valeur de transparence moyenne (en mètres)

CHL = la concentration moyenne en chlorophylle a (en µg/L)

TP = la concentration moyenne en phosphore total (en µg/L)

Le tableau 3 présente les valeurs de l'IET associées aux différents stades d'eutrophisation.

Tableau 3. Indice d'état trophique (IET) et niveau trophique associés

IET	Statut trophique	Description
< 30	Oligotrophe	Lac « jeune » pauvre en nutriments, transparent, généralement bien oxygéné Envasement et production de végétaux aquatiques faibles
30-40	Oligo-mésotrophe	Stade intermédiaire entre oligotrophe et mésotrophe
40-50	Mésotrophe	Lac « relativement jeune », moyennement transparent, avec une production végétale modérée. Des changements de biodiversité peuvent apparaître.
50-60	Méso-eutrophe	Stade intermédiaire entre mésotrophe et eutrophe
60-70	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.
70-80	Hyper-eutrophe	
> 80	Hyper-hypereutrophe	

Au lac Etchemin, le suivi de la qualité de l'eau du lac est effectué depuis 2009 par les bénévoles de l'Association et par la municipalité dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL).

Les différentes variables de la qualité de l'eau (phosphore total trace, chlorophylle α , transparence et carbone organique dissous) ont été mesurées dans la zone profonde soit à la station 437A. La transparence a également été évaluée à deux autres stations (437B, 437C) (Figure 3). À noter que selon la carte bathymétrique publiée en 2016, l'endroit le plus profond (soit la fosse) se trouve à la station 437B. Il pourrait donc être pertinent dans l'avenir de prendre les échantillons d'eau à cette station, plutôt qu'à la station 437A.

Nom du lac : Etchemin, Lac
No RSVL : 437
Municipalité : Lac-Etchemin
Région administrative : Chaudière-Appalaches
Bassin versant : Rivière Etchemin

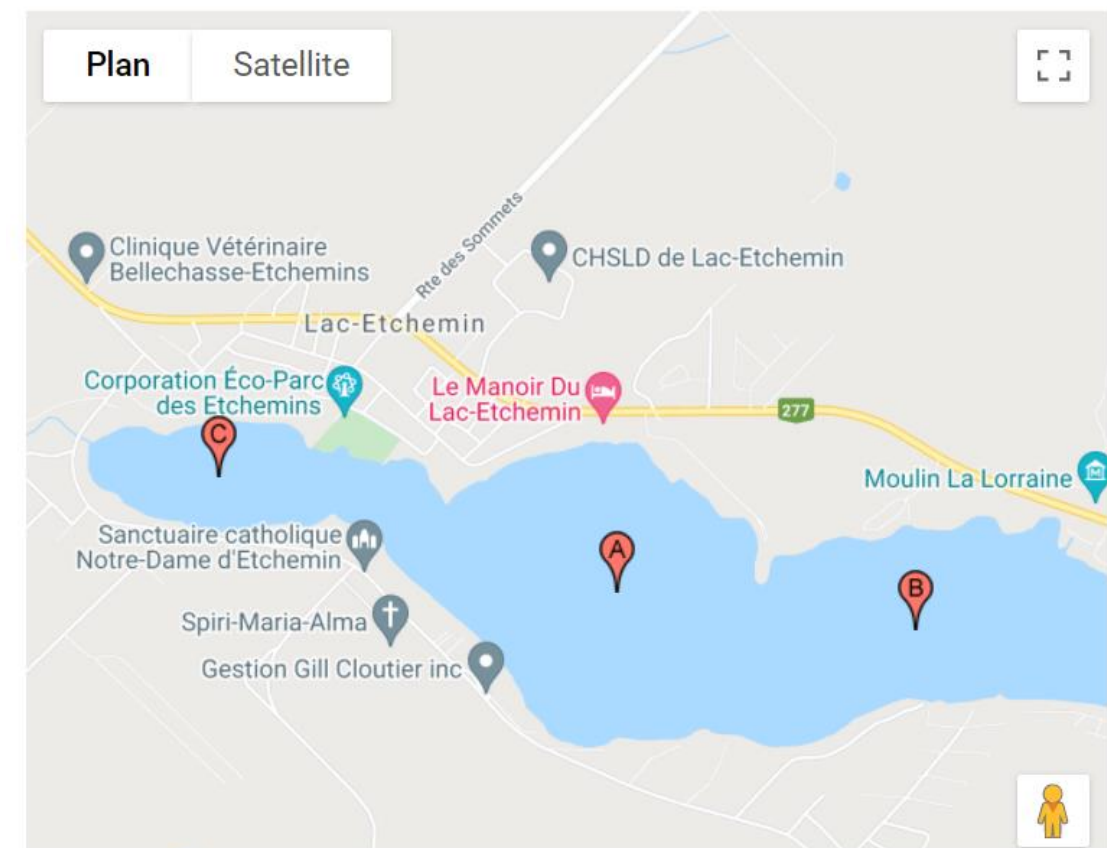


Figure 3. Localisation des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau (MELCC, 2021)

Les moyennes annuelles et pluriannuelles de la qualité de l'eau obtenues dans le cadre du RSVL sont présentées au Tableau 4. Notons que seulement les moyennes pluriannuelles de la station 437A seront utilisées pour le calcul du statut trophique. Ceci comprend les résultats associés à 17 mesures d'échantillonnage de la qualité de l'eau réalisées de 2009 à 2014 ainsi qu'à 69 mesures de transparence effectuées de 2009 à 2020 (MELCC, 2021).

Tableau 4. Concentration moyennes pluriannuelles pour le PT, chl *a*, et la transparence à la station 437A (MELCC, 2021)

Année	Phosphore total (PT) (µg/l)	Chlorophylle <i>a</i> (chl <i>a</i>) (µg/l)	Carbone organique dissous (COD) (mg/L)	Transparence (mètres)
2009	9,3	4,4	6,7	3,2
2010	n/d	n/d	n/d	3,6
2011	6,4	2,8	5,5	3,5
2012	3,9	3	5,8	3,8
2013	5,5	2,1	7,8	3,3
2014	4,2	2	5,3	3,6
2015	n/d	n/d	n/d	3,6
2017	n/d	n/d	n/d	4,4
2019	n/d	n/d	n/d	3,3
2020	n/d	n/d	n/d	3,3
2009-2020	6,25	3,04	6,26	3,6

Puisque plusieurs facteurs peuvent contribuer à la variation annuelle des données de la qualité de l'eau (température, précipitations, effort d'échantillonnage, etc.), il est préférable d'utiliser les moyennes pluriannuelles pour leur interprétation. Par ailleurs, les différents descripteurs considérés séparément peuvent démontrer des signaux discordants. C'est pourquoi, une combinaison des principales variables (phosphore total, chlorophylle *a*, transparence) est utilisée afin de déterminer le statut trophique global d'un lac (CRE Laurentides, 2019).

La combinaison des différentes variables analysées démontre que le lac Etchemin a les caractéristiques d'un lac relativement jeune, soit **oligotrophe** (IET = 38).

Le lac est **très légèrement enrichi** en phosphore (concentration moyenne de 6,25 µg/L)² et le niveau de chlorophylle *a* est **légèrement élevée** (concentration moyenne de 3,04 µg/L). L'eau du lac est **légèrement trouble**, avec une transparence moyenne de 3,6 mètres. La concentration en COD indique que l'eau du lac est **très colorée** et à une forte incidence sur la transparence de l'eau (Tableau 2). Cette coloration de l'eau s'explique en grande partie par le fait que le lac possède un grand bassin versant (18 fois plus grand que le lac) et qu'il reçoit fort probablement des apports en matière organique de manière naturelle.

Il est cependant important de mentionner qu'aucune mesure de chlorophylle *a*, de phosphore total et de COD n'a été prise dans les sept dernières années.

² Important : les données de phosphore de 2004 à 2017 sont en cours de révision. Ainsi, il est probable que certaines d'entre elles aient été sous-estimées. Pour plus d'information, vous pouvez consulter : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/etat-situation-phosphore.htm>

3.1.3 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, tel que possédé par 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, surtout en été et en automne, mais en quantité inoffensive. Les cyanobactéries possèdent plusieurs avantages qui les rendent très compétitives par rapport aux autres 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 faire en sorte qu'il est possible de les apercevoir sous forme de masse 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 pas un signe 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 (algues) est forte. De plus, certaines espèces peuvent synthétiser des toxines qui les rendent peu attirantes aux yeux des prédateurs zooplanctoniques. Les toxines cyanobactériennes (appelées cyanotoxines), lorsque trop abondantes, et selon leur nature, 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 toute ingestion d'eau et tout contact avec une eau présentant des fleurs d'eau de cyanobactéries.

Au Québec, 62 % des mémos d'information publiés de 2008 à 2012 ont confirmé la présence d'une fleur d'eau de cyanobactéries, d'une concentration supérieure à 20 000 cellules/ml dans 130 plans d'eau (cotes B ou C). De plus, 7 % des mémos ont obtenu une cote C, indiquant la présence significative d'écume dans un secteur important du plan d'eau (Tableau 5) (MSSS, 2014).

Tableau 5. Cotes attribuées à la suite de l'analyse en laboratoire des fleurs d'eau de cyanobactéries

Cote des mémos d'information	Interprétation
Autre phénomène	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	Aucune situation anormale n'a été observée lors de la visite.
Cote A	- 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	- 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	- 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.

Concernant les toxines, parmi toutes les analyses effectuées, le seuil de concentration (équivalent microcystines-LR) recommandé pour l'eau potable (1,5 µg/l) a été dépassé dans 12 % des fleurs d'eau, 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%) sont associés à des fleurs d'eau de catégories visuelles 2a ou 2b (MSSS, 2014).

Le lac Etchemin a fait partie de la liste des plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert d'une densité supérieure à 20 000 cellules/ml en 2008 et 2009. Cette liste publiée par le ministère comprend les lacs signalés de 2004 à 2017 (MELCC, 2021B).

À noter que depuis 2018, seuls les plans d'eau signalés et qualifiés de sensibles (situation majeure, cas de santé publique, entente transfrontalière ou source d'approvisionnement en eau potable) font l'objet de visites par le ministère, le cas échéant (MELCC, 2021C). L'utilisation des catégories visuelles est maintenant privilégiée afin d'évaluer le potentiel de « dangerosité » des fleurs d'eau (Figure 4). En effet, les études de 2006 à 2012 ont démontré que ce serait davantage la présence de cellules, plutôt que celle des toxines, qui représente le meilleur indicateur de risque pour la santé. De plus, l'aspect visuel est un bon indicateur de risque associé à la toxicité d'une fleur d'eau de cyanobactéries lors d'activités aquatiques et nautiques (MSSS, 2014).

L'information sur l'intensité (catégorie) et la localisation des fleurs d'eau de cyanobactéries n'a pas été compilée systématiquement au lac Etchemin mais la

municipalité est en mesure de fournir des informations pertinentes à ce sujet. Un épisode de cyanobactérie (algues orange) d'intensité élevée a été observé en 2018 sur environ le tiers du lac et il a duré une semaine. Il s'agissait d'une période de canicule. En 2019, une éclosion a également été observée (algues vertes). Celle-ci était de moins forte intensité, s'est tenue sur une plus petite superficie et a duré seulement deux jours. Il y a eu d'autres épisodes entre 2010 et 2018, mais aucun réellement significatif. Les éclosions de cyanobactéries ont habituellement été observées vers la fin de l'année alors que la température de l'eau est élevée.

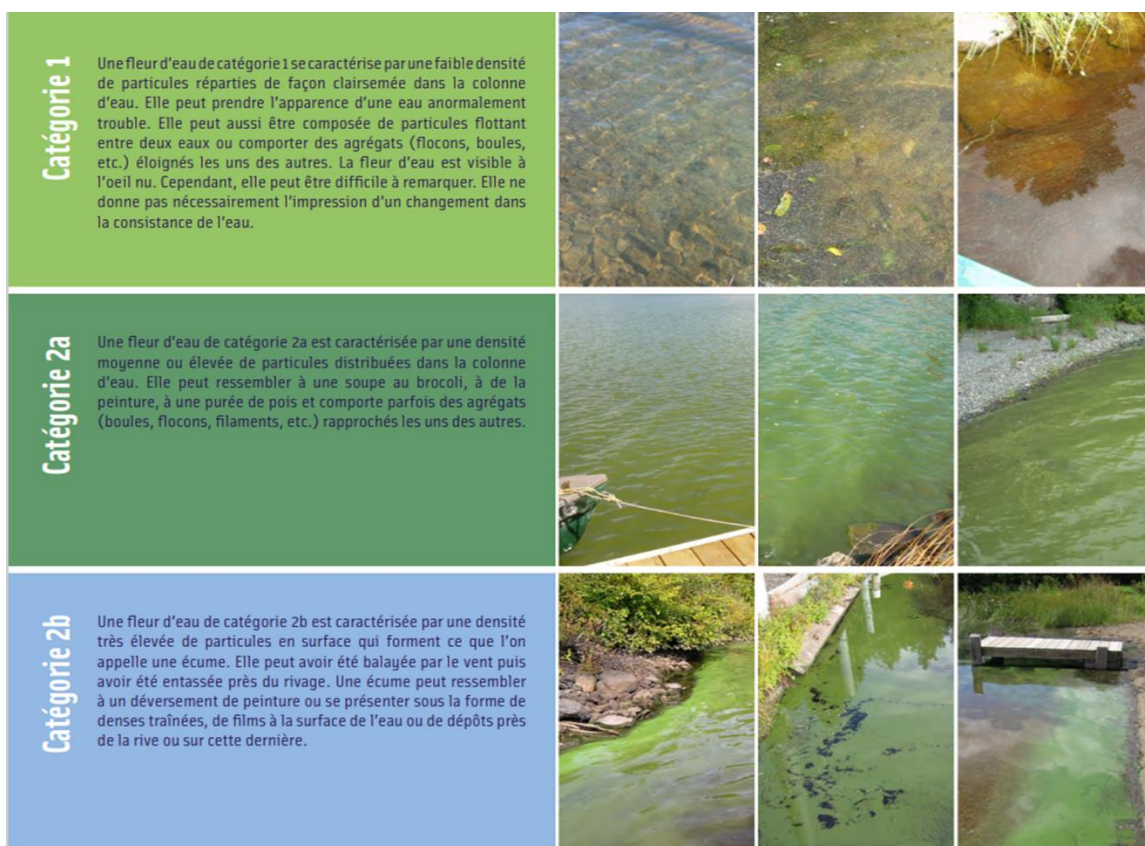


Figure 4. Catégories de fleur d'eau d'algues bleu-vert (MELCC, 2021D)

3.1.4 Inventaire de plantes aquatiques

3.1.4.1 Les rôles des plantes aquatiques dans un écosystème aquatique et les processus d'accumulation sédimentaire

Les plantes aquatiques sont communément appelées à tort des algues. Les algues sont plutôt des organismes photosynthétiques microscopiques. Les algues qui s'accrochent à un substrat (roches, plantes, quais, etc.) s'appellent le périphyton et celles qui flottent en suspension dans l'eau constituent le phytoplancton. D'autres espèces d'algues peuvent

se rassembler en colonies (figure 5), mais ne forment généralement pas de structures distinctes. Les plantes aquatiques sont, quant à elles, des organismes macroscopiques possédant des structures distinctes, soit des feuilles, des tiges et des racines (figure 6) (Blais, 2008). Elles sont généralement enracinées, mais certaines espèces flottent à la surface de l'eau ou entre deux eaux (Wetzel, 2001).



Figure 5. Algues filamenteuses



Figure 6. Plante aquatique (*Najas flexilis*)

Les plantes aquatiques enracinées présentent trois types de croissance, soit les espèces émergées, les espèces à feuilles flottantes et les espèces submergées (Wetzel, 2001 ; Lapointe, 2014). Le schéma de la figure 7 illustre ces différents modes de croissance.

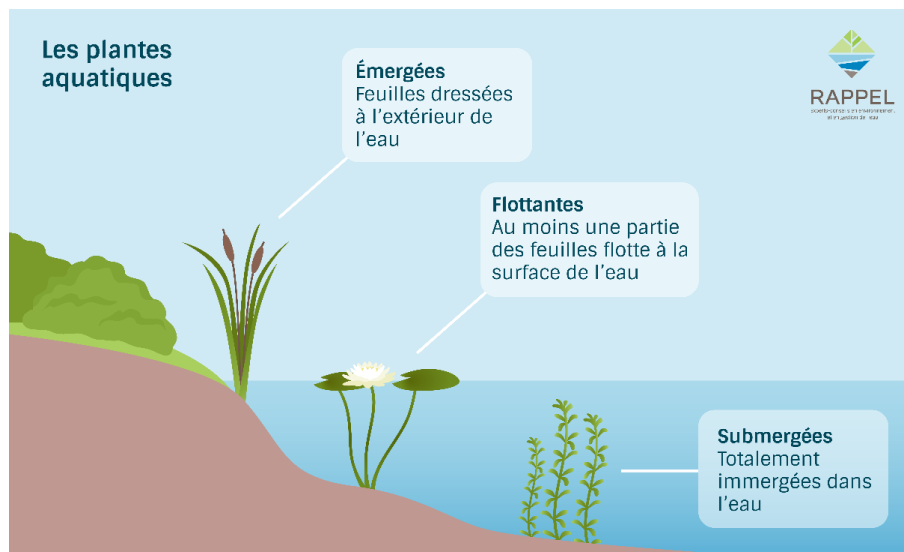


Figure 7. Les différentes morphologies de plantes aquatiques enracinées

Les plantes aquatiques sont habituellement enracinées dans les sédiments de la zone littorale des plans d'eau. La zone littorale représente le point de contact entre la zone benthique et la zone photique. C'est donc la partie du fond jusqu'à laquelle la lumière se

rend (Wetzel, 2001 ; O'Sullivan et Reynolds, 2004 ; Rafferty, 2011). Le schéma de la figure 8 ci-dessous illustre ces zones.

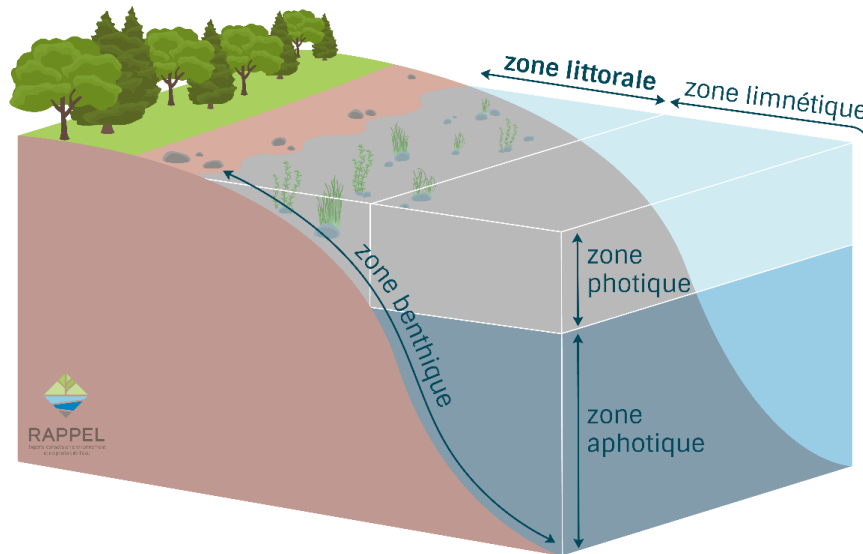


Figure 8. Les différentes zones dans les plans d'eau douce

Dans l'écosystème d'un plan d'eau, les plantes aquatiques jouent plusieurs rôles :

- Elles captent les nutriments (ex. : phosphore) présents dans les sédiments et dans l'eau (Roth, 2009 ; Brönmark et Hansson, 2005) ;
- Elles stabilisent les sédiments du littoral et les rives du lac (Clarke, 2012) ;
- Elles absorbent l'énergie des vagues (Roth, 2009) ;
- Elles fournissent un abri, un lieu de reproduction et de la nourriture pour différents animaux (Roth, 2009 ; Brönmark et Hansson, 2005 ; Clarke, 2012).

Les plantes aquatiques font donc naturellement partie de l'écosystème d'un lac ou d'un cours d'eau. 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 (O'Sullivan et Reynolds, 2004). Certains secteurs d'un lac ou d'un cours d'eau sont davantage prédisposés à la sédimentation des matières en suspension et des nutriments (Håkanson et Jansson, 1983 ; Roth, 2009). La figure 9 illustre ce processus.

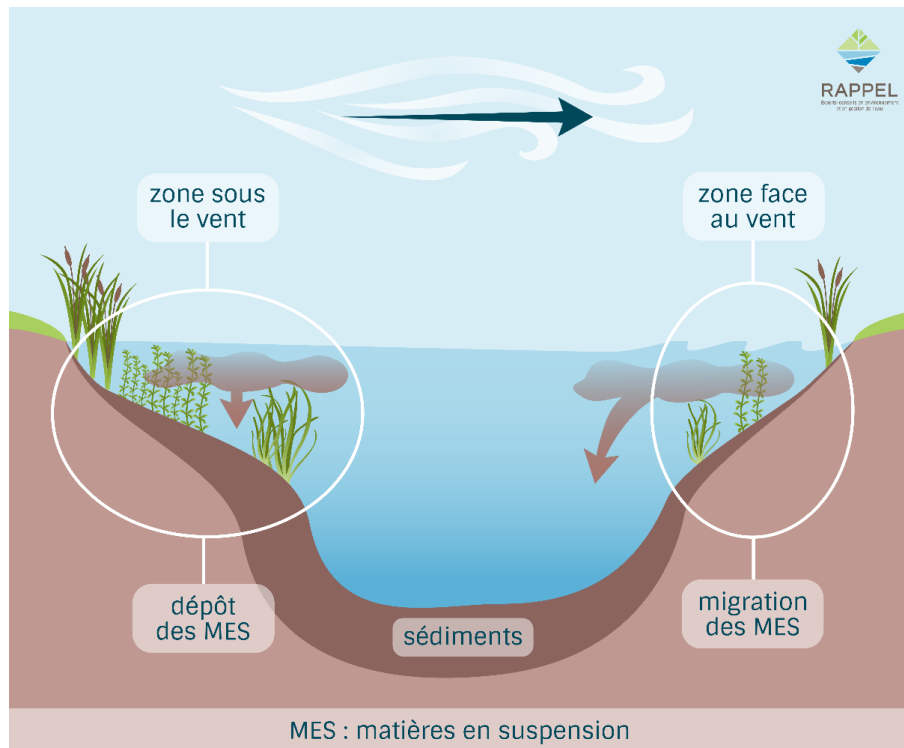


Figure 9. Impact de l'exposition aux vents dominants sur la sédimentation

De façon générale, les sédiments s'accumulent surtout dans :

- les baies tranquilles (où le brassage des eaux causé par le ressac est réduit) (Clarke, 2012) ;
- les zones situées sous le vent (peu exposées aux vents dominants et aux vagues) (Clarke, 2012) ;
- les zones caractérisées par une faible pente (ressac moins important) (Håkanson et Jansson, 1983).

Ces secteurs correspondent également à l'environnement privilégié par les plantes aquatiques. Ces dernières s'établissent le plus souvent dans des eaux calmes ayant une bonne pénétration de la lumière ainsi que sur un substrat de sédiments fins et riches en nutriments (Meunier, 1980 ; Roth, 2009 ; Clarke, 2012). La combinaison de ces facteurs fournit aux plantes habitat et nourriture (Clarke, 2012). C'est donc souvent dans ces secteurs que les premiers symptômes d'eutrophisation risquent de se manifester puisqu'une augmentation des nutriments dans un lac occasionne une augmentation des organismes autotrophes, soit les algues et les plantes aquatiques.

3.1.4.2 Présentation des résultats

Au total, 19 espèces de plantes aquatiques et un genre d'algue ont été observés dans les 119 herbiers répertoriés au lac Etchemin. Chaque herbier correspond à un polygone sur les cartes présentées à l'annexe 2. Les espèces inventoriées sont énumérées dans le tableau 6. De plus, une brève description des principales espèces retrouvées au lac Etchemin se trouve à l'annexe 3. Les données brutes qui se trouvent à l'annexe 4 fournissent les informations pour chacun des polygones numérotés et présentés sur les cartes de l'annexe 2.

Tableau 6. Bilan de l'inventaire des plantes aquatiques présentes sur le littoral du lac Etchemin

Nom vernaculaire	Nom latin	Type de macrophyte
Carex sp	Carex sp	Émergé
Algues Chara et Nitella	Chara sp Nitella sp	Submergé
Éléocharide des marais	Eleocharis palustris	Émergé
Prêle sp	Equisetum	Émergé
Ériocaulon aquatique	Eriocaulon aquaticum	Submergé/émergé
Isoètes sp	Isoetes	Submergé
Lobélie de Dortmann	Lobelia dortmanna	Submergé/émergé
Myriophylle grêle	Myriophyllum tenellum	Submergé/émergé
Naïade flexible	Najas flexilis	Submergé
Nénuphar jaune	Nuphar	Flottant
Potamot à grandes feuilles	Potamogeton amplifolius	Submergé
Potamot émergé	Potamogeton epihydrus	Submergé/flottant
Potamot à feuilles de graminée	Potamogeton gramineus	Submergé
Potamot nain	Potamogeton pusillus	Submergé
Potamot sp	Potamogeton	Submergé/flottant
Potamot spirillé	Potamogeton spirillus	Submergé
Sagittaire graminioïde	Sagittaria graminea	Submergé
Scirpe des étangs	Schoenoplectus tabernaemontani	Émergé
Rubaniar	Sparganium sp	Émergé/flottant
Quenouille à feuilles larges	Typha latifolia	Émergé

Les espèces se retrouvant dans le plus grand nombre d'herbiers au lac Etchemin sont les algues Chara et Nitella, suivi de la naïade flexible et du potamot à feuilles de graminées.

Les espèces dominant le plus grand nombre d'herbiers sont le potamot à feuilles graminées ainsi que le potamot à grandes feuilles.

Les herbiers les plus importants en matière de superficie et de densité sont principalement situés dans le secteur ouest du lac, notamment devant la décharge du lac et l'Éco-Parc. On trouve aussi quelques herbiers importants à l'entrée du ruisseau Gourde à l'extrême est du lac, et un autre herbier près du club nautique.

Aucune des espèces de plantes aquatiques recensées au lac Etchemin en 2021 n'est considérée comme exotique envahissante. À noter que le myriophylle grêle, que l'on retrouve à plusieurs endroits au lac Etchemin, est une espèce du même genre (ou rang taxonomique) que le myriophylle à épis, mais n'est pas exotique envahissante comme cette dernière. Le myriophylle grêle est l'une des sept espèces indigènes du genre *myriophyllum* présentes au Québec (Canadensys, 2021).

3.1.5 Substrat et sédiments

Les relevés d'épaisseur de sédiments fins ont révélé une texture sablonneuse pour la majorité des points (32 sur 37). Une mince couche de sédiments fins recouvrait le gravier, les galets et le sable à certains endroits (9 sur 37). Les sédiments les plus grossiers (gravier et galet) sont principalement situés dans la portion centre du lac. Les cartes présentées à l'annexe 5 illustrent la répartition des épaisseurs de sédiments et du type de sédiments à chacun des points de mesure. Les données brutes sont présentées à l'annexe 6.

Seulement 9 endroits sur 37 présentaient une épaisseur de sédiments fins de plus de 20 cm. Les points affichant la plus importante épaisseur, soit de plus 100 cm, sont situés dans la portion ouest du lac (points 5, 9 et 14). Des épaisseurs variant de 25 cm à 95 cm ont été observées à l'entrée du ruisseau Gourde. Finalement, une épaisseur de 50 cm a été mesurée dans la petite baie à gauche de la décharge du lac Caribou.

3.2 Caractérisation du bassin versant du lac Etchemin

3.2.1 Réseau hydrographique

La figure 10 montre les tributaires les plus importants du lac. L'un d'entre eux est le ruisseau Gourde qui se déverse à l'extrémité est du lac dans un secteur peu profond et relativement chargé en plantes aquatiques. Du côté nord du lac, le ruisseau Mailhot et la décharge du lac Caribou alimentent le lac. Plusieurs petits lacs, dont bien évidemment le lac Caribou, se trouvent sur le parcours de ce dernier. Ce plan d'eau joue fort possiblement le rôle de bassin de sédimentation et de rétention pour le lac Etchemin. Du côté sud du lac, la décharge du lac à la Roche et un autre ruisseau sans nom alimentent le lac Etchemin. La décharge du lac Etchemin se déverse dans la rivière Etchemin. Le

réseau hydrographique dans le bassin versant du lac est illustré plus précisément dans les cartes montrant les problématiques observées lors des inventaires terrain (annexe 7).

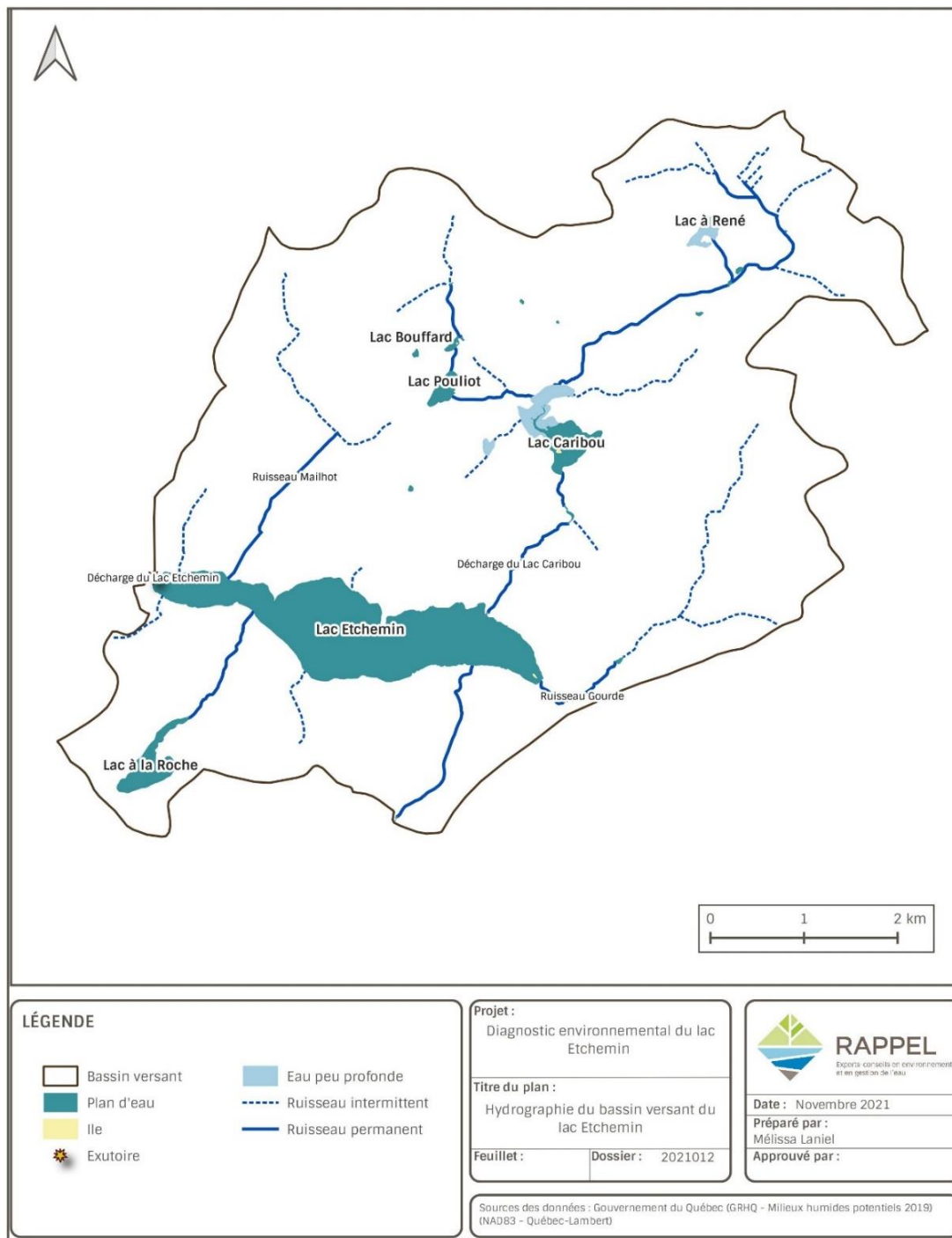


Figure 10. Tributaires principaux du lac Etchemin

3.2.2 Utilisation du sol

Les principales utilisations de sol présentes dans le bassin versant du lac Etchemin sont illustrées à la figure 11 (MFFP, 2015 ; MELCC, 2019). Le milieu aquatique, qui comprend principalement les lacs Etchemin, Pouliot, Caribou et à la Roche, couvre une superficie de 2,92 km², soit 7 % du bassin versant. Les milieux humides potentiels représentent 6 % du territoire pour une superficie de 2,34 km² (Figure 13).

Le couvert forestier naturel occupe une superficie de 16,58 km² qui correspond à 40% du bassin versant. En tenant compte uniquement des forêts non perturbées, des plans d'eau et milieux humides, on obtient donc une **superficie totale naturelle** dans le bassin versant totalisant environ 21,84 km², ce qui représente la moitié (53%) du territoire.

Les **utilisations du sol d'origine humaine** couvrent quant-à-elle 47 % du territoire (19,87 km²) et sont principalement occupées par les activités humaines (7 %), agricoles (7 %) et forestières (33 %) (Tableau 7). Ces données montrent qu'il y a une activité forestière intense dans le bassin versant du lac Etchemin.

Tableau 7. **Utilisation du sol dans le bassin versant** du lac Etchemin

Classes d'utilisation du sol	Superficie (km ²)	% BV
NATURELLE	21,84	53
Eau*	2,92	7
Milieux humides potentiels	2,34	6
Forêt (non perturbée)	16,58	40
HUMAINE	19,87	47
Agricole (terres agricoles, friche)	2,87	7
Activité humaine (résidentiel, ligne de transport)	3,09	7
Coupes forestières (coupe totale, coupe partielle)	8,92	21
Autres perturbations forestières (récolte des tiges, plantation, récolte, regarni, éclaircissement, dépérissement)	4,99	12
TOTAL	41,71	100

*incluant les îles

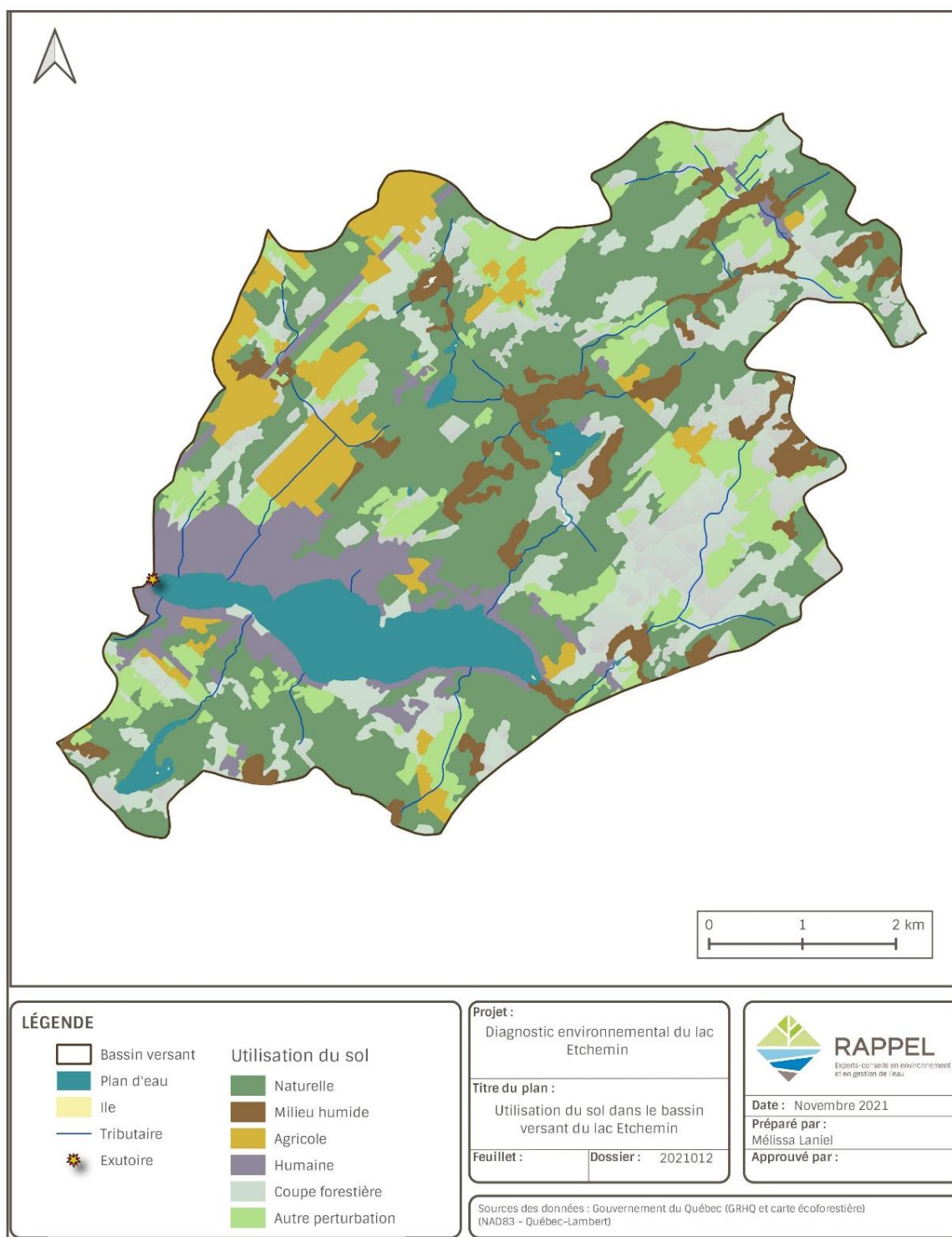


Figure 11. Carte d'utilisation du sol dans le bassin versant du lac Etchemin

3.2.3 Topographie

La figure 12 (MERN, 2018 et 2019) démontre que le relief dans le bassin versant du lac Etchemin est accidenté, et ce, même sur le pourtour direct du lac, ce qui rend le sol sensible à l'érosion lors de travaux qui entraînent sa mise à nu.

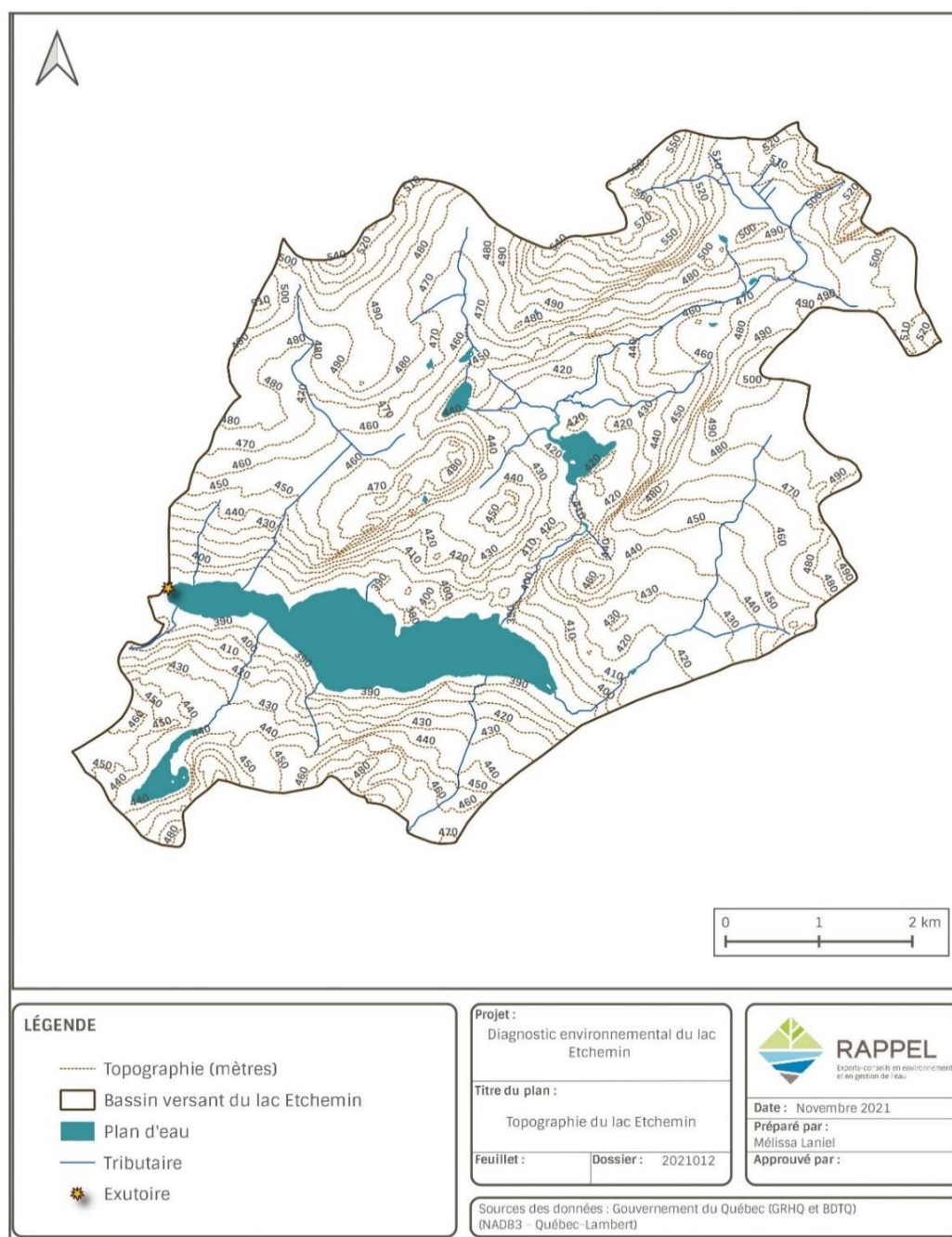


Figure 12. Topographie du bassin versant du lac Etchemin

3.2.4 Milieux humides

La cartographie des milieux humides potentiels du Québec (CMHPQ) 2019, diffusée par la Direction de la connaissance écologique (DCE) du MELCC, 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 (MELCC, 2019A).

La caractérisation effectuée dans le bassin versant du lac Etchemin (figure 13) montre une superficie totale de 2,34 km² occupée par les milieux humides, ce qui représente **5,6 % du territoire du bassin versant**. On y retrouve principalement des zones constituées de marécages (1,43 km²) et de tourbières (0,72 km²), ainsi que d'eau peu profonde (0,2 km²) (RAPPEL à partir de MELCC, 2019A). Les milieux humides sont d'une importance capitale pour tamponner les crues, filtrer l'eau et protéger la biodiversité.

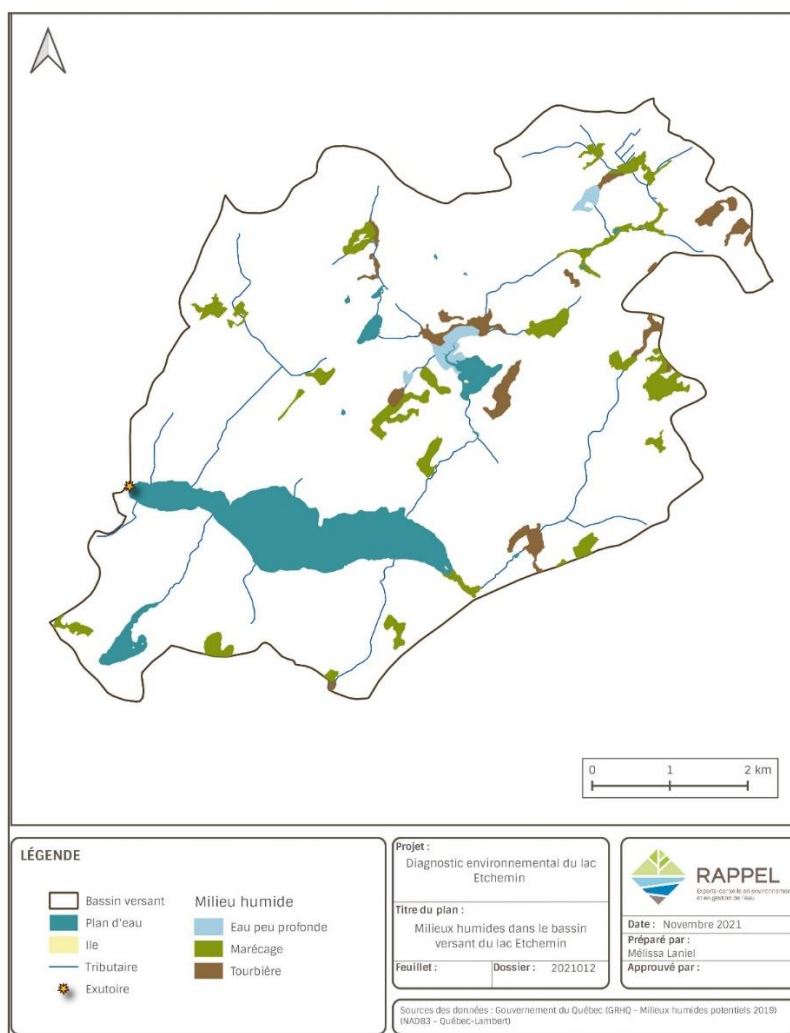


Figure 13. Milieux humides dans le bassin versant du lac Etchemin

3.2.5 Eaux usées

Dans le bassin versant du lac Etchemin, il y a 180 bâtiments résidentiels (chalets ou maisons) non desservis par le réseau d'égout et qui possèdent des installations septiques individuelles (Municipalité de lac-Etchemin et Akifer, 2021). Les autres habitations sont desservies par le réseau d'égout de la municipalité. La station d'épuration municipale est située à l'extérieur du bassin versant, mais le réseau compte deux stations de surverse près du lac (figure 14). L'ouvrage situé sur la rive nord du lac a subi deux débordements en 2019, deux en 2018 et un en 2017. Toutes ces surverses étaient liées à la cause appelée « Pluie, fonte ou urgence » (MELCC ; Atlas de l'eau). Ces mêmes causes ont engendré deux surverses en 2020 pour l'ouvrage situé du côté sud du lac.

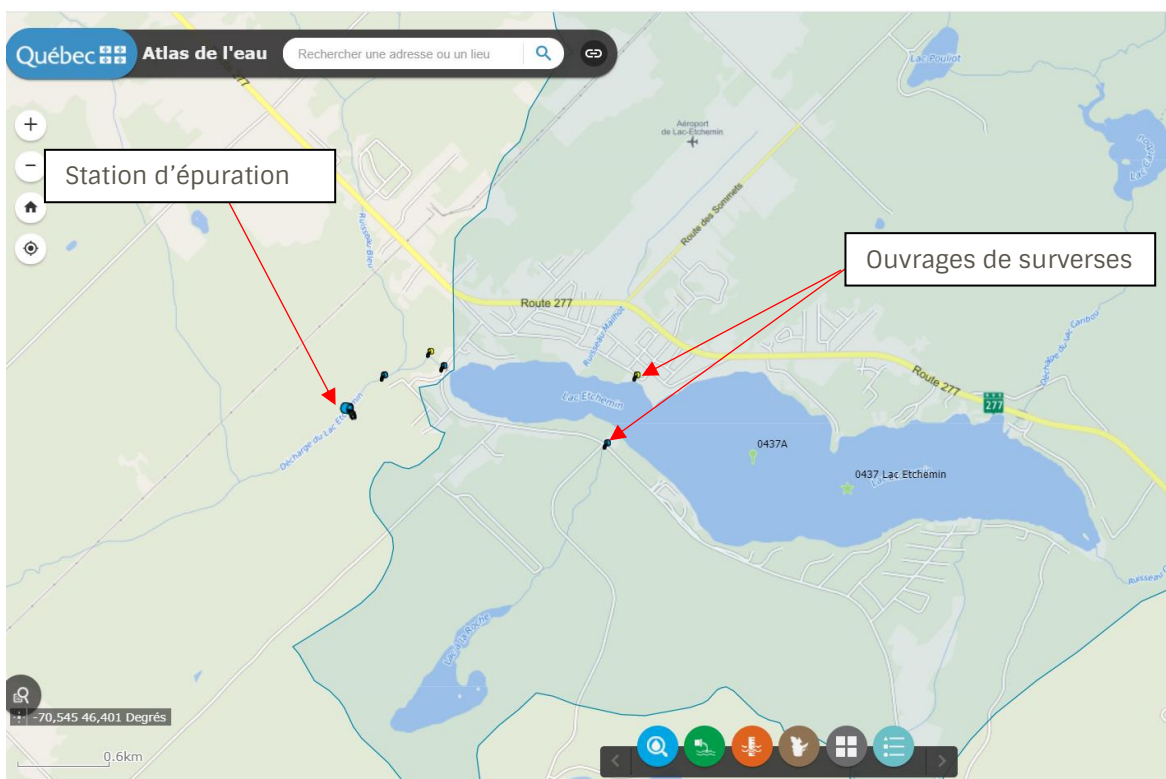


Figure 14. Localisation de la station d'épuration municipale et des ouvrages de surverses (Source : Gouvernement du Québec, 2021)

3.3 Inventaire des sources de contamination

Le tableau 8 présente les problématiques inventoriées dans le bassin versant du lac Etchemin. Pour chacune d'entre elles, une photo, une description et des recommandations sont présentées. Les points d'inventaire sont localisés à l'annexe 7.

Tableau 8. Description des sites problématiques inventoriés

● 1621	Description	Recommandations
	Ponceau trop court. Talus en érosion sévère qui présente un important foyer d'érosion. Apports de sédiments au cours d'eau et au lac Pouliot situé en aval. Risque de bris du chemin	Il est difficile ici de stabiliser adéquatement les talus du ponceau par un reprofilage de la pente et un géotextile recouvert d'un enrochement puisque le ponceau est trop court. Idéalement, ce ponceau serait remplacé. Il serait alors nécessaire de réaliser une étude hydrologique afin de dimensionner adéquatement le ponceau. Le nouveau ponceau devrait être enfoui suffisamment dans le cours d'eau et adéquatement stabilisé.
● 1622		
	Accès du bétail au cours d'eau. Importante source de coliformes fécaux, de nutriments et de matière en suspension pour le cours d'eau et le lac Pouliot situé en aval.	Cette pratique agricole est illégale et le producteur devrait rapidement empêcher l'accès à l'eau par le bétail. Une telle situation peut être déclarée à Urgence-Environnement.

● 1623	Description	Recommandations
	La bande riveraine du cours d'eau est de largeur réglementaire en milieu agricole, mais celle-ci est constituée exclusivement d'espèces herbacées. L'absence d'arbres et d'arbustes rend la bande riveraine moins efficace pour stabiliser les rives, filtrer les nutriments et offrir de l'ombre au cours d'eau.	Il est recommandé de planter des arbres et des arbustes dans la bande riveraine ou tout au moins, de laisser pousser les arbres et les arbustes qui s'y implantent.
● 1624		
	Fossé récemment entretenu qui se déverse directement dans un ruisseau sans aucune mesure pour stabiliser les sols ou pour capter les sédiments avant leur arrivée au cours d'eau. Lors de fortes pluies, les sols à nu s'érodent et les sédiments sont transportés dans le cours d'eau.	Immédiatement après les travaux d'entretien d'un fossé, les sols à nu devraient être stabilisés avec de la semence et des matelas anti-érosion afin de favoriser une revégétalisation rapide. Une autre bonne pratique consiste également à aménager une trappe à sédiments dans le fossé avant son arrivée au cours d'eau.
● 1625-1629-1630		
	Importantes superficies de coupe à blanc le long d'un ruisseau. Une bande riveraine d'au moins 20 m a été préservée mais ces coupes risquent d'augmenter le ruissellement de surface et donc les apports en nutriments au cours d'eau.	Ce type de coupe est favorisé à plusieurs endroits dans le bassin versant du lac Etchemin. Bien que cette pratique puisse être justifiée selon les peuplements présents en foresterie, son utilisation abondante présente un risque pour la qualité de l'eau du lac Etchemin et de ses tributaires. Une analyse de cette pratique dans le bassin versant pourrait être faite entre les différents acteurs impliqués dans une optique de protection du lac.

1626	Description	Recommandations
	Ponceau aménagé dans les dernières années, mais dont les talus n'ont pas été adéquatement stabilisés. Une chute de 10 cm a été créée à sa sortie puisqu'il n'a pas été suffisamment enfoui. Ces caractéristiques risquent de causer des apports en sédiments au cours d'eau et de rendre l'infrastructure moins durable.	Tout nouveau ponceau devrait être aménagé de manière adéquate pour limiter les impacts sur la qualité de l'eau, permettre les déplacements du poisson et assurer une bonne durabilité à l'infrastructure. Les principaux principes à respecter sont mentionnés à la section 4.5.
1627		
	Fossé se déversant directement dans un cours d'eau dont les talus s'érodent à plusieurs endroits (difficile de le voir sur la photo à cause de la végétation abondante). Les sédiments érodés sont transportés directement dans le cours d'eau.	Le fossé pourrait être totalement empierré aux endroits où il s'érode le plus et une trappe à sédiments pourrait être aménagée avant son arrivée au cours d'eau.
1628		
	Ponceau aménagé dans les dernières années, mais dont les talus n'ont pas été adéquatement stabilisés. Une chute de plus de 20 cm a été créée à sa sortie puisqu'il n'a pas été suffisamment enfoui. Ces caractéristiques risquent de causer des apports en sédiments au cours d'eau et de rendre l'infrastructure moins durable. De plus, ce ponceau est un obstacle pour la circulation des poissons.	Tout nouveau ponceau devrait être aménagé de manière adéquate pour limiter les impacts sur la qualité de l'eau, permettre les déplacements du poisson et assurer une bonne durabilité à l'infrastructure. Les principaux principes à respecter sont mentionnés à la section 4.5.

1631	Description	Recommandations
	Le talus du ponceau n'est pas stabilisé et il s'érode. Apports de sédiments. Une porcherie est présente en amont de ce tributaire et il y a un risque que l'eau contienne des concentrations élevées de coliformes fécaux.	Reprofilier le talus et le stabiliser à l'aide d'un géotextile recouvert d'un empierrement (pierres de 100 à 300 mm de diamètre). Des mesures de coliformes fécaux pourraient être effectuées dans le tributaire en période de pluie et en période sèche pour vérifier s'il y a une problématique à cet endroit.
1632		
	Ponceau trop court et mal stabilisé. Érosion du talus et risque d'apports en sédiments au cours d'eau.	Il est difficile ici de stabiliser adéquatement les talus du ponceau par un reprofilage de la pente et un géotextile recouvert d'un enrochement puisque le ponceau est trop court. Idéalement, ce ponceau serait remplacé.
1633		
	Ponceau de tôle qui est défoncé et dont les talus s'érodent de manière importante. Apports de sédiments et bris du chemin à prévoir.	Il est recommandé de remplacer ce ponceau. Le nouveau ponceau devrait alors être dimensionné adéquatement (étude hydrologique), suffisamment enfoui dans le lit du cours d'eau et ses talus devraient être stabilisés adéquatement.

1634	Description	Recommandations
	Arrivée d'un fossé agricole dans le cours d'eau. Celui-ci crée une érosion importante du talus. Risque élevé d'apports en sédiments au lac étant donné la proximité de celui-ci.	Stabiliser l'arrivée du fossé dans le cours d'eau à l'aide d'un géotextile et d'un empierrement.
1635		
	Érosion des talus d'un cours d'eau qui s'écoule en milieu agricole. La bande riveraine est constituée d'espèces herbacées seulement, ce qui la rend très sensible à l'érosion. Risque élevé d'apports en sédiments au lac étant donné la proximité de celui-ci	Des arbres et des arbustes pourraient être plantés dans la bande riveraine afin de freiner l'érosion.
1636		
	Ponceau en ciment en mauvais état sur un cours d'eau en milieu agricole. L'entrée du ponceau est en partie obstruée et un joint entre deux sections du ponceau n'est plus étanche. Le chemin risque d'être emporté par l'eau lors d'un coup d'eau et ceci résulterait en un apport massif de sédiments au lac Etchemin.	Ce ponceau devrait être remplacé avant de causer des apports importants au lac.

● 1638	Description	Recommandations
	Bande riveraine peu large et de mauvaise qualité entre le ruisseau et un garage commercial. Risque d'apports en huile, graisse ou essence au ruisseau, puis au lac Etchemin.	Il est difficile ici d'élargir la bande riveraine puisque le bâtiment est tout près, mais elle pourrait être élargie au maximum. Les employés doivent être au fait du risque de contamination du cours d'eau par leurs activités et agir en conséquence. Ceci passe par la gestion adéquate et rapide des sols advenant un déversement.
● 1639		
	Remblai laissé à nu qui s'arrête tout juste à la limite de la bande riveraine. Lors de fortes pluies, il y a un risque que la bande riveraine ne suffise pas et que des sédiments parviennent au cours d'eau.	Mettre en place des mesures de contrôle de l'érosion. Celles-ci peuvent être permanentes si le nivellement est final, soit l'ensemencement des sols à nu et le recouvrement avec de la paille ou des matelas anti-érosion. Si le nivellement n'est pas final, une barrière à sédiments pourrait être installée à la limite des travaux ou bien les sols pourraient être recouverts de bâches ou de géotextile.
● 1640		
	Bandes riveraines de faible qualité.	Arrêter de tondre dans la bande riveraine du ruisseau. Des végétaux pourraient également être plantés afin de permettre une renaturalisation rapide de la bande riveraine.

● 1641	Description	Recommandations
	Importante superficie laissée à nu après des travaux. Ce site est près du lac et juste à côté d'un ruisseau qui alimente le lac. Au moment de la visite, il pleuvait abondamment et il était possible de voir que cette problématique causait d'importants apports en sédiments au lac.	Mettre en place des mesures de contrôle de l'érosion. Celles-ci peuvent être permanente si le nivellement est final, soit l'ensemencement des sols à nu et le recouvrement avec de la paille ou des matelas anti-érosion. Si le nivellement n'est pas final, une barrière à sédiments pourrait être installée à la limite des travaux ou bien les sols pourraient être recouverts de bâches ou de géotextile.
● 1641		
	Coupe à blanc dans une pente forte près du lac et aménagement d'un chemin forestier. La surface de roulement et les fossés risquent fortement de s'éroder en temps de pluie et de causer des apports en sédiments au lac. La coupe augmente le ruissellement et les apports en nutriments au lac.	Les coupes à blanc sont à éviter autant que possible. Ce chemin forestier en pente forte vers le lac est à surveiller. Il risque de causer des apports en sédiments au lac pendant longtemps. Il est probable que les fossés doivent être empierrés et que l'érosion de la chaussée doive être contrée par l'aménagement de barres d'eau où l'utilisation de matériel granulaire plus grossier pour couvrir la surface de roulement.

1642	Description	Recommandations
	Ponceau de l'entrée privée non stabilisé. L'eau du fossé rejoint un cours d'eau tout prêt, puis le lac Etchemin. Lors de coups d'eau, les talus du ponceau vont s'éroder et causer des apports en sédiments. L'entrée du chemin risque également de se briser.	Stabiliser adéquatement les talus du ponceau à l'aide d'un géotextile recouvert d'un empierrement. Cette pratique doit être réalisée systématiquement pour tout nouveau ponceau.
1643		
	Importante coupe à blanc en pente à moins de 500 m du lac. L'aire de virée et d'entreposage de bois constitue une importante superficie de sol à nu. Heureusement, il n'y a pas de tributaire du lac qui passe près de cette superficie à nu. La coupe augmentera fort possiblement le ruissellement et les apports en nutriments au lac.	La surface à nue pourrait être stabilisée par un ensemencement et un paillis de paille en vrac. Les coupes à blanc de grande superficie sont à éviter autant que possible dans une optique de protection du lac.
1644		
	Le bassin versant du lac se développe de manière importante. Le déboisement et l'imperméabilisation du territoire liés au développement résidentiel causent une augmentation des débits de pointe dans les tributaires naturels et artificiels du lac. Ce phénomène risque d'augmenter l'érosion et les apports en nutriments au lac.	Il est primordial de bien gérer le développement résidentiel dans le bassin versant du lac pour préserver sa santé. Par exemple, des mesures de contrôle des eaux pluviales (jardin de pluie, puits percolant, bassin de rétention, seuil dans les fossés, etc.) peuvent être aménagées parallèlement au développement du territoire afin de diminuer les impacts sur le lac.

● 1645	Description	Recommandations
	Cours d'eau chargé en sédiments en période de forte pluie, ce qui est le signe de problématiques d'érosion en amont. Les travaux forestiers qui ont eu lieu en amont, le développement résidentiel ou l'érosion des fossés du réseau routier pourraient être des causes de ces apports en sédiments.	Éviter autant que possible les coupes à blanc et contrôler l'érosion liée à la mise à nu de sol sur les chantiers
● 1646		
	Ruisseau très turbide dû aux sols à nu du point 1682 en période de pluie. Les sédiments transportés par le ruisseau s'en vont directement dans le lac Etchemin.	Implanter des mesures de contrôle de l'érosion sur les chantiers de construction.
● 1682		
	Sol à nu sur un chantier de construction. Un ruisseau coule tout près de la propriété et une grande quantité de sédiments est transportée dans celui-ci en période de pluie.	Implanter des mesures de contrôle de l'érosion sur les chantiers de construction. Un plan de contrôle de l'érosion pourrait être exigé pour la délivrance du permis de construction. Ceci est particulièrement important lorsque les travaux sont effectués près du lac ou de l'un de ses tributaires.

● 1648	Description	Recommandations
	Fossé récemment entretenu qui a été laissé à nu près du lac. Risque d'apports en sédiments au lac.	Les sols à nu des fossés entretenus dans le bassin versant du lac devraient être stabilisés immédiatement après les travaux par un ensemencement recouvert de paille ou de matelas anti-érosion.
● 1651		
	Importante superficie de sol laissé à nu en pente près du lac après des travaux de terrassement. Apports en sédiments au lac lors de fortes pluies.	Implanter des mesures de contrôle de l'érosion sur les chantiers impliquant la mise à nu de sol. Si le nivellement est final, les sols devraient être rapidement stabilisés à l'aide de semences recouvertes de paille.
● 1652		
	Remblai récent dans les rives d'un cours d'eau. Sols laissés à nu. Apports en sédiments au cours d'eau et au lac en période de pluie.	Les travaux mécaniques dans les rives d'un ruisseau sont interdits à moins d'obtenir les permis et autorisations nécessaires. Les rives devraient être stabilisées et renaturalisées rapidement et la bande riveraine devrait être respectée.

● 1653	Description	Recommandations
	Eau turbide dans le fossé en période de fortes pluies provenant probablement du chemin en gravier. Le talus du ponceau n'est pas adéquatement stabilisé.	Reprofilier le talus du ponceau et le stabiliser à l'aide d'un géotextile recouvert d'un empierrement.
● 1654		
	Talus du ponceau non stabilisé à son entrée, et il s'érode sévèrement. Le ponceau n'est pas suffisamment enfoui et il risque de défoncer. De plus, il présente une importante chute à sa sortie qui crée de l'érosion.	Ce ponceau devrait être réaménagé correctement, soit plus profondément et en s'assurant de bien stabiliser ses talus.
● 1655		
	Chantier en cours avec sols à nu sans mesure de contrôle de l'érosion. Au moment de la visite, il pleuvait et le chantier causait des apports en sédiments directement au lac.	Implanter des mesures de contrôle de l'érosion sur les chantiers impliquant la mise à nu de sol.

● 1655 (suite)	Description	Recommandations
	Eau chargée en sédiments dans le fossé tout près du chantier. Apports de sédiments au lac.	Implanter des mesures de contrôle de l'érosion sur les chantiers impliquant la mise à nu de sol.
● 1656		
	Descente de bateau privée en pente. Cette pratique est à éviter puisqu'elle contribue à l'artificialisation des rives du lac et qu'elle peut causer des apports en sédiments par l'érosion des chemins de gravier qui se terminent dans le lac.	Il est important pour la santé du lac de limiter le nombre de descentes à bateau. Pour se faire, les riverains peuvent partager une seule descente, ou mieux, utiliser une rampe de mise à l'eau publique. L'utilisation de plusieurs descentes à bateau autour du lac limite la possibilité de bien contrôler l'introduction d'espèces exotiques envahissantes.
● 1657		
	Fossé en pente forte qui s'érode. Érosion à l'endroit où un cours d'eau se déverse dans le fossé.	Empierrer le fossé à l'endroit où le cours d'eau se déverse dans celui-ci afin d'arrêter l'érosion.

● 1658	Description	Recommandations
	Ponceau presque totalement obstrué, il n'est pas suffisamment enfoui, et son talus n'est pas adéquatement stabilisé. Bientôt, l'eau passera par-dessus le chemin, et elle risque de le briser et d'entraîner des sédiments au lac.	Réinstaller ce ponceau plus bas s'il est encore bon ou sinon le remplacer. Les talus du nouveau ponceau devront être stabilisés adéquatement.
● 1659		
	Importante coupe à blanc réalisée il y a quelques années.	Idem aux points 1625-1629-1630.
● 1660		
	Érosion importante d'un fossé en pente forte dans lequel s'écoule un ruisseau. Le talus du chemin est graduellement entraîné vers le lac.	Le talus du chemin pourrait être stabilisé par un empierrement. Cependant, ces travaux pourraient nécessiter un certificat d'autorisation puisqu'il s'agit d'un cours d'eau.

● 1661	Description	Recommandations
	Talus du ponceau en érosion. Le ponceau n'est pas assez enfoui, il risque de défoncer et il présente une chute importante à sa sortie qui cause de l'érosion.	Ce ponceau devrait être réinstaller plus bas, et ses talus devraient être stabilisés adéquatement.
● 1662		
	Idem au point 1661	Idem au point 1661
● 1663		
	Sols à nu liés à des travaux très près du lac sans mesure de contrôle de l'érosion.	Implanter des mesures de contrôle de l'érosion sur les chantiers impliquant la mise à nu de sol. Ces mesures sont particulièrement importantes près du lac et à proximité de tributaire du lac.

● 1664	Description	Recommandations
	Bassin de sédimentation aménagé près du lac et qui reçoit l'eau des fossés en pente forte du chemin des Nénuphars. Un cours d'eau semble s'écouler dans l'un des fossés et celui-ci passe par le bassin, rendant l'aménagement non permis sans l'obtention d'un certificat d'autorisation (CA). Dans ce cas, il est également nécessaire d'obtenir un CA pour son entretien.	L'aménagement d'un bassin de sédimentation est efficace pour capter les sédiments transportés par les fossés. Par contre, s'il est aménagé sur un cours d'eau, celui-ci doit faire l'objet de plans et devis pour assurer son efficacité (dimensionnement adéquat) et il requiert des autorisations. Il est cependant préférable de contrôler l'érosion à la source plutôt que de traiter les sédiments déposés en aval dans un bassin.
● 1666		
	Travaux récents laissant des sols à nu sans mesures de contrôle de l'érosion. Des fossés de drainage ont été aménagés à quelques endroits et les sols ont aussi été laissés à nu. Les sédiments transportés en temps de pluie contribueront à remplir le bassin du point 1664 et une partie d'entre eux se rendront au lac.	Mettre en place des mesures de contrôle de l'érosion. Celles-ci peuvent être permanente si le nivellement est final, soit l'ensemencement des sols à nu et le recouvrement avec de la paille ou des matelas anti-érosion. Si le nivellement n'est pas final, une barrière à sédiments pourrait être installée à la limite des travaux ou bien les sols pourraient être recouverts de bâches ou de géotextile.
● 1667		
	Terrain riverain au lac qui semble avoir été défriché pour une construction. Proximité d'un important milieu humide.	Il serait important d'effectuer un suivi sur ce site afin de s'assurer de la protection de la bande riveraine et du milieu humide adjacent.

● 1668	Description	Recommandations
	Importante quantité d'eau turbide qui s'en va directement au lac en période de pluie. Il est probable que ce soit des conduites pluviales de la municipalité qui se déversent au niveau du ponceau de la rue Dallaire puisqu'en amont de cette rue, le ruisseau est relativement propre.	Le lessivage du secteur urbain de lac-Etchemin lors d'orage, et les apports en contaminants au lac qui en découlent, sont une problématique qui date de longtemps et qui est difficile à résoudre.
● 1669		
	Chemin en pente très forte dirigée vers le lac récemment aménagé pour un développement riverain. Au moment de la visite, il pleuvait abondamment et il était possible de voir que le chemin (surface de roulement + talus non stabilisé) s'érodait et causait des apports en sédiments importants au lac.	Les développements et travaux associés sont une menace importante pour la santé du lac surtout lorsque les pentes sont fortes. Dans le cas présent, les talus du chemin devraient être stabilisés par empierrement et du matériel plus grossier et moins sensible à l'érosion devrait être mis en place sur la surface du chemin. Le nivellement du chemin (forme de dos d'âne ou aménagement de petites barres d'eau) pourrait permettre une meilleure évacuation de l'eau en dehors du chemin.
● 1670		
	Ponceau de drainage aménagé récemment. L'eau est relâchée dans une pente forte en partie à nu et il y a une chute à la sortie du ponceau. L'eau s'est créé un lit d'écoulement sur le parterre forestier en pente forte et les sédiments érodés qui sont probablement riches en nutriments sont transportés directement au lac.	Minimalement, la sortie du ponceau devrait être empierrée pour freiner l'eau et contrer l'érosion. Idéalement, un fossé empierré serait aménagé dans la pente pour amener l'eau du ponceau jusqu'au lac sans éroder le parterre forestier. Envoyer de l'eau dans une pente forte près du lac où il n'y a pas préalablement un lit d'écoulement est une pratique à éviter.

● 1671	Description	Recommandations
	L'eau de drainage du point 1670 s'écoule dans une zone de sols à nu et dans des ornières de VTT. Elle se charge donc encore plus en sédiments avant d'atteindre le lac.	Les sols à nu devraient être gérés par des techniques de contrôle de l'érosion. Les ornières devraient être réparées, car elles constituent des canaux préférentiels d'écoulement d'eau près du lac et elles causent de l'érosion. Tel que mentionné au point précédent, un fossé empierré devrait être aménagé pour amener l'eau de drainage du ponceau en amont jusqu'au lac sans créer d'érosion.
● 1672		
	Sols à nu sans mesure de contrôle de l'érosion près du lac. Apports en sédiments au lac en période de pluie.	Mettre en place des mesures de contrôle de l'érosion. Celles-ci peuvent être permanentes si le nivellement est final, soit l'ensemencement des sols à nu et le recouvrement avec de la paille ou des matelas anti-érosion. Si le nivellement n'est pas final, une barrière à sédiments pourrait être installée à la limite des travaux ou bien les sols pourraient être recouverts de bâches ou de géotextile.
● 1673		
	Importantes ornières en pente forte créées près du lac. Sols à nu. L'eau de ruissellement se concentre et s'écoule dans ces ornières ce qui causera l'érosion du parterre forestier. Le sol organique forestier est habituellement riche en nutriments.	Éviter l'orniérage dans des pentes surtout à proximité du lac. Lorsque des ornières sont créées dans de telles conditions, celles-ci doivent être réparées rapidement.

● Aval de 1672	Description	Recommandations
	Eau chargée en sédiments issue des problématiques 1699 à 1772 et qui s'écoule vers le lac Etchemin. Source d'apports en sédiment importante au lac.	Régler les problématiques 1699 à 1672.
● 1676		
	Ponceau presque totalement obstrué sur un vieux chemin qui n'est plus entretenu. L'obstruction de ce ponceau avec les années a contribué à inonder davantage le milieu humide en amont (point suivant). Lorsque ce ponceau sera totalement obstrué, le chemin risque de s'éroder lors d'un coup d'eau et ce phénomène causerait un apport massif en sédiments au lac.	Si le chemin n'est plus nécessaire, il pourrait tout simplement être enlevé au niveau du cours d'eau pour permettre un libre écoulement de l'eau. Si le chemin doit être conservé, le ponceau devrait être remplacé. Dans les deux cas, il est important de ne pas trop excaver afin de ne pas drainer le milieu humide à protéger en amont (point suivant).
● 1674		
	Important milieu humide à protéger.	Protéger ce milieu.

● 1675	Description	Recommandations
	Présence de plusieurs produits toxiques (batteries, huiles, produits pétroliers) très près du milieu humide et du cours d'eau. Il n'y avait pas de signes de déversement dans le milieu au moment de la visite terrain, mais il s'agit d'un risque important.	Retirer les produits toxiques de la bande riveraine et les entreposer ou s'en départir de manière adéquate. S'assurer que le propriétaire ne fasse pas de remblai dans le milieu humide. Il est possible qu'une partie du milieu humide aille déjà été remblayée par le passé.
● 1679		
 	Important développement immobilier en cours. Les sols sont laissés à nu. Un bassin de sédimentation/rétention a été aménagé en aval du développement, mais celui-ci ne suffit pas à capter tous les sédiments avec l'ampleur importante des superficies à nu. De plus, les talus du bassin sont en forte inclinaison, ils ne sont pas stabilisés et ils s'érodent. L'érosion de toutes ces surfaces à nu fait en sorte que l'eau dans le bassin ainsi que celle sortant du bassin et s'écoulant vers le lac est très turbide en période de pluie.	Mettre en place des mesures de contrôle de l'érosion. Celles-ci peuvent être permanentes si le nivellement est final, soit l'ensemencement des sols à nu et le recouvrement avec de la paille ou des matelas anti-érosion. Si le nivellement n'est pas final, une barrière à sédiments pourrait être installée à la limite des travaux ou bien les sols pourraient être recouverts de bâches ou de géotextile. Lors de l'aménagement d'un bassin de sédimentation/rétention, il est essentiel de stabiliser adéquatement les pentes et autres superficies à nu en périphérie, car sinon l'aménagement devient lui-même une source de sédiments.

● 1678	Description	Recommandations
	Émissaire du bassin présenté au point 1679. L'eau est chargée en sédiments et elle s'écoule directement au lac Etchemin. Ceci montre que le bassin du point 1679 ne suffit pas pour l'ampleur des surfaces à nu.	Idem au point 1679
● 1677		
	Ponceau situé sur le parcours de l'émissaire du bassin près du lac. Le ponceau est presque totalement obstrué et il n'est pas stabilisé adéquatement. L'eau risque de passer par-dessus le ponceau, éroder le sol en place et transporter des sédiments érodés au lac.	L'entrée du ponceau devrait être nettoyée et stabilisée adéquatement. Une fois nettoyé, il sera possible de mieux constater l'état de ce ponceau et ainsi savoir s'il doit être remplacé complètement ou si son état est adéquat.
● 1680		
	Ce tributaire important du lac est chargé en matière en suspension en période de fortes pluies puisqu'il reçoit le réseau pluvial du secteur urbain de la municipalité de Lac-Etchemin.	Le lessivage du secteur urbain de lac Etchemin lors d'orage et les apports en contaminants au lac qui en découlent sont une problématique qui date de longtemps et qui est difficile à résoudre. Ce problème est observable pour la plupart des plans d'eau situés près de zones urbaines.

● 1680	Description	Recommandations
	L'Éco-Parc des Etchemins possède des piscines à proximité du lac. Si elles sont vidées à même le lac à l'automne, il pourrait y avoir des impacts étant donné les produits utilisés dans leur eau.	Vérifier les procédés de vidange des piscines et évaluer les impacts possibles sur le lac Etchemin.
● 1681		
	Propriété récemment construite près d'un tributaire du lac. Des sols sont à nu dans la bande riveraine. Une barrière à sédiments a été installée dans la pente vers le ruisseau ce qui est une excellente pratique.	Les sols à nu devraient être stabilisés à l'aide de semence et de paille étant donné qu'il s'agit d'une bande riveraine. Il serait également bénéfique de renaturaliser la bande riveraine par des plantations d'arbres et d'arbustes en haut de pente.
● 1683		
	En temps de pluie, l'eau de ruissellement n'est pas évacuée adéquatement vers le fossé, mais longe la route sur l'accotement, ce qui érode celle-ci. Le matériel érodé est transporté vers l'aval et risque d'atteindre le lac.	L'accotement devrait être nivelé de sorte que l'eau s'évacue vers le fossé graduellement tout le long de la route. Étant donné la proximité du lac et la pente prononcée, les sols engendrés par les travaux de nivellement devraient être stabilisés par ensemencement et ajout de paille, et ce, immédiatement à la fin des travaux.

● 1683	Description	Recommandations
	Talus du ponceau non stabilisé à sa sortie. Risque d'apports en sédiments au lac qui est situé tout près.	Stabiliser le talus du ponceau à l'aide d'un géotextile recouvert d'un empierrement.
● 1684		
	Fossé en pente très forte vers le lac qui s'érode sévèrement. Les sédiments transportés descendent directement au lac sans aucun aménagement pour les capter.	Ce fossé pourrait être entièrement empierré de la route du Sanctuaire jusqu'au point 1686 afin de contrer l'érosion. Dans une pente de cette inclinaison, l'empierrement est la seule mesure permettant d'arrêter l'érosion.
● 1646		
	Érosion du talus du chemin à l'endroit où un cours d'eau se déverse dans le fossé. L'eau frappe sur le talus et érode celui-ci.	Stabiliser le foyer d'érosion par un géotextile recouvert d'un empierrement.

● 1686	Description	Recommandations
	Ponceau d'entrée privée dont les talus ne sont pas adéquatement stabilisés à son entrée et à sa sortie. Érosion des talus et apports en sédiments possibles au lac.	Stabiliser les talus du ponceau à l'aide d'un géotextile recouvert d'un empierrement.
● 1687		
	Fossé en pente très forte vers le lac qui s'érode sévèrement. Les sédiments transportés descendent directement au lac sans aucun aménagement pour les capter.	Ce fossé pourrait être entièrement empierré de la route du Sanctuaire jusqu'à ce point afin de contrer l'érosion. Dans une pente de cette inclinaison, l'empierrement est la seule mesure permettant d'arrêter l'érosion.
● 1688		
	Fossé en pente vers le lac qui s'érode. La pente et l'érosion sont cependant moindres qu'au point 1687. Les sédiments érodés descendent directement au lac.	Aménager des seuils en pierres dans le fossé afin de ralentir l'eau et ainsi freiner l'érosion. Cette technique est décrite à la fiche 6 du «Guide technique – Gestion environnementale des fossés» publié par le RAPPEL et d'autres partenaires.

● 1689	Description	Recommandations
	Sols laissés à nu sur un chantier. Les pentes du fossé aménagé sont trop fortes pour permettre leur stabilisation. Le ponceau installé n'est pas stabilisé. En période de fortes pluies, il est certain que des sédiments issus de ce chantier sont transportés vers le lac.	Mettre en place des mesures de contrôle de l'érosion. Celles-ci peuvent être permanentes si le nivellement est final, soit l'ensemencement des sols à nu et le recouvrement avec de la paille ou des matelas anti-érosion. Si le nivellement n'est pas final, une barrière à sédiments pourrait être installée à la limite des travaux ou bien les sols pourraient être recouverts de bâches ou de géotextile. Idéalement les pentes du fossé seraient adoucies. Stabiliser les talus du ponceau.
● 1690		
	Le fond du fossé se creuse avec le temps étant donné la pente de celui-ci.	Aménager des seuils en pierres dans le fossé afin de ralentir l'eau et ainsi freiner l'érosion. Cette technique est décrite à la fiche 6 du «Guide technique – Gestion environnementale des fossés» produit par le RAPPEL et d'autres partenaires.
● 1691		
	La rive du cours d'eau est composée de gazon tondu et ceci la rend très sensible à l'érosion. La berge s'érode.	Cesser de tondre le gazon dans la berge du cours d'eau et idéalement permettre une renaturalisation rapide de la bande riveraine en plantant des arbres et des arbustes.

● 1692	Description	Recommandations
	Fossé en pente forte qui s'érode. Le talus du côté du chemin est en pente très forte et il risque de s'affaisser ce qui causerait un bris du chemin et des apports massifs en sédiments au tributaire qui s'écoule dans ce fossé.	Ce fossé en pente forte pourrait être complètement empierré. Par contre, puisqu'un cours d'eau s'écoule dans ce fossé, un certificat d'autorisation doit être obtenu afin de procéder à ces travaux.
● 1693		
	Présence de bétail près d'un tributaire du lac. La clôture a été installée récemment. La bande riveraine conservée est très mince et il risque d'y avoir des apports en coliformes fécaux et en nutriments au ruisseau en période de pluie.	Une bande riveraine de 3 m minimum doit être respectée en milieu agricole et si possible il faudrait une distance minimale encore plus grande pour filtrer et retenir les polluants d'origine agricole.
● 1694		
	Ponceau dont les talus ne sont pas stabilisés et ceux-ci s'érodent de manière sévère. Apports en sédiments directement au cours d'eau.	Stabiliser les talus du ponceau à l'aide d'un géotextile recouvert d'un empierrement.

● 1696	Description	Recommandations
	Fossé en pente très forte qui s'érode sur les deux côtés du chemin et sur une distance d'environ 80 m. Bien qu'il y ait un long replat en bas de pente pour que les sédiments se déposent avant l'arrivée au tributaire du point 1694, il est possible que les sédiments les plus petits se rendent au tributaire. À moyen terme, l'érosion des fossés pourrait causer des bris au chemin.	Empierrer totalement les fossés dans leur tronçon en pente forte.
● 1697		
	Ponceau en très mauvais état. Un joint entre deux sections en béton du ponceau est défectueux et les talus s'érodent. Risque de bris du chemin et dans ce cas il y aurait un apport massif en sédiments au cours d'eau.	Remplacer le ponceau. Le nouveau ponceau devrait être dimensionné à partir d'une étude hydrologique et il devrait être installé adéquatement.
● 1698		
	Coupe à blanc près d'un tributaire du lac. Une bande riveraine a été préservée, mais cette coupe risque d'augmenter le ruissellement de surface et donc les apports en nutriments au cours d'eau.	Ce type de coupe est favorisé à plusieurs endroits dans le bassin versant du lac Etchemin. Bien que cette pratique puisse être justifiée en foresterie selon les peuplements présents, son utilisation abondante présente un risque pour la qualité de l'eau du lac Etchemin et de ses tributaires. Une analyse de cette pratique dans le bassin versant pourrait être faite entre les différents acteurs impliqués dans une optique de protection du lac.

● 1699	Description	Recommandations
	Ponceau presque plein d'eau. L'eau risque de passer par-dessus le chemin, de briser celui-ci et d'entraîner des sédiments dans le cours d'eau. Ce niveau élevé d'eau dans le ponceau est causé en partie par une accumulation de sédiments et un seuil naturel qui s'est créé à environ 2 m en aval de la sortie du ponceau.	Retirer le seuil qui s'est formé devant le ponceau. Des autorisations pourraient être nécessaires pour ces travaux.
● 1700		
	Le ponceau a été enfoui trop profondément ce qui fait en sorte que son talus est en très forte pente. Les pierres ne tiennent pas en place au-dessus du ponceau. Éventuellement, le talus au-dessus du ponceau risque de s'éroder.	Deux options : 1) aménager un muret avec de la plus grosse pierre au niveau du talus ou 2) prolonger le ponceau de 60 cm afin de permettre un talus dont la pente sera moins prononcée.
● 1701		
	Travaux pour ce qui sera probablement une construction en deuxième rangée au lac. Un fossé en pente forte a été aménagé et les sols ont été laissés à nu. Risque élevé d'apports en sédiments au lac qui se situe tout près en période de pluie et à la fonte printanière.	Étant donné la pente, ce fossé devrait être complètement empierré afin de limiter les apports en sédiments au lac.

● 1702	Description	Recommandations
	Ancien quai formé de pierres et de bois aménagé dans le lac qui a été remplacé récemment par une importante digue de roches. Artificialisation inappropriée du lac et empiètement dans l'habitat du poisson de plus de 16 mètres carrés (annexe 8). Il est illégal d'empiéter dans un lac à moins d'avoir obtenu un certificat d'autorisation. Une compensation pour la perte du milieu hydrique est alors exigée. Ce cas pourrait être dénoncé au MELCC, au MFFP et à Pêches et Océans Canada.	Tout travail amenant une artificialisation de la rive ou du littoral doit être évité tout comme les empiètements dans l'habitat du poisson puisqu'ils sont illégaux et de juridiction provinciale et fédérale. La stabilisation d'une rive par empierrement ne doit survenir que lorsque le niveau d'érosion est trop sévère pour permettre une stabilisation végétale seulement et dans ce cas l'empierrement doit arrêter au niveau de la ligne des hautes eaux. L'empiètement excédant par rapport à l'ancien aménagement devrait être retiré du lac et les superficies au-dessus de la ligne des hautes eaux devraient être végétalisées.
● 1703		
	Sols à nu sans mesure de contrôle de l'érosion près du lac. Apports en sédiments au lac en période de pluie. Le remaniement de sol dans la bande riveraine nécessite l'obtention d'un permis municipal et celui-ci devrait exiger des mesures de contrôle de l'érosion.	Mettre en place des mesures de contrôle de l'érosion. Une barrière à sédiments pourrait être installée à la limite des travaux ou bien les sols pourraient être recouverts de bâches ou de géotextile.

● 1704	Description	Recommandations
	Sols à nu sans mesure de contrôle de l'érosion près du lac. Apports en sédiments au lac en période de pluie. Le remaniement de sol dans la bande riveraine nécessite l'obtention d'un permis municipal et celui-ci devrait exiger des mesures de contrôle de l'érosion.	Mettre en place des mesures de contrôle de l'érosion. Celles-ci peuvent être permanentes si le nivellement est final, soit l'ensemencement des sols à nu et le recouvrement avec de la paille ou des matelas anti-érosion. Si le nivellement n'est pas final, une barrière à sédiments pourrait être installée à la limite des travaux ou bien les sols pourraient être recouverts de bâches ou de géotextile.
● 1705		
	Sols à nu sans mesure de contrôle de l'érosion près du lac. Apports en sédiments au lac en période de pluie. Le dépôt de remblai dans la bande riveraine nécessite l'obtention d'un permis municipal et celui-ci devrait exiger des mesures de contrôle de l'érosion.	Mettre en place des mesures de contrôle de l'érosion. Une barrière à sédiments pourrait être installée à la limite des travaux ou bien les sols pourraient être recouverts de bâches ou de géotextile.
● 1706		
	Descente à bateau en gravier en pente forte sur une propriété privée. Des rigoles sont observables démontrant l'érosion causée par les eaux de ruissellement depuis la rue en amont.	La présence de descentes à bateau sur des propriétés privées n'est pas souhaitable. Celles-ci contribuent à artificialiser les berges, causent des apports en sédiments, sont des lieux d'introduction potentiels d'espèces exotiques envahissantes et les véhicules et remorques risquent d'endommager le littoral du lac. Idéalement, cette descente à bateau serait condamnée et la berge serait renaturalisée.

4 ANALYSE DES RÉSULTATS ET RECOMMANDATIONS

Étant donné son temps de séjour moyen et son ratio de drainage (superficie du bassin versant/superficie du lac) relativement élevé, le lac Etchemin est un plan d'eau vulnérable aux apports en contaminants. De plus, l'inventaire du bassin versant a fait ressortir de nombreuses sources de contamination importantes. Il est donc surprenant de constater que, malgré les éléments mentionnés, la qualité de l'eau du lac soit bonne et que le lac se situe à un stade jeune de vieillissement. Ces constatations font en sorte qu'il est primordial d'agir rapidement afin de maintenir la bonne santé du lac dans un contexte où les pressions humaines sur ce plan d'eau sont de plus en plus grandes. Les lacs profonds comme le lac Etchemin, et qui ont un temps de séjour moyen à élevé, peuvent emmagasiner des nutriments pendant une longue période avant de montrer des signes de dégradation. Une fois les nutriments accumulés dans le lac, il devient alors très difficile, voire impossible, de les éliminer. Les enjeux les plus importants qui menacent la santé du lac Etchemin sont présentés dans les prochaines sections et sont accompagnés de recommandations.

4.1 Développement résidentiel

La pandémie de Covid-19 a grandement accentué la pression sur les lacs du sud du Québec, et ce phénomène est particulièrement marqué pour le lac Etchemin qui est un des seuls lacs navigables de sa région. Il se situe également à un peu plus d'une heure de route des ponts de Québec, la deuxième Ville la plus populeuse de la province.

Un nombre impressionnant de chantiers de construction étaient en cours lors des visites terrain de juin 2021. Ceux-ci exposaient fréquemment des sols à nu dans des zones à risque (pentes fortes ou proximité d'un tributaire ou du lac lui-même). Pour la majorité d'entre eux, il n'y avait aucune mesure de contrôle de l'érosion (barrière à sédiments, recouvrement des sols à nu par de la paille, des bâches ou des matelas anti-érosion, etc.). Les orages qui sont survenus lors des inventaires terrain ont permis de mettre en évidence le fait que plusieurs de ces chantiers causaient des apports en sédiments importants et dommageables pour lac Etchemin. L'érosion et les apports en sédiments étaient plus marqués dans les secteurs les plus en pente du bassin versant. Il est à noter que les sédiments, en plus de contribuer à l'envasement du lac, contiennent généralement des nutriments qui enrichissent le lac.

Les travaux qui impliquent le remaniement des sols devraient faire l'objet d'un règlement municipal portant sur le contrôle de l'érosion. À titre d'exemple, l'annexe 9 présente un « règlement type » élaboré par le RAPPEL au bénéfice de la municipalité du Canton de Hatley. En somme, le règlement stipule qu'il est obligatoire d'obtenir un permis de remaniement des sols, dont la délivrance est conditionnelle à la présentation d'un plan de contrôle de l'érosion. Les travaux suivants pourraient y être assujettis :

- a) le remaniement du sol à l'intérieur d'une distance de 15 mètres (50 pi.) d'un plan d'eau ou d'un cours d'eau ;
- b) le remaniement du sol perturbant une surface de 93 m² (1 000 pi²) ou plus, incluant les déblais ;
- c) l'établissement de chemins d'accès pour des travaux forestiers ou miniers;
- d) les travaux reliés au domaine du transport, notamment l'établissement de rues, de routes, et d'accotements;
- e) le déplacement d'une fosse septique et/ou l'établissement d'un champ d'épuration;
- f) l'abattage d'arbres, incluant l'enlèvement de souches;
- g) les travaux de construction de bâtiment et d'installation d'équipements annexes, telles piscine, voie d'accès, etc.

Simultanément à l'adoption d'un tel règlement, il est important de sensibiliser la population, principalement les entrepreneurs, les excavateurs et les inspecteurs municipaux, à l'importance de bien contrôler l'érosion des sols. À cet effet, des conférences et des formations pourraient être organisées.

4.2 Gestion des eaux de ruissellement

Le développement résidentiel dans le bassin versant fait en sorte que la végétation est remplacée par des chemins avec des fossés, des toitures et des stationnements qui sont des surfaces beaucoup plus imperméables. De plus, comme mentionné précédemment, les coupes à blanc contribuent à augmenter le ruissellement de surface. Ces facteurs font en sorte d'augmenter les débits de pointe dans les tributaires naturels et artificiels (fossés) du lac dans un contexte de changements climatiques où les pluies sont de plus en plus fortes. Ces tributaires s'adaptent à laisser passer une plus grande quantité d'eau par

l'érosion de leur lit d'écoulement et de leurs berges. Ce phénomène peut causer des apports importants en sédiments et en nutriments au lac.

Pour les habitations existantes, il est recommandé en premier lieu d'élaborer et de mettre en place un programme de sensibilisation des citoyens en regard de l'importance de la gestion des eaux pluviales à l'échelle de leur propriété. Cette étape pourrait être réalisée via la distribution de guides explicatifs et par l'organisation de soirées-conférences. L'aménagement de jardins de pluie à l'échelle des propriétés est, entre autres, une technique très efficace pour diminuer les impacts de l'imperméabilisation des sols sur le débit naturel des cours d'eau. Il s'agit d'une platebande aménagée dans un sol filtrant qui vise à capter l'eau de pluie qui ruisselle sur les surfaces imperméables d'une propriété. L'aménagement de jardins de pluie ou de tranchées d'infiltration à l'échelle des propriétés, de même que l'aménagement de bassins de rétention à l'échelle des quartiers permettraient également de diminuer la fréquence et l'intensité des surverses du réseau d'égout.

En ce qui concerne les nouvelles constructions, des normes encadrant le déboisement des lots et la gestion des eaux pluviales pourraient être édictées. De plus, la construction de nouvelles résidences ne devrait pas être autorisée dans des secteurs dont la pente naturelle est supérieure à 25 %. À titre d'exemple, les articles 3.2.3 et 3.2.12 du règlement 2012-41 de la Ville de Québec donnent d'excellentes balises pour encadrer ces activités. Ces deux articles sont repris intégralement à l'annexe 10.

Pour les projets de développement incluant la construction de plusieurs résidences, des dispositions règlementaires spécifiques, comme un taux de relâche cible, sont l'un des éléments essentiels à envisager afin de poser les bases d'une démarche de planification de gestion des eaux pluviales. Plusieurs MRC et municipalités ont déjà mis en place de telles dispositions règlementaires afin de mieux encadrer les procédures d'évaluation des projets de développements qui sont proposés sur leur territoire.

Afin de limiter l'érosion dans le bassin versant du lac Etchemin dans le contexte actuel de pression élevée et en tenant compte des caractéristiques du lac et de son bassin versant, il serait justifié d'exiger que, pour chaque développement à venir, le taux de relâche du volume d'eau ruisselé corresponde au taux naturel actuel. Cette approche a été intégrée à la réglementation d'Eastman en Estrie pour tout nouveau développement sur son territoire, autant pour de nouvelles

constructions que pour des agrandissements de bâtiment existant. Voici l'extrait de la réglementation :

« Pour tous les développements à venir, mettre en place des mesures permettant de retenir les eaux de ruissellement et de traiter les eaux pluviales doivent être mises en place pour tous terrains naturels modifiés par de nouveaux aménagements anthropiques ainsi que pour tous terrains déjà occupés par un aménagement anthropique et dont on augmente cette occupation dans une partie naturelle de terrain. Ces mesures doivent permettre de retenir les eaux de ruissellement sur le terrain de façon à ne pas augmenter le volume des eaux de ruissellement qui prévalait avant les aménagements anthropiques. Les mesures doivent permettre de constater que le volume d'eau de ruissellement est essentiellement le même par rapport à la situation initiale. »

Dans le cadre d'une telle démarche, le promoteur serait tenu de présenter des plans et devis ainsi qu'une étude hydrologique démontrant que son projet respecte le taux de relâche cible.

4.3 Secteur urbain

En période de pluie, le ruissellement de l'eau dans le secteur résidentiel et urbain de la municipalité de Lac-Etchemin amène des contaminants au lac. En fait, l'eau s'écoule sur des surfaces où l'on retrouve notamment des excréments d'animaux domestiques, des fertilisants à gazon, des savons pour le lavage des voitures, des sels de déglçage, du sable et des hydrocarbures provenant des véhicules. L'eau risque donc de se charger en différents polluants avant d'atteindre le lac via le réseau pluvial de la municipalité. D'ailleurs, les orages qui sont survenus lors de la visite ont montré de forts apports en sédiments du réseau pluvial pour les points 1668 et 1680.

Cette problématique ne date pas d'hier et elle est observable à plusieurs autres endroits au Québec et ailleurs où des villes ont été construites en bordure de plans d'eau. Elle est difficile à régler puisqu'il faut maintenant vivre avec les conséquences du passé, soit la colonisation du territoire par les plans d'eau et le besoin d'accès à l'eau. Voici tout de même quelques recommandations visant à améliorer la qualité de l'eau qui ruisselle dans le milieu urbain avant d'atteindre le lac :

- Viser à envoyer l'eau de pluie le plus possible vers des zones végétalisées pour favoriser la filtration des contaminants plutôt qu'elle soit envoyée au lac directement via le réseau pluvial.
- Implanter une réglementation visant à interdire l'utilisation d'engrais et de pesticides dans le bassin versant du lac ou du moins à proximité du lac, si une telle réglementation n'existe pas encore.
- Traiter rapidement et adéquatement tout déversement de contaminant sur le territoire. Les endroits les plus à risque sont les garages de réparation de voiture ou de machinerie diverse (par exemple, le garage du point 1638 qui est situé très près d'un tributaire important du lac).

4.4 Eaux usées

Le réseau d'égout de la municipalité a occasionné quelques rejets d'eau non traitée ou partiellement traitée dans l'environnement lors des dernières années.

Bien que peu nombreuses, ces surverses contribuent très certainement à enrichir le lac en nutriment et elles peuvent constituer un risque pour la baignade près des ouvrages. Une amélioration de la gestion des eaux de ruissellement comme discuté à la section 4.2 permettrait de réduire les quantités d'eau qui s'écoulent vers le réseau d'égout en période de pluie et de réduire les risques de débordements de celui-ci.

Un grand nombre d'installations septiques individuelles sont présentes dans le bassin versant du lac. Celles-ci peuvent avoir un impact significatif sur la qualité de l'eau du lac Etchemin et de ses tributaires. À noter que les installations septiques standards sont très efficaces pour filtrer les coliformes fécaux, mais peu efficaces pour retenir le phosphore. À long terme, le sol autour de l'installation se sature en phosphore et celui-ci peut migrer vers le lac ou ses tributaires, d'où l'importance de bandes riveraines naturelles qui vient capter ces nutriments. De plus, l'état des installations septiques sur le territoire est peu connu. Une vérification de l'efficacité des installations septiques dans le bassin versant du lac Etchemin par la municipalité serait très pertinente. Il est difficile autrement de qualifier l'ampleur de la problématique des installations septiques non conformes sur la qualité de l'eau. La recommandation suivante est d'ailleurs formulée dans le rapport produit en 2021 par la municipalité et le groupe Akifer:

Obtenir les données concernant les installations septiques par municipalité et créer un inventaire des installations septiques non conformes. De plus, favoriser des programmes de vidange de fosses septiques gérés par la municipalité.

Le RAPPEL abonde également dans le sens de cette recommandation. Étant donné leur grand nombre sur le territoire, la vérification de conformité des installations septiques sera une longue tâche. Celle-ci devrait d'abord débiter par les résidences situées à 100 m ou moins du lac et ensuite s'étendre aux bâtiments à proximité des tributaires du lac.

4.5 Traverses de cours d'eau

Plusieurs problématiques ont été observées au niveau des ponceaux installés sur le réseau routier qui sillonnent le bassin versant du lac Etchemin ainsi que sur des propriétés privées. Il s'agit de la problématique la plus fréquemment observée lors des diagnostics de bassins versants effectués par le RAPPEL. Des améliorations sont proposées à la section 3.3 pour chacun des ponceaux problématiques observés dans le cadre de l'inventaire terrain. Pour tout nouveau ponceau installé, il est essentiel que ces principes de base soient respectés :

- Les ponceaux devraient être préalablement dimensionnés à l'aide d'une étude hydrologique. Ceci est particulièrement important pour les ponceaux de cours d'eau. Les ponceaux de drainage doivent avoir un diamètre minimal de 450 mm ;
- Les talus de ponceau doivent être stabilisés systématiquement à l'aide d'un géotextile recouvert d'un enrochement ;
- Les ponceaux doivent être enfouis d'au moins 10 % de leur diamètre dans le sol naturel en place afin de ne pas créer de chute à leur sortie. Les chutes causent de l'érosion et peuvent constituer un obstacle aux déplacements des poissons.

Il est important de mentionner qu'à moyen et long terme, un ponceau adéquatement installé coûte beaucoup moins cher qu'un mal installé ou sous-dimensionné. De plus, des ponceaux inadéquats peuvent causer de sérieux bris au niveau des chemins, et les apports en sédiments au cours d'eau qui en résulte peuvent être majeurs et néfastes pour l'environnement.

4.6 Activité forestière

Le bassin versant du lac Etchemin est dominé par le milieu forestier, ce qui est en général excellent pour la qualité de l'eau d'un lac. Toutefois, l'exploitation forestière est relativement intensive sur le territoire. Les coupes de jardinage et les coupes partielles, telles que pratiquées abondamment au sud du Québec, ont des impacts négligeables sur la qualité de l'eau. Cependant, un grand nombre de coupes à blancs de grandes superficies ont été observées dans le bassin du lac, dont certaines dans des secteurs en pente près du lac (points 1641 et 1643). Ce mode d'aménagement sylvicole semble privilégié par les groupements forestiers du territoire, et il est probablement justifié d'utiliser ce traitement en fonction des types de peuplement, de leur âge et du risque de mortalité par chablis ou par des maladies. Toutefois, lorsqu'une partie de la forêt subit une coupe à blanc, l'évaporation de l'eau par la végétation diminue et le ruissellement augmente, ce qui peut contribuer à l'érosion des tributaires. De plus, les eaux de pluie ruisselant sur ces sols transportent alors vers les lacs et cours d'eau une plus grande quantité d'éléments nutritifs, de particules et de matières organiques dissoutes. Dans l'optique de protéger le lac Etchemin, il serait important de demeurer prudent sur l'aménagement par coupe à blanc dans le bassin versant. En ce sens, la municipalité pourrait se doter d'une réglementation régissant les activités forestières sous sa juridiction. Il serait pertinent d'organiser une rencontre entre la municipalité et les acteurs forestiers du territoire, dont les groupements forestiers, afin de discuter des pratiques sylvicoles en lien avec la protection du lac Etchemin.

4.7 Réseau routier

L'érosion du réseau routier a été identifiée comme une cause majeure de la dégradation de la santé de plusieurs lacs étudiés par le Rappel au sud du Québec. Ce n'est pas le cas heureusement pour le lac Etchemin. En effet, la majeure partie du réseau routier dans le bassin versant du lac Etchemin est asphaltée et donc peu sensible à l'érosion. En plus, il n'y a pas de surexcavation des fossés comme c'est souvent observé sur d'autres territoires, et ceux-ci sont généralement bien végétalisés. Par contre, pour les quelques endroits où des fossés ont été creusés récemment, ceux-ci ont été laissés à nus. Il serait important de stabiliser les fossés par l'ensemencement et des matelas anti-érosion immédiatement après les travaux d'entretien afin de limiter les apports en sédiments. D'autre part, des

fossés en pente très forte et en érosion sévère ont été observés sur le 10^e et le 12^e Rang du côté sud du lac (points 1684 à 1687). Les sédiments érodés sont transportés directement au lac sans aménagement pour les retenir (trappes à sédiments). Étant donné la pente, il serait nécessaire d'empierrer complètement ces fossés dans leurs sections les plus abruptes, et d'aménager une série de seuils en pierres pour ralentir l'eau dans les sections où la pente est modérée.

Pour obtenir de l'information détaillée concernant les bonnes pratiques pour contrer l'érosion des fossés routiers (ex. : méthode du tiers inférieur, mise en place de seuils de pierre, aménagement de trappes à sédiments, etc.), le guide technique « Gestion environnementale des fossés » s'avère un outil très intéressant (RAPPEL, MRC Brome-Missisquoi, MRC du Granit, 2012). Depuis plusieurs années, le RAPPEL donne des formations à travers tout le Québec sur la gestion environnementale des fossés aux employés des travaux publics, aux inspecteurs municipaux et aux opérateurs de machinerie. Cette formation serait très pertinente pour le personnel de la municipalité de Lac-Etchemin. L'emploi des techniques démontrées dans le cadre de cette formation permet de diminuer les apports en sédiments au cours d'eau en plus de diminuer de manière significative les coûts d'entretien des chemins.

4.8 Plantes aquatiques

L'inventaire des plantes aquatiques a permis de dresser le portrait des herbiers de plantes aquatiques retrouvés au lac Etchemin. Il est important de rappeler que la présence de plantes aquatiques sur le littoral d'un lac est tout à fait normale. Les plantes aquatiques sont des intégrateurs temporels de la qualité d'un milieu aquatique à moyen et à long terme, car leurs exigences englobent à la fois la nature du substrat sur lequel elles s'implantent (sédiments) de même que la qualité de l'eau (O'Sullivan et Reynolds, 2004). L'expansion ou la densification accélérée des herbiers de plantes aquatiques peut cependant être un signe qu'un lac s'eutrophie prématurément, souvent en raison des apports en nutriments d'origine anthropique. Ces apports peuvent provenir de partout à l'intérieur du bassin versant et voyager jusqu'au lac via les nombreux tributaires l'alimentant (Ansari *et al.*, 2010). Il ne suffit donc pas d'agir pour contrôler les plantes aquatiques en tant que telles, il faut plutôt tenter de régler les problèmes en amont. À noter qu'afin de limiter la dispersion des sédiments et une propagation accélérée des plantes aquatiques, il est conseillé aux bateaux à

moteur (électrique et à essence) d'éviter de circuler dans les zones de faible profondeur d'eau et à fond vaseux, ainsi que dans les herbiers denses.

4.8.1 Plantes aquatiques présentes

Le littoral du lac Etchemin est généralement peu recouvert d'herbiers denses de plantes aquatiques, à l'exception de quelques secteurs où des herbiers de plus de 60% sont présents, tel qu'à l'exutoire, près de l'écoparc, près du club nautique, et à l'entrée du ruisseau Gourde. Ces résultats concordent avec le niveau peu avancé d'eutrophisation du lac (stade oligotrophe) qui est suggéré par les résultats de suivi de qualité de l'eau de 2009 à 2014.

Aucun individu de myriophylle à épis ni aucune autre espèce exotique envahissante aquatique n'a été repéré au lac Etchemin, ce qui constitue une bonne nouvelle pour les usagers du plan d'eau. Cependant, il est important que les utilisateurs de celui-ci, ainsi que les acteurs de protection y œuvrant, soient sensibilisés aux méthodes de propagation de ces espèces, ainsi qu'à leur identification afin de pouvoir agir le plus vite possible dans la regrettable éventualité où elle ferait son apparition dans le lac.

4.8.2 Myriophylle à épis

Le myriophylle à épis a envahi environ 50 % des lacs de l'Estrie, dont le lac Mégantic et le lac Aylmer. Plusieurs lacs dans Chaudière-Appalaches sont également envahis et plusieurs milliers de dollars ont été investis pour tenter de contrôler cette espèce. Si ce myriophylle était introduit au lac Etchemin, il pourrait coloniser une bonne partie du littoral du lac, et ce, à des densités très élevées. Dans ce cas, il pourrait remplacer les espèces indigènes présentes et modifier l'écosystème aquatique de manière significative. Comme c'est le cas pour tous les lacs environnants, il faut à tout prix empêcher l'envahissement par le myriophylle à épis. La principale voie de propagation de cette plante est par des fragments de plants restés accrochés à des embarcations (bateau, kayak, canot) allant d'un lac affecté vers un lac non affecté. Les embarcations de tout type ayant été utilisées sur d'autres plans d'eau devraient être nettoyées avant leur utilisation sur le lac Etchemin. Tous les utilisateurs du lac devraient être sensibilisés à propos de cette menace et un maximum de suivis devrait être réalisé par les riverains afin de détecter toute nouvelle apparition de cette espèce dans le lac. L'idéal serait que chaque année, des bénévoles procèdent à l'inventaire de tout le lac. En ce sens, le RAPPEL peut offrir une petite formation

théorique et pratique aux bénévoles riverains pour le suivi de détection du myriophylle à épis. En cas de détection potentielle d'individus de myriophylle à épis, des photos pourront être envoyées à un biologiste du RAPPEL pour validation.

4.8.3 Gestion des plantes aquatiques

Comme expliqué dans les sections « Mise en contexte » et « Les rôles des plantes aquatiques [...] » de ce présent rapport, les plantes aquatiques ont des rôles cruciaux dans le maintien de la biodiversité et du développement sain de la vie aquatique dans un lac. Il n'est donc pas recommandé de les couper, de les arracher ou de les recouvrir avec des toiles. De plus, il est important de noter que plusieurs espèces de plantes aquatiques se reproduisent et se propagent par fragmentation et bouturage. Lorsque des travaux sont faits dans les herbiers, il est inévitable que des fragments de plantes se dispersent et finissent par éventuellement s'enraciner, pouvant densifier certains herbiers existants et en créer de nouveaux. Ceci aura l'effet inverse de celui recherché. La remise en suspension des sédiments lorsque les plantes sont manipulées peut aussi contribuer à l'effet inverse en relâchant des nutriments préalablement non disponibles aux plantes.

Cela dit, des travaux d'arrachage léger et de coupe manuelle légère sont autorisés par les ministères concernés (ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs) pour les propriétaires de quai, d'une rampe de mise à l'eau, ou pour les gestionnaires de plages publiques, si ces travaux sont faits dans le but de maintenir l'usage de ces infrastructures. Pour les riverains, un corridor d'un maximum de 4 m de large perpendiculairement à la rive peut être créé devant leur propriété, dans le but de permettre la mise à l'eau d'embarcations ou de libérer une zone de baignade.

4.8.4 Niveau trophique et plantes aquatiques

Le vieillissement d'un lac, qu'on appelle « eutrophisation », est tout à fait normal. Tout lac débute au stade trophique « oligotrophe », et passe par le niveau « mésotrophe » avant de terminer au stade « eutrophe ». L'eutrophisation se caractérise par une augmentation de la productivité et engendre des changements importants dans l'écosystème aquatique. Ce vieillissement des lacs se produit naturellement à l'échelle géologique, c'est-à-dire sur des milliers

d'années, voire des centaines de milliers d'années. Toutefois, le processus se trouve fortement accéléré par les activités humaines qui causent une augmentation des apports en nutriments et en sédiments, au point tel qu'il peut se compléter en une dizaine d'années. Une eutrophisation accélérée cause donc une détérioration rapide de la qualité des eaux. Non seulement la qualité esthétique, le goût et l'odeur de l'eau sont affectés par l'eutrophisation, mais la composition de la faune, dont celle des espèces de poissons d'intérêt sportif, est également modifiée. La santé et la pérennité du plan d'eau ainsi que les différents usages humains sont donc grandement affectés par l'eutrophisation accélérée des lacs (RAPPEL, 2021).

Toutefois, certaines plantes affectionnent plus particulièrement certains types de milieux. Plusieurs espèces présentes au lac Etchemin, telles que la naïade flexible, le myriophylle grêle, l'eriocaulon aquatique et la lobélie de Dortmann, préfèrent les lacs oligotrophes au lac eutrophe (RAPPEL, 2021). De plus, plus de 60% des herbiers ont une densité de plantes de moins de 50%, et seulement 23% des herbiers ont une forte densité (soit de 70% et plus). Cela est caractéristique de lacs oligotrophe et mésotrophe. Cela dit, les plantes ne peuvent être utilisées comme seul indicateur afin de déterminer le statut trophique d'un plan d'eau puisque plusieurs autres facteurs peuvent influencer leur présence (type de substrat, propriétés physico-chimiques de l'eau, etc.).

4.9 Bande riveraine

Il est essentiel que les bandes riveraines du lac et de ses tributaires soient protégées afin d'offrir un bouclier naturel contre les contaminants. En fait, par sa présence, la bande riveraine joue plusieurs rôles essentiels, que le RAPPEL a historiquement désignés comme étant les 4F, soit :

- **F**reiner les sédiments en ralentissant les eaux de ruissellement et en prévenant l'érosion ;
- **F**iltrer les polluants en absorbant les nutriments prévenant ainsi la prolifération des végétaux aquatiques ;
- **R**afraîchir l'eau en fournissant de l'ombre ;
- **F**avoriser la faune et la flore en fournissant un milieu corridor propice à leur nutrition et à leur reproduction.

Une rive rendue artificielle par la coupe du gazon, par la coupe d'arbres ou par toute autre intervention humaine peut difficilement remplir ces rôles et ouvre la

porte aux processus érosifs. D'autre part, l'absence de végétation entraîne souvent l'érosion des rives, car le réseau racinaire des végétaux en bande riveraine est important pour maintenir le sol en place et ainsi stabiliser la berge. Enfin, il va sans dire que plus la largeur de la bande riveraine est importante, plus grande est son efficacité dans le maintien de la qualité de l'eau. La figure 15 présente les largeurs optimales de la bande riveraine en regard des divers rôles environnementaux qui lui sont attribués.

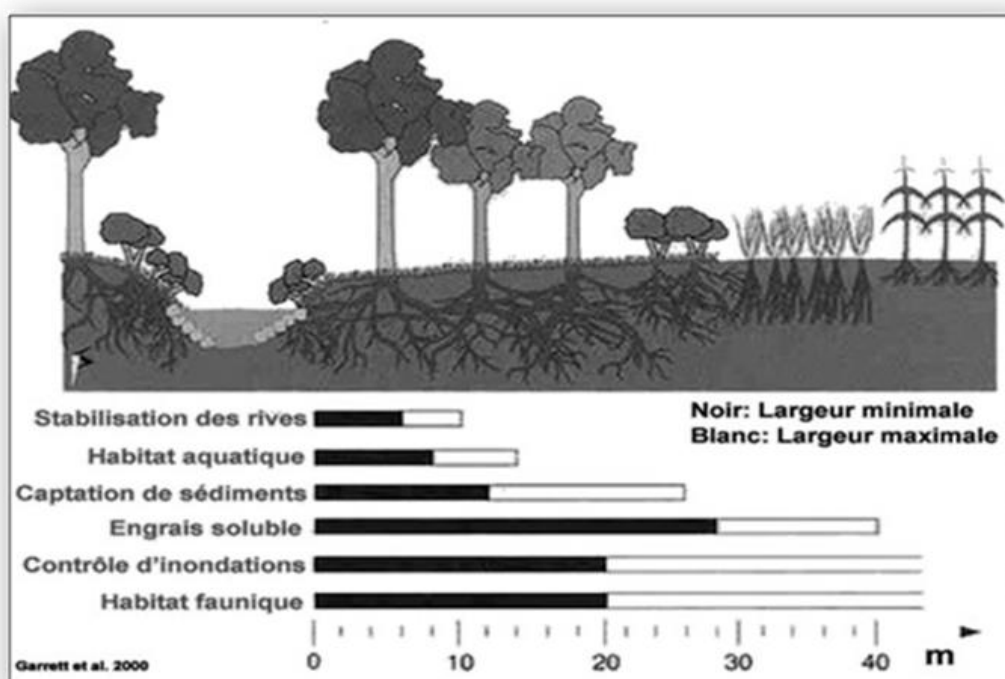


Figure 15. Largeur optimale de la bande riveraine selon diverses fonctions environnementales (Source : Shultz et collab. 2000).

Il est recommandé que toutes les bandes riveraines non réglementaires identifiées dans la présente étude soient renaturalisées et la municipalité est l'entité responsable de faire respecter cette réglementation.

5 CONCLUSION

Le lac Etchemin est un lac en bonne santé selon les résultats des suivis de qualité de l'eau réalisés de 2009 à 2014, ainsi que selon l'inventaire des plantes aquatiques réalisé dans le cadre de la présente étude. Cependant, il s'agit d'un lac fragile qui est soumis à une grande pression humaine. Des actions doivent être entreprises à court et moyen terme afin de maintenir la qualité de ce lac. Pour se faire, il est recommandé de réaliser les actions proposées à la section 3.3 en débutant par les problématiques de catégorie 1 (sites moyennement à fortement dégradés). Voici également une série de recommandations générales prioritaires qui visent à protéger le lac :

- Implanter une réglementation pour le contrôle de l'érosion des sols. De plus, des ressources suffisantes devront être utilisées afin de faire respecter cette réglementation étant donné le grand nombre de chantiers sur le territoire.
- Réglementer la construction de chemins et de résidence dans les pentes fortes du territoire.
- Réglementer les coupes à blanc dans les secteurs en pente situés près du lac et des tributaires et, idéalement, pour l'ensemble du bassin versant. En ce sens, des discussions avec les acteurs forestiers pourraient être nécessaires.
- Mettre en place une série d'actions pour limiter les risques d'introduction d'espèces exotiques envahissantes dans le lac Etchemin notamment, la sensibilisation des usagers, un plus grand contrôle des embarcations et l'implantation d'au moins une station de lavage.
- Instaurer un programme de surveillance et de détection du myriophylle à épis à la grandeur du lac qui pourrait être réalisé par des bénévoles. Ces derniers pourraient être formés par le RAPPEL.
- Vérifier la conformité des installations septiques individuelles sur le territoire en débutant d'abord par celles situées près du lac et de ses tributaires
- Sensibiliser les résidents sur l'importance de bien gérer les eaux de ruissellement sur leur propriété, et exiger des mesures permettant

l'atteinte de taux de relâche cible pour toutes nouvelles constructions ou tous projets de développement.

- Réglementer l'utilisation d'engrais et des pesticides dans le bassin versant et limiter les apports en polluant du secteur urbain de la municipalité.
- Corriger un maximum de ponceaux problématiques sur le territoire et promouvoir les bonnes pratiques pour l'installation de tout nouveau ponceau afin d'obtenir des infrastructures durables et respectueuses de l'environnement.
- Stabiliser par empierrement les fossés les plus problématiques du bassin versant et stabiliser systématiquement et rapidement tout fossé entretenu.
- Faire respecter la réglementation portant sur la largeur des bandes riveraines du lac et de ses tributaires.
- Limiter l'artificialisation des berges du lac. L'empierrement doit se limiter uniquement à la limite de la ligne des hautes eaux (LHE) et en deçà de celle-ci aux endroits où l'érosion est sévère et où la stabilisation végétale ne suffit pas. De plus, tout travail sous la LHE doit passer par le processus d'autorisation environnemental du gouvernement.
- En 2022, il serait pertinent de mesurer la chlorophylle *a*, le phosphore total et le carbone organique dissous à la fosse du lac dans le cadre du RSVL puisque ces paramètres n'ont pas été mesurés depuis maintenant sept ans. Ceci permettrait de vérifier si le lac a maintenu son état de santé depuis la prise des dernières données.

6 RÉFÉRENCES

- ANSARI, A. A., SINGH, G. S. LANZA, G. R. & W. RAST (2010). *Eutrophication: Causes, Consequences and Control, Volume 1*. Springer.
- BLAIS, S. (2008). *Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries. Comment les distinguer des végétaux observés dans nos lacs et nos rivières*. 3^e édition. Direction de suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.
- BRÖNNMARK, C. & L.-A. HANSSON (2005). *The Biology of Lakes and Ponds*. Second edition, Oxford University Press.
- CARLSON ROBERT E. (1977). **A trophic state index for lakes**. in *Limnology and Oceanography*. 22 (2) : 361-369 p.
- CONSEIL RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES (2019). **Portrait préliminaire du lac Lacoste, Rivière-Rouge**, Programme de Soutien technique des lacs de Bleu Laurentides, 45 p.
- CANADENSYS (2020). *Base de données des plantes vasculaires du Canada (VASCAN)*. [En ligne : <https://data.canadensys.net/vascan/>]
- CLARKE, S. J. (2012). *Aquatic Plants*. Dans: Bengtsson, L., Herschy, R. W. & R. W. Fairbridge *Encyclopedia of Lakes and Reservoirs*, Volume 77. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Springer.
- CROW, G. E. & C. B. HELLQUIST (2000a). *Aquatic and wetland plants of Northeastern North America. Volume I: Pteridophytes, Gymnosperms and Angiosperms: Dicotyledons*. The University of Wisconsin Press.
- CROW, G. E. & C. B. HELLQUIST (2000b). *Aquatic and wetland plants of Northeastern North America. Volume II: Angiosperms: Monocotyledons*. The University of Wisconsin Press.
- DENIS-BLANCHARD, Ariane (2015). **Effet du développement résidentiel sur la distribution et l'abondance des macrophytes submergés dans la région des Laurentides et de Lanaudière**. Université de Montréal : Faculté des arts et des sciences, Département de sciences biologiques. En ligne [<https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/13449>] 103 p.
- FASSETT, N. C. (1957). *A Manual of Aquatic Plants*. Second Edition. University of Wisconsin Press.

- FLORA QUEBECA. (2020). Clés d'identification. [En ligne : <https://www.floraquebeca.qc.ca/florefamille/cles-didentification/>]
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2021). **Atlas de l'eau – lac Etchemin**. En ligne [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/index.htm>] Consulté en novembre 2021.
- GREENE, Mélissa (2012). **Effet du développement résidentiel sur l'habitat et la distribution des macrophytes dans les lacs des Laurentides**. Université de Montréal : Faculté des arts et des sciences, Département de sciences biologiques. En ligne [<https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/8538>] 81 p.
- HADE, André (2003). **Nos lacs : les connaître pour mieux les protéger**. Montréal. Fides. 359 p.
- HÅKANSON, L. & M. JANSSON (1983). *Principles of Lake Sedimentology*. Springer-Verlag.
- LAMBERT, Daniel (2006). **La réponse du périphyton sur différents substrats au développement résidentiel des bassins versants des lacs des Laurentides**. Université de Montréal : Faculté des arts et des sciences, Département de sciences biologiques. En ligne [<https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/17070>] 132 p.
- LAMBERT, Daniel, CATTANEO Antonella et CARIGNAN Richard (2008). **Role of periphyton in ecological assessment of lakes** in Can. J. Fish. Aquat. Sci. 65 : 258-265 p.
- LAPOINTE, M. (2014). *Plantes de milieux humides et de bords de mer du Québec et des maritimes*. Éditions Michel Quintin.
- LAVOIE, C. (2019). *50 plantes envahissantes*. Les publications du Québec.
- MARIE-VICTORIN, F. (2002). *Flore laurentienne*. Troisième édition. Éditions Les Presses de l'Université de Montréal.
- MDDELCC (2014). *Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec*. [En ligne : http://www.environnement.gouv.qc.ca/rapportsurleau/Etat-eau-ecosysteme-aquatique-qualite-eau-Quelle-situation_lacs.htm]

- MEUNIER, P. 1980. *Écologie végétale aquatique*. Service de la qualité des eaux. Ministère des Richesses naturelles du Québec.
- MICHIGAN FLORA ONLINE. (2020). University of Michigan. [En ligne : <https://michiganflora.net>]
- MUNICIPALITÉ DE LAC-ETCHEMIN & AKIFER. (2021). Analyse de la vulnérabilité de la source pour le prélèvement d'eau de surface – Rapport Technique. n°X0008245-3. 24 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP) (2013). **Guide pour l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau en lac**. Gouvernement du Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement, 30 p. + 1 annexe. En ligne [<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/Guide-eval-bacteriologique-eau-lac.pdf>] Consulté en juin 2021.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (MSSS) (2014). **Bilan de santé publique sur les algues bleu-vert, de 2006 à 2012**. Gouvernement du Québec, Groupe cyanobactéries de la Table nationale de concertation en santé environnementale (TNCSE). 37 p. En ligne [<https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2013/13-290-02W.pdf>] Consulté en octobre 2021
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2021). **Fiche de résultats – lac Etchemin**. Gouvernement du Québec, Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL). En ligne [https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/relais/rsvl_details.asp?fiche=437] Consulté en novembre 2021.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES (2019). **Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ)**. Partenariats Données Québec. En ligne [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/grhq>] Consulté en novembre 2021.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES (2018). **Cartes topographiques à l'échelle de 1/20 000 (BDTQ)**. Partenariats Données Québec. En ligne [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/cartes-topographiques-a-l-echelle-de-1-20-000>] Consulté en novembre 2021.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2021A). **Critères de qualité de l'eau de surface**.

Gouvernement du Québec, En ligne

[https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp] Consulté en octobre 2021.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2021B). **Liste des plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert de 2004 à 2017 et des plans d'eau récurrents signalés de 2013 à 2015.** Gouvernement du Québec. En ligne [<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/bilan/Liste-plans-eau-touchees-abv.pdf>] Consulté en novembre 2021.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2021C). **Algues bleu-vert = Cyanobactéries.** Gouvernement du Québec. En ligne [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/index.asp>] Consulté en octobre 2021.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2019). **Aire de drainage des lacs.** Partenariats Données Québec. En ligne [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/aires-de-drainage-de-lacs>] Consulté en novembre 2021.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2019A). **Milieus humides potentiels.** Partenariats Données Québec. En ligne [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/milieus-humides-potentiels>] Consulté en novembre 2021.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC) (2016). **Bathymétrie du lac Etchemin.** Gouvernement du Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement (DSEE). En ligne [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/index.htm>] Consulté en novembre 2021

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP) (2020). **Lits d'écoulements potentiels issus du LiDAR.** Partenariats Données Québec. En ligne [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/lits-d-ecoulements-potentiels-issus-du-lidar>] Consulté en novembre 2021.

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP) (2015). **Carte écoforestière originale et résultats d'inventaire.** Partenariats Données

Québec. En ligne

[<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/resultats-d-inventaire-et-carte-ecoforestiere>] Consulté en novembre 2021.

NATIVE PLANT TRUST. (2021). Go Botany: Native Plant Trust. [En ligne : <https://gobotany.nativeplanttrust.org/>]

O'SULLIVAN, P.E. & C.S. REYNOLDS. (2004). *The Lakes Handbook Volume 1: Limnology and Limnetic Ecology*. Blackwell Publishing.

POURRIOT ET MEYBECK (1995). **Limnologie générale**. Paris : Édition Masson; Collection d'écologie, 956 p.

RAFFERTY, J. P. (2011). *The Living Earth: Lakes and Wetlands*. The Rosen Publishing Group, Inc.

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. Réd. A. Gagnon-Légaré et J. Pedneau, Sherbrooke, 319 p.

RAPPEL, MRC Brome-Missisquoi, MRC du Granit. (2012). Guide technique – Gestion environnementale des fossés. [En ligne : https://mrcbm.qc.ca/fr/eau_guide.php].

ROTH, R. A. (2009). *Greenwood Guides to Biomes of the World Volume 7: Freshwater Aquatic Biomes*. Greenwood Press.

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.

WETZEL, R.G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Third Edition. Academic Press.

ANNEXE 1. CRITÈRES HYDROMORPHOLOGIQUES POUR LA CLASSIFICATION DES LACS

Critères pour la classification du temps de renouvellement de l'eau des lacs de la région des Laurentides (CRE Laurentides, 2019)

Classification	Temps en année(s)
Long	≥ 5
Modérément long	$\geq 2 - 5$
Modérément court	$\geq 1 - 2$
Court	$\geq 0,5 - 1$
Très court	$< 0,5$

Critères pour la classification du ratio de drainage des lacs de la région des Laurentides (CRE Laurentides, 2019)

Classification	Superficie du BV/Superficie du lac (Ad/A0)
Très faible	< 6
Faible	$\geq 6-10$
Normal	$\geq 10-25$
Élevé	$\geq 25-50$
Très élevé	> 50

ANNEXE 2. Cartes de résultats de l'inventaire de plantes aquatiques

ANNEXE 3. DESCRIPTION GÉNÉRALE DES PRINCIPALES MACROPHYTES INVENTORIÉES

Algues Chara et Nitella



Les algues *Chara* et *Nitella* sont belles et bien des algues même si elles ressemblent à première vue à des plantes aquatiques. En effet, malgré leur taille d'environ 30 cm, les espèces du groupe des algues *Chara* et de celui des algues *Nitella* sont dépourvues de véritables racines, nervures, tige et feuilles comme toutes les autres algues. Ces algues ne forment pas de véritables fleurs et se reproduisent à partir de spores jaunes. On les reconnaît aussi à l'odeur typique de la moufette que

nombreuses d'entre elles dégagent. L'identification des espèces d'algues *Chara* et *Nitella* requiert habituellement un examen en laboratoire, c'est pourquoi nous les avons traitées conjointement. Ces algues ont l'allure de petites branches grêles et plusieurs fois divisées. Selon nos observations, ces algues peuvent former, à différentes profondeurs, un tapis vert fluorescent à noir.



Éléocharide des marais (*Eleocharis palustris*)

L'éléocharide des marais se retrouve un peu partout au Québec. Elle se retrouve dans les marais, les lacs et les rivières, en eaux peu profondes (0,5 m) et préfère les substrats à particules fines (vaseux et sableux). L'éléocharide forme des colonies denses presque pures, mais se retrouve souvent en compagnie de la prêle fluviatile et du scirpe des étangs. Plante sans feuilles et à tige dressée et cylindrique, l'éléocharide porte une fructification brun pâle à son sommet et peut atteindre une hauteur de deux mètres.

Eriocaulon



Le genre *Eriocaulon* se reconnaît par ses feuilles longuement triangulaires disposées en rosette à la surface du sol, formant de petites touffes (Crow & Hellquist, 2000b). Ses nombreuses et minuscules fleurs sont disposées au bout d'une longue hampe florale (Marie-Victorin, 1995). Ses racines sont nettement cloisonnées, c'est-à-dire qu'on peut voir clairement des petites sections de racines (Crow & Hellquist, 2000b). Deux espèces d'ériocaulon sont présentes sur le territoire québécois (Canadensys, 2020).

L'**ériocaulon aquatique** (*Eriocaulon aquaticum*) est une plante aquatique commune au Québec. Cette espèce, haute de quelques centimètres, colonise essentiellement les eaux tranquilles et peu profondes (moins d'un mètre) des lacs et des rivières (Marie-Victorin, 1995). Sa longue hampe florale (jusqu'à un mètre) nue émerge de l'eau et porte un capitule (inflorescence) sous-globulaire, donnant l'impression qu'une broche à tricoter est piquée dans l'eau (Lapointe, 2014). Elle vit typiquement sur un substrat de gravier ou de sable dans les lacs oligotrophes (Fleurbec, 1987).



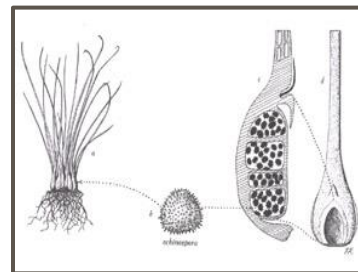
L'**ériocaulon de Parker** (*Eriocaulon parkeri*) est une espèce rare des milieux côtiers (Crow & Hellquist, 2000b), répertoriée au Québec seulement sur les grèves estuariennes du Saint-Laurent (Marie-Victorin, 1995). Pour le distinguer de l'ériocaulon aquatique, on remarquera que sa hampe florale est généralement courte (maximum de 20 cm) et que son capitule est plutôt hémisphérique (forme d'une demi-sphère) (Marie-Victorin, 1995).

Peut être confondu avec : *Isoetes*, *Sagittaria*, *Littorella*, *Lobelia dortmanna*...

Isoète (*Isoetes* sp.)



L'isoète est une plante aquatique submergée, commune dans notre région, qui peut mesurer jusqu'à une vingtaine de centimètres. Ses feuilles linéaires se rassemblent en rosette à la surface du sol, lui conférant l'apparence d'une petite touffe d'herbe. On la reconnaît aussi à ses minuscules spores blanchâtres (femelles) ou brunâtres (mâles) à la base de chacune de ses feuilles (Crow & Hellquist, 2000a). Les isoètes habitent, de façon typique, les lacs oligotrophes où croissent sur divers



substrats à des profondeurs variées (Lapointe, 2014). On recense neuf espèces d'isoètes au Québec (Canadensys, 2020). Elles se distinguent par la surface de leurs spores femelles (mégaspores) qui doit être regardée au microscope (Crow & Hellquist, 2000a).

Peut être confondu avec : *Eriocaulon*, *Sagittaria*, *Littorella*, *Lobelia dortmanna*, *Schoenoplectus subterminalis*, *Juncus pelocarpus*...

Joncs (*Juncus* sp.), Graminées (*Poaceae* sp.) et Scirpes (*Scirpus* sp.)



Ces trois familles comprennent plusieurs espèces qui sont largement répandues sur le territoire québécois (Marie-Victorin, 1995). Il s'agit de plantes herbacées qui poussent en colonies. Ces plantes s'installent sur la terre ferme ou bien dans la zone littorale des lacs et des milieux humides. On les retrouve habituellement à moins d'un mètre de profondeur où ils participent à stabiliser la rive. On reconnaît les joncs à leur tige cylindrique et nue et à leurs fleurs rassemblées en un bouquet qui semble attaché sur le côté de la tige. Pour leur part, les graminées se distinguent par leur tige cylindrique et creuse munie d'une gaine enveloppante (comme chez les poireaux). Quant à eux, les scirpes possèdent de petits épillets bruns.



Naiade flexible (*Najas flexilis*)

La naiade flexible est une plante aquatique submergée de petite taille, 2-10 cm de hauteur, très commune dans les eaux douces de notre région (Marie-Victorin, 1995). On reconnaît cette espèce à son allure buissonneuse densément garnie de petites feuilles triangulaires. Ses fleurs et ses fruits sont à peine visibles. Selon nos observations, la naiade s'enracine dans les substrats sablonneux, graveleux ou vaseux à différentes profondeurs. En fait, il peut s'installer dans quelques centimètres à plusieurs mètres d'eau pourvu que la lumière y pénètre.

Nénuphars jaunes (*Nuphar* sp.)

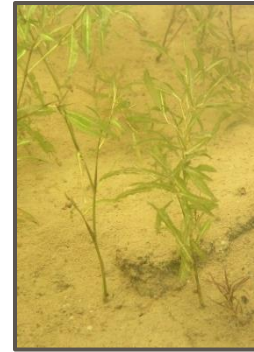
Les nénuphars sont des plantes aquatiques communes au Québec (Lapointe, 2014). On les reconnaît par leurs grandes feuilles flottantes en forme de cœur et leurs fleurs d'un jaune vif, parfois teintées de pourpre (Fleurbec, 1987 ; Marie-Victorin, 1995). Les nénuphars possèdent aussi des feuilles submergées disposées en rosette à la base du plant. On les voit dans les eaux tranquilles des lacs, des rivières et des tourbières (Lapointe, 2014). Trois espèces se trouvent sur le territoire québécois (Canadensys, 2020).



Le **petit nénuphar jaune** (*Nuphar microphylla*) est l'espèce ayant la fleur la plus petite, soit moins de 20 mm de diamètre, et des feuilles ayant entre 7 et 10 cm de long (Marie-Victorin, 1995). Le **grand nénuphar jaune** (*Nuphar variegata*), comme son nom l'indique, est de plus grande taille. Ses fleurs ont un diamètre d'environ 45 mm et la longueur de ses feuilles varie entre 17 et 28 cm (Marie-Victorin, 1995), pouvant aller jusqu'à 40 cm (Crow & Hellquist, 2000a). Le **nénuphar à disque rouge** (*Nuphar × rubrodisca*) est quant à lui un hybride des deux autres. Ses fleurs ont un diamètre se situant entre 25 et 35 mm et ses feuilles entre 7 et 20 cm de longueur (Marie-Victorin, 1995).

Potamot graminioïde (*Potamogeton gramineus*)

En raison de ses formes extrêmement variables, l'identification du potamot graminioïde s'avère être une véritable difficulté. Ce potamot indigène compte plusieurs variétés et hybrides qui sont reliés par des formes intermédiaires. De façon simplifiée, nous le reconnaissons à ses feuilles submergées translucides, rougeâtres et lancéolées. Le potamot graminioïde se retrouve un peu partout dans les eaux tranquilles des lacs, des rivières et des marais (Marie-Victorin, 1995). Il semble s'adapter à différents substrats et profondeurs d'eau.



Le **potamot à grandes feuilles (*Potamogeton amplifolius*)** fait partie des potamots dont la base des feuilles est non-embrassante et dont le limbe est non linéaire.

On le distingue grâce à ses grandes feuilles submergées rougeâtres et courbées portant entre 30 et 40 nervures (Marie-Victorin, 1995). Ses feuilles flottantes ovales et ses épis dressés qui tapissent l'eau se voient fréquemment dans les plans d'eau du Québec (Lapointe, 2014).

Prêle (*Equisetum sp.*)

La prêle, lorsqu'inventoriée dans un lac, est une plante émergente qui se retrouve en eaux peu profondes. La tige de la prêle est raide avec une cavité centrale, porte des gaines avec des dents, ressemblant à des nœuds. Dépendamment du substrat, la prêle peut développer des verticilles de rameaux.

**Quenouilles (*Typha sp.*)**

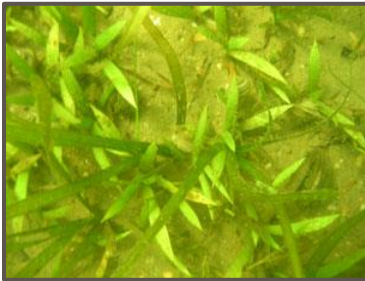
La quenouille est une plante bien connue des milieux humides. Ses grands épis bruns, sa tige jaunâtre creuse et ses longues feuilles rubanées verticales la rendent facilement identifiable. Les deux espèces présentes au Québec, *T. latifolia* et *T. angustifolia*, se chevauchent et des intermédiaires entre les deux sont également possibles.

Rubaniers (*Sparganium* sp.)

Les longs fettuccinis, fréquents dans nos régions, mais peu comestibles, des rubaniers ne passent jamais inaperçus. Ces plantes, modérément limitantes pour les activités aquatiques, peuvent former des colonies denses et étendues. Les rubaniers possèdent de longues feuilles rubanées, un à deux mètres de long, qui flottent sur l'eau. On les reconnaît aussi à leurs fruits en forme d'œuf épineux qui se dressent hors de l'eau. Les rubaniers peuvent vivre dans une ample gamme d'habitats. Ils poussent sur différents substrats dans les secteurs tranquilles des lacs, des ruisseaux et des rivières. Ils s'enracinent généralement dans des eaux peu profondes de moins de deux mètres (Fleurbec, 1987).

**Sagittaire graminioïde (*Sagittaria gramineus*)**

La sagittaire graminioïde est une plante aquatique submergée mesurant une dizaine de centimètres retrouvée fréquemment dans nos lacs. Cette espèce de sagittaire est constituée d'une rosette de feuilles submergées triangulaires et recourbées comme les feuilles d'un ananas. Elle croît en eau peu profonde, essentiellement à moins de 50 cm, quoiqu'on la retrouve parfois à de plus grandes profondeurs. Elle supporte d'ailleurs bien les fluctuations du niveau de l'eau. Elle s'installe principalement sur les substrats sablonneux et parfois vaseux où elle peut former de vastes colonies. Cette plante s'adapte à différentes qualités d'eau, mais semble priser surtout les eaux oligotrophes (Fleurbec, 1987).



Références

AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA (2004) Zostéracées – pondweed family
Disponible au http://res2.agr.ca/ecorc/weeds_herbes/fam07_f.htm

CANADENSYS (2020). *Base de données des plantes vasculaires du Canada (VASCAN)*. [En ligne : <https://data.canadensys.net/vascan/>]

CARIGNAN, R. (2003) Département de Sciences biologiques de l'Université de Montréal. Communication personnelle.

CROW, G. E. & C. B. HELLQUIST (2000a). *Aquatic and wetland plants of Northeastern North America. Volume I: Pteridophytes, Gymnosperms and Angiosperms: Dicotyledons*. The University of Wisconsin Press.

CROW, G. E. & C. B. HELLQUIST (2000b). *Aquatic and wetland plants of Northeastern North America. Volume II: Angiosperms: Monocotyledons*. The University of Wisconsin Press.

FASSETT, N. C. (1957). *A Manual of Aquatic Plants*. Second Edition. University of Wisconsin Press.

FLORA QUEBECA. (2020). Clés d'identification. [En ligne : <https://www.floraquebeca.qc.ca/florefamille/cles-didentification/>]

ENVIRONNEMENT CANADA (2003) Myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*). Plantes envahissantes de milieux naturels du Canada.
Disponible à http://www.cws-scf.ec.gc.ca/publications/inv/p1_f.cfm

FLEURBEC (1987) Plantes sauvages des lacs, rivières et tourbières. Fleurbec éditeur, Saint-Augustin (Port-neuf), 399 p.

MARIE-VICTORIN, F. (1995) Flore laurentienne. Troisième édition, éditions Les Presses de l'Université de Montréal. 1093 p.

MEUNIER, P. (1980) Écologie végétale aquatique. Service de la qualité des eaux. Ministère des Richesses Naturelles du Québec. 69 p.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUEBEC (MENV) (2002) Myriophylle à épi, fiche synthèse pour information. Direction du patrimoine écologique et du développement durable, Service de la conservation de la flore et des milieux naturels, Québec, 4 p.

ANNEXE 4. DONNÉES BRUTES DE L'INVENTAIRE DE PLANTES AQUATIQUES

Tableau 9. Correspondance des codes d'espèce

Code	Nom vernaculaire	Nom latin
CarSp	Carex sp	<i>Carex sp</i>
ChaNit	Algues Chara et Nitella	<i>Chara sp Nitella sp</i>
ElePal	Éléocharide des marais	<i>Eleocharis palustris</i>
EquSp	Prêle sp	<i>Equisetum</i>
EriAqu	Ériocaulon aquatique	<i>Eriocaulon aquaticum</i>
IsoSp	Isoètes sp	<i>Isoetes</i>
LobDor	Lobélie de Dortmann	<i>Lobelia dortmanna</i>
MyrTen	Myriophylle grêle	<i>Myriophyllum tenellum</i>
NajFle	Naïade flexible	<i>Najas flexilis</i>
NupSp	Nénuphar jaune	<i>Nuphar</i>
PotAmp	Potamot à grandes feuilles	<i>Potamogeton amplifolius</i>
PotEpi	Potamot émergé	<i>Potamogeton epihydrus</i>
PotGra	Potamot à feuilles de graminée	<i>Potamogeton gramineus</i>
PotPus	Potamot nain	<i>Potamogeton pusillus</i>
PotSp	Potamot	<i>Potamogeton</i>
PotSpi	Potamot spirillé	<i>Potamogeton spirillus</i>
SagGra	Sagittaire graminéoïde	<i>Sagittaria graminea</i>
SchTab	Scirpe des étangs	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>
SpaSp	Rubanier	<i>Sparganium sp</i>
TypLat	Quenouille à feuilles larges	<i>Typha latifolia</i>

Tableau 10. Données relatives aux herbiers

ID de l'herbier	Espèce dominante	Espèce(s) sous-dominante(s)	Autre(s) espèce(s) présente(s)	Taux de recouvrement total (%)	Superficie (m ²)
1	PotAmp	PotGra	ChaNit-SagGra-PotPus	50	961
2	IsoSp	ChaNit	SagGra-NajFle-ElePal	35	1038
3	ChaNit	IsoSp-SagGra	ElePal	70	72
4	PotAmp		PotEpi-PotGra	45	1272
5	ElePal			30	34
6	MyrTen	SagGra	IsoSp-ChaNit	80	223
7	ElePal			20	67
8	ElePal			20	33
9	SagGra	ChaNit	NajFle-MyrTen-IsoSp-PotEpi-PotPus	75	1108
10	PotGra		ChaNit-PotAmp-PotEpi	85	2485
11	PotGra	ChaNit-SagGra	ElePal	70	134
12	ChaNit		SagGra-MyrTen-IsoSp	20	1971
13	ElePal			40	937
14	ChaNit		MyrTen-NajFle-SagGra-IsoSp-ElePal	90	1981
15	PotGra	ChaNit		100	886
16	PotGra	ChaNit		40	1017
17	IsoSp	SagGra	MyrTen-ElePal-ChaNit-PotGra-PotEpi	90	210
18	PotGra	ChaNit	NajFle-SagGra	95	4156
19	PotPus			40	145
20	NajFle	ChaNit	PotGra-MyrTen-IsoSp-PotEpi	80	6283
21	ElePal			30	2374
22	ChaNit	PotAmp		100	1166
23	PotGra		ChaNit	70	1040
24	PotAmp			30	312
25	PotGra	ChaNit	PotEpi-MyrTen-NajFle-ElePal-SagGra	80	2604
26	ChaNit		NajFle-MyrTen-ElePal-SagGra-IsoSp	80	7151
27	PotGra	ChaNit	PotAmp-PotSp	75	7058
28	PotAmp		PotGra	80	464
29	PotEpi		ChaNit	85	317
30	SagGra	IsoSp-ChaNit	MyrTen-PotGra-NajFle-ElePal	10	6855
31	PotGra			60	584

32	PotGra		PotAmp	90	1504
33	SagGra	ChaNit-IsoSp	PotGra-NajFle	60	1874
34	PotAmp	NajFle		70	426
35	PotGra			60	1473
36	MyrTen	ElePal	SagGra-PotSp-IsoSp-ChaNit-PotEpi- PotGra-NajFle-EriAqu-LobDor	30	5753
37	PotGra			90	2325
38	EriAqu	MyrTen	PotGra-SagGra-PotSp-ElePal-NajFle- ChaNit	80	1512
39	MyrTen	ElePal	ChaNit-PotEpi-IsoSp-SagGra-LobDor	60	454
40	MyrTen		ChaNit-IsoSp-NajFle-ElePal-PotGra	40	3087
41	PotGra			90	401
42	PotGra			90	614
43	MyrTen	SagGra	ElePal-IsoSp-PotGra-ChaNit-PotSp	30	4894
44	MyrTen	IsoSp-ChaNit	NajFle-PotSpi-PotSp	30	4672
45	NajFle	ChaNit	ElePal-PotSpi-PotSp	20	2907
46	ChaNit	IsoSp	MyrTen-SagGra-NajFle-PotAmp-PotSpi	30	2985
47	PotAmp	SagGra	PotSpi-NajFle	40	432
48	PotAmp		PotSpi	30	206
49	MyrTen		IsoSp-ChaNit-NajFle-PotAmp	40	223
50	NajFle	ChaNit	PotSpi-SagGra-PotAmp-PotSp-IsoSp	30	768
51	PotGra		PotSp-SagGra	60	10
52	PotGra	ChaNit	IsoSp-NajFle	50	4
53	ChaNit		MyrTen-IsoSp-PotSp-NajFle	30	1919
54	PotAmp		NajFle-SagGra-PotSp	40	117
55	MyrTen		PotSp-NajFle-SagGra-PotEpi-PotAmp- ChaNit-PotSpi	60	2703
56	PotAmp		IsoSp-SagGra-ChaNit-NajFle	50	175
57	PotAmp			70	153
58	ChaNit	NajFle- MyrTen	PotAmp-PotSpi	20	2231
59	MyrTen		SagGra-ChaNit-IsoSp-PotSp	40	636
60	NajFle	MyrTen	PotEpi-PotAmp-IsoSp-ElePal	40	315
61	ElePal			40	742
62	NajFle	ChaNit	PotSpi-IsoSp	30	2207
63	PotGra	PotAmp	PotEpi-NajFle-SagGra-PotSpi	60	582
64	MyrTen		NajFle-IsoSp	30	334

65	NajFle	MyrTen-IsoSp	PotEpi-PotSp-SagGra-ChaNit	50	1970
66	ElePal			30	620
67	ChaNit	SagGra	PotGra-NajFle-MyrTen-IsoSp-NupSp-PotEpi	40	1004
68	ElePal			40	2681
69	ChaNit	NajFle-MyrTen	PotEpi-SagGra-NupSp-PotSp-PotSpi-IsoSp	50	8008
70	PotGra			70	996
71	ElePal	MyrTen	SchTab-CarSp-SpaSp-SagGra	60	3625
72	NajFle	MyrTen-ChaNit	PotSpi-PotEpi-SagGra-NupSp-SpaSp-EquSp	75	5504
73	MyrTen	ChaNit	NajFle-SagGra-PotGra	5	70984
74	ElePal			25	1236
75	ElePal			45	211
76	NajFle	MyrTen	SagGra-PotGra-IsoSp-ChaNit-PotSpi-PotSp	30	4692
77	ElePal			50	137
78	MyrTen		PotGra-EriAqu-LobDor	35	2825
79	PotGra		NajFle-PotEpi	50	380
80	PotGra		PotEpi	35	383
81	NajFle		IsoSp-PotSpi-SagGra	80	498
82	TypLat			60	320
83	MyrTen		NajFle-SagGra-NupSp-PotGra-PotEpi-ChaNit-ElePal	60	1393
84	MyrTen		NajFle-SagGra-NupSp-PotGra-PotEpi-ChaNit-ElePal	5	5753
85	PotGra		PotAmp-PotPus	85	319
86	MyrTen		IsoSp-SagGra	60	1371
87	PotAmp	NajFle	PotSp	35	446
88	PotAmp	PotGra		30	1253
89	ElePal			40	543
90	MyrTen	NajFle	SagGra-PotSpi	50	1218
91	PotGra	NajFle	PotSpi-PotSp-ChaNit	75	328
92	PotAmp			5	2483
93	NajFle	PotSpi	IsoSp	15	1446
94	PotAmp		PotSp-NajFle	40	1307
95	MyrTen	IsoSp	NajFle-PotAmp-ElePal	10	2625
96	PotSp	PotAmp		70	390

97	ElePal			30	1050
98	ChaNit	IsoSp	PotAmp-MyrTen-PotSp-ElePal-NajFle	80	3141
99	PotSp	NajFle	ChaNit-IsoSp	20	1225
100	PotAmp			75	32
101	PotAmp		PotSp	55	1117
102	ChaNit	MyrTen	NajFle-IsoSp-PotSp-PotGra-ElePal-SagGra	40	3936
103	PotGra	ChaNit	NajFle	70	1020
104	PotAmp			50	50
105	PotGra		ChaNit	80	1230
106	ChaNit	MyrTen	NajFle-IsoSp-SagGra-ElePal-PotGra	50	1601
107	ChaNit		PotGra	20	281
108	ChaNit	MyrTen	PotGra-ElePal-SagGra-PotSp-PotAmp	30	1355
109	PotGra		ChaNit	70	12
110	PotAmp			60	366
111	TypSp			70	47
112	PotGra	ChaNit	PotSp	70	1499
113	MyrTen		PotEpi-PotAmp-SagGra-ChaNit-ElePal	70	135
114	ChaNit	MyrTen	IsoSp-PotSp-ElePal-PotAmp	40	4534
115	ElePal	EquSp		70	10
116	ElePal			70	317
117	ChaNit	MyrTen	PotEpi-SagGra-PotAmp-PotSp	70	497
118	ElePal			60	62
119	PotAmp		ChaNit	60	288

ANNEXE 5. CARTES DE RÉPARTITION DES ÉPAISSEURS DE SÉDIMENTS ET DES TYPES DE SUBSTRAT

ANNEXE 6. DONNÉES BRUTES DES TYPES DE SÉDIMENTS ET DES MESURES D'ÉPAISSEURS DE SÉDIMENTS

ID	Profondeur d'eau	Profondeur d'eau et de sédiments	Profondeur de sédiments	Type de sédiment
1	140	145	5	sable
2	400	450	50	sable
3	40	45	5	sable
4	105	105	0	sable, gravier
5	105	220	115	sable, sed fin
6	180	180	0	sable
7	180	250	70	sable, sed fin
8	110	110	0	sable
9	110	260	150	sable, gravier
10	80	80	0	sable, sed fin
11	70	70	0	sable, sed fin
12	110	110	0	sable, sed fin
13	120	120	0	sable, sed fin
14	200	320	120	sable, sed fin
15	60	70	10	sable, gravier
16	110	110	0	sable, gravier
17	90	90	0	sable, gravier
18	70	75	5	sed fin sur galet
19	70	70	0	galet
20	60	70	10	sable
21	65	80	15	sable
22	60	60	0	sable
23	20	80	60	sable, gravier
24	55	150	95	sable
25	50	75	25	sable
26	90	90	0	sable, galet
27	80	85	5	sable, gravier
28	80	130	50	sable
29	150	150	0	sable, gravier
30	100	100	0	sable, galet

31	110	120	10	sable, gravier
32	150	150	0	gravier
33	100	100	0	sable, gravier
34	55	60	5	gravier
35	90	90	0	sable, galet
36	60	60	0	sable, galet
37	70	70	0	gravier, sed fin

ANNEXE 7. CARTES DES SOURCES DE CONTAMINATION INVENTORIÉES

ANNEXE 8. IMAGE MONTRANT L'EMPIÈTEMENT DU QUAI DU POINT 1702

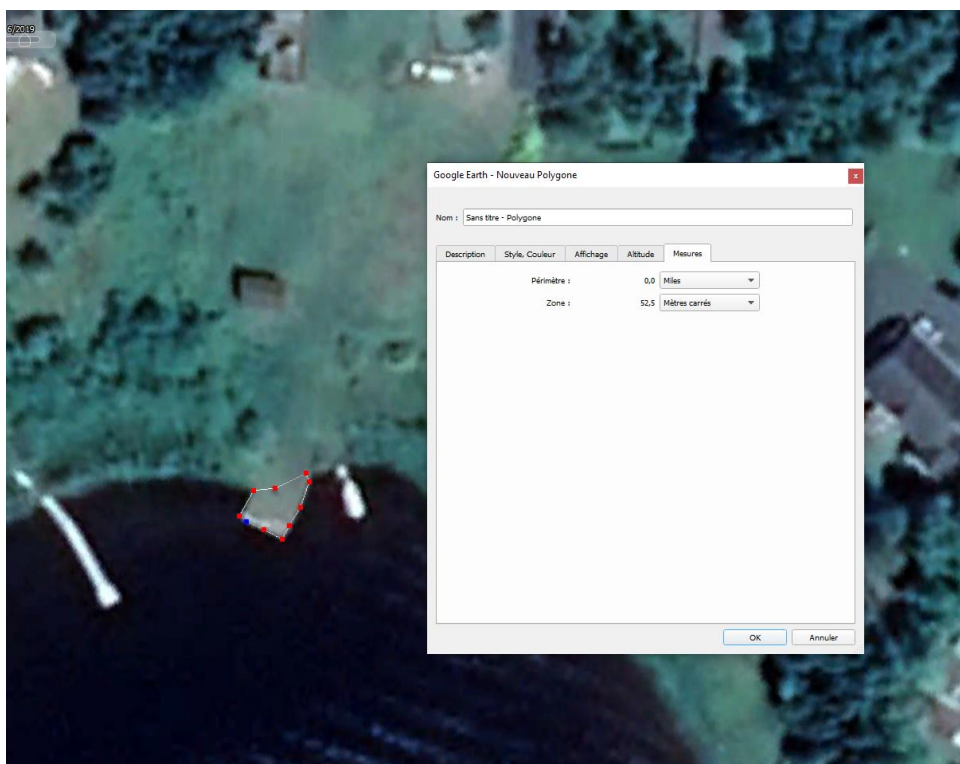
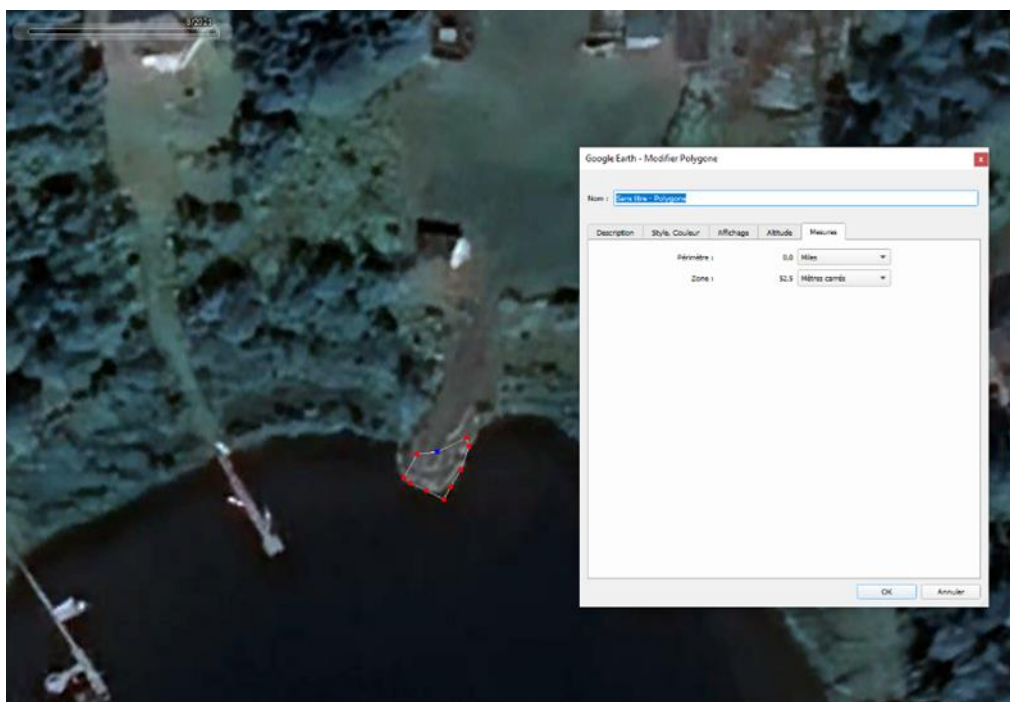
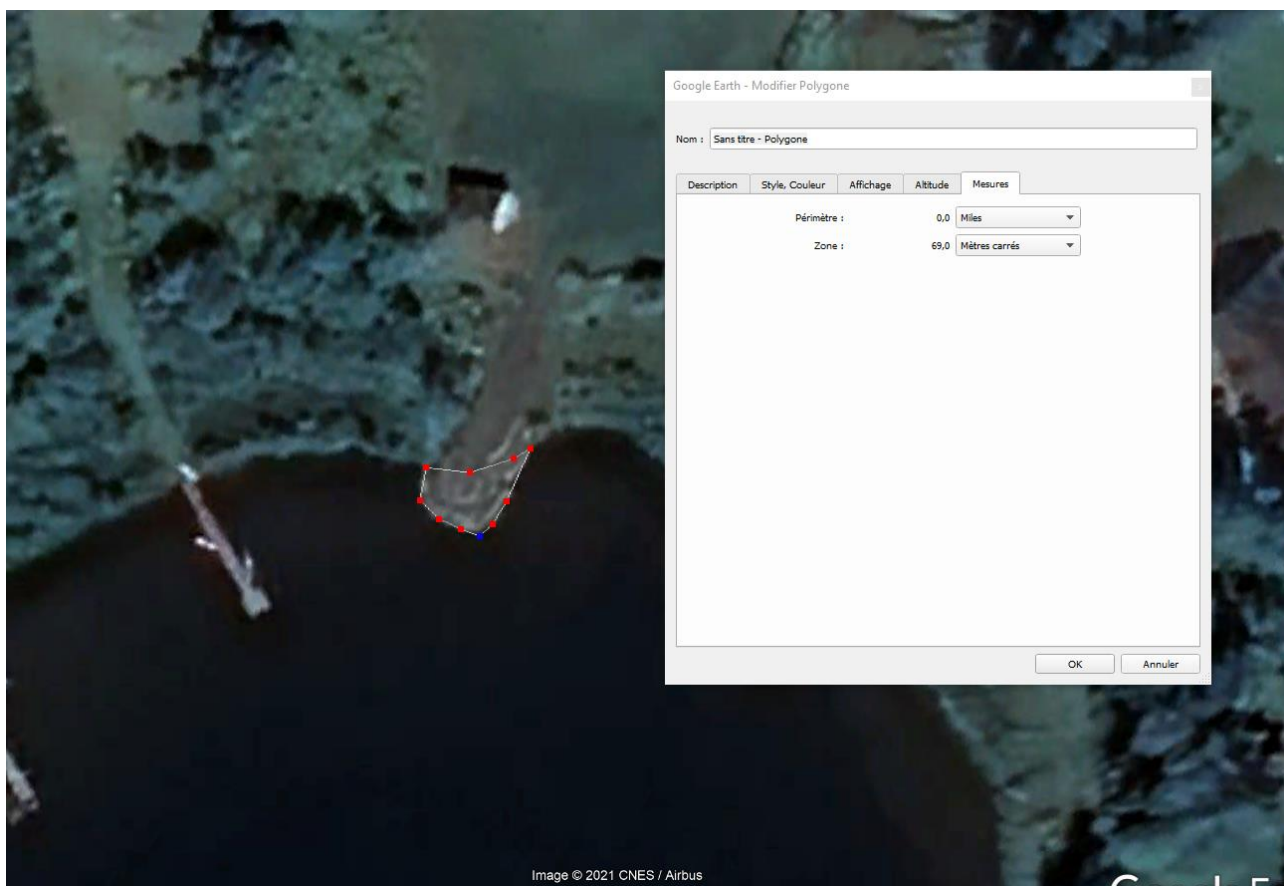


Photo du quai en remblai en 2019 (superficie de 52,5 mètres carrés)



Ancienne superficie du quai projeté sur le nouvel aménagement, photo de 2021



Superficie du nouvel aménagement selon la photo de 2021. Empiètement approximatif dans le lac du nouvel aménagement de 16 mètres carrés en ne considérant que la section en dehors de l'eau visible sur la photo aérienne. L'empiètement total en comptant la partie sous la ligne des hautes eaux est certainement plus importante.

ANNEXE 9. RÈGLEMENT TYPE ÉLABORÉ PAR LE RAPPEL AU BÉNÉFICE DE LA MUNICIPALITÉ DU CANTON DE HATLEY

ANNEXE 10. EXTRAIT DU RÈGLEMENT 2012-41 DE LA VILLE DE QUÉBEC

3.2.3 Construction d'un bâtiment de 25 mètres carrés et plus

Sous réserve de toute autre disposition applicable du présent règlement, la construction d'un bâtiment qui n'est pas réalisée dans le cadre d'un projet immobilier dont la superficie d'implantation au sol est de 25 mètres carrés et plus, incluant tout agrandissement d'un bâtiment existant qui a pour effet de porter la superficie d'implantation au sol de ce bâtiment à 25 mètres carrés et plus, est autorisée si les eaux de ruissellement s'écoulant sur le terrain sont gérées directement sur le terrain, et ce, de la manière suivante :

- 1. toute sortie de gouttière du toit n'est pas branchée au réseau d'égout pluvial desservant la rue et que l'écoulement des eaux de ruissellement n'est pas canalisé;*
- 2. les eaux sont dirigées vers un ou plusieurs jardins de pluie, dont la localisation est déterminée par le ou les axes d'écoulement des eaux sur le terrain;*
- 3. la superficie minimale d'un ou des jardins de pluie correspond à 1,6 m² par chaque 100 m² de superficie imperméable et de surface engazonnée sur le terrain. Cette superficie obtenue peut être scindée à l'intérieur de un ou plusieurs jardins de pluie ;*
- 4. tout jardin de pluie est prohibé sur un sol argileux ou d'argile silteuse, au-dessus d'un système autonome de traitement des eaux usées;*
- 5. Malgré le paragraphe 2, les eaux de pluie peuvent être dirigées vers une ou plusieurs citernes d'eau de pluie* (aussi appelé « collecteur » ou « baril ») d'une capacité minimale, pour chacun d'entre eux, de 200 litres;*
- 6. Malgré le paragraphe 2, les eaux de pluie peuvent être dirigées vers un ou plusieurs puits percolant qui respecte les normes d'aménagement suivantes :*
 - a. la profondeur minimale du puits percolant est de 1 mètre;*
 - b. la surface minimale du fond du puits percolant doit être de 2 mètres carrés;*
 - c. la distance entre le fond du puits percolant et le niveau le plus élevé de la nappe phréatique doit être d'au moins 1 mètre;*
 - d. intérieur du puits percolant doit être composé de gravier 50 mm net;*

- e. *le trop-plein du puits percolant doit être situé à une distance d'au moins 2 mètres d'une ligne de terrain ou d'un bâtiment;*
- f. *une membrane géotextile doit recouvrir le puits percolant et cette membrane doit être recouverte de terre végétale d'une épaisseur maximale de 0,8 mètre;*
- g. *aucun puits percolant n'est installé au-dessus d'un système autonome de traitement des eaux usées ou à l'intérieur d'un secteur de forte pente, tel que défini à l'article 3.2.10;*
- h. *l'aménagement d'un puits percolant est prohibé sur un sol argileux.*

*Les citernes d'eau de pluie, lorsque utilisées seules, ne devraient pas être promues comme étant une technique efficace pour gérer les eaux de pluie. Celle-ci devrait toujours être combinée avec d'autres techniques telles que celles citées précédemment. À cet effet, les résultats d'une étude de modélisation hydrologique effectuée par le RAPPEL sur un bassin versant du territoire de la Ville de Sherbrooke ont démontré que l'utilisation d'une citerne d'eau de pluie par résidence est nettement insuffisante pour contrôler efficacement les eaux de pluie.

3.2.12 Conservation de la surface arbustive ou arborescente

Nonobstant toute autre disposition du présent règlement à l'exception, de l'article 5.1.12, on ne peut abattre des espèces arbustives ou arborescentes sur un terrain de moins de 1 000 mètres carrés s'il en résulte une réduction de la surface arbustive ou arborescente présente sur le terrain à moins de 10 % de la superficie totale du terrain.

- *Dans le cas d'un terrain ayant une superficie de 1 000 à 1 499 mètres carrés, le pourcentage visé au premier alinéa est fixé à 30 %.*
- *Dans le cas d'un terrain ayant une superficie de 1 500 à 2 999 mètres carrés, le pourcentage visé au premier alinéa est fixé à 50 %.*
- *Dans le cas d'un terrain ayant une superficie de 3 000 à 4 999 mètres carrés, le pourcentage visé au premier alinéa est fixé à 60 %.*

Dans le cas d'un terrain ayant une superficie de 5 000 mètres carrés et plus, le pourcentage visé au premier alinéa est fixé à 70 %.