

Étude intégrée du lac Gagnon Rapport final

31 mars 2023



ÉQUIPE DE RÉALISATION

COORDINATION DU PROJET

- Stéphanie Massée, coordonnatrice de projets, OBV RPNS
- Si-Lian Ruel, chargée de projets, OBV RPNS
- Alexia Couturier, directrice générale adjointe, OBV RPNS

ÉQUIPE TERRAIN

- Stéphanie Massé, coordonnatrice de projets, OBV RPNS
- Si-Lian Ruel, chargée de projets, OBV RPNS
- Charles de Maisonneuve, Association des propriétaires du lac Gagnon (APLG)
- Paul St-Georges, APLG
- Louis St-Hilaire, APLG
- Mireille Tousignant, APLG

CARTOGRAPHIE ET GÉOMATIQUE

Si-Lian Ruel, chargée de projets, OBV RPNS

RÉDACTION DU RAPPORT

- Stéphanie Massé, coordonnatrice de projets, OBV RPNS
- Si-Lian Ruel, chargée de projets, OBV RPNS

RÉVISION DU RAPPORT

Alexia Couturier, directrice générale adjointe, OBV RPNS

COMITÉ DE TRAVAIL EXTERNE À L'OBV RPNS

- Charles de Maisonneuve, APLG
- Paul St-Georges, APLG
- Louis St-Hilaire, APLG
- Isabelle Slevan-Tremblay, MRC de Papineau
- Mélanie Leblanc, Municipalité de Duhamel
- David Pharand, Municipalité de Duhamel

PARTENAIRES FINANCIERS

- Association des propriétaires du lac Gagnon (APLG)
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)
- MRC de Papineau
- Municipalité de Duhamel
- Fiducie Lauzon

Photo en couverture : lac Gagnon, crédit Pierre Martel

REMERCIEMENTS

Ce projet a été financé par la MRC de Papineau, la municipalité de Duhamel, l'association des propriétaires du lac Gagnon, le député de Papineau Mathieu Lacombe et la Fiducie Lauzon. L'OBV tient à remercier les partenaires financiers, ainsi que tous les membres du comité de travail qui ont, par l'entremise du plan d'action, contribué à la préservation du lac Gagnon. Nous tenons à remercier particulièrement Charles de Maisonneuve, Paul St-Georges, Mireille Tousignant et Louis St-Hilaire qui ont participé aux sorties terrain et fourni une embarcation.











Référence à citer

Organisme de bassins versants des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon (OBV RPNS). (2023). *Étude intégrée du lac Gagnon*. 123 p.

RÉSUMÉ

Avec l'essor de la villégiature, le développement des ressources naturelles et les changements climatiques, le maintien de l'intégrité de l'écosystème des lacs est de plus en plus fragilisé. En effet, tous ces phénomènes exercent des pressions importantes sur les plans d'eau de la province. Dans ce contexte, il est essentiel de documenter l'état actuel des lacs et de leur bassin versant dans le but d'assurer leur saine gestion.

L'objectif principal de cette étude est donc de permettre aux acteurs du milieu de mieux connaître et mieux comprendre les éléments pouvant affecter le lac Gagnon et son bassin versant dans le but de mettre en place des mesures concrètes pour protéger le lac. Pour ce faire, un comité de travail composé de représentants de différents secteurs a été formé. Une première rencontre avec les membres a permis de recenser leurs préoccupations en lien avec la santé du lac, de recueillir des informations quant aux études passées et d'orienter les travaux de terrain à effectuer au cours de la saison estivale.

À la suite de cette rencontre, trois sorties d'échantillonnage et de caractérisation ont permis de récolter des données sur la physico-chimie du lac et de deux tributaires, ainsi que sur les bandes riveraines de l'ensemble du plan d'eau. Parallèlement à ces visites terrain, des analyses géomatiques ont été réalisées afin d'identifier les menaces potentielles dans l'ensemble du bassin versant. Les résultats des analyses ainsi que ceux de plusieurs études antérieures ont été intégrés dans le Portrait et le Diagnostic. Les constats sont les suivants :

- Le territoire du bassin versant est peu développé, étant composé de plus de 75 % de terres publiques et étant majoritairement à vocation forestière. En revanche, le pourtour du lac présente une affectation récréative, ce qui signifie qu'il y a un potentiel de développement de la villégiature;
- Il y a peu de secteurs très sensibles à l'érosion en bordure du lac ;
- Le temps de séjour théorique est court (1,5 an), impliquant que le lac reçoit naturellement plus de nutriments et de carbone organique dissous (c'est pourquoi l'eau du lac est naturellement colorée) que les lacs avec un petit bassin versant;
- Le lac est profond et ainsi, naturellement peu productif. On considère donc qu'il est moins vulnérable à l'eutrophisation anthropique qu'un lac peu profond ;
- On observe une tendance à la baisse de la durée de couverture de glace saisonnière du lac Gagnon au cours des 52 dernières années, qui concorde avec une tendance à la hausse des températures moyennes annuelles de l'air;
- Les moyennes annuelles des concentrations de phosphore total dans la zone pélagique mesurées entre 2008 et 2022 permettent de classer le lac comme étant ultra-oligotrophe selon ce critère;
- La concentration d'oxygène est élevée dans toute la colonne d'eau, signifiant qu'il y a peu ou pas de relargage de phosphore ;
- La qualité de l'eau des deux principaux tributaires (rivière Petite Nation et rivière Ernest) est bonne. Ils présentent de faibles concentrations de phosphore total et de matières en suspension. La conductivité y est également faible;
- Les bandes riveraines sont généralement de bonne qualité (55,3 % sont constituées de plus de 80 % de végétation naturelle) ;

- La zone de croissance potentielle des plantes aquatiques représente une faible proportion du lac, pouvant limiter la propagation d'espèces végétales exotiques envahissantes en cas d'introduction;
- Malgré la disponibilité des habitats du touladi (température et concentration en oxygène dissous idéales) dans le lac Gagnon, la population est en difficulté. Le manque de nourriture et de zones de fraie pourraient être en cause;
- La mobilisation citoyenne y est importante. Effectivement, l'Association des propriétaires du lac Gagnon (APLG) est très proactive et a instauré plusieurs mesures pour préserver la santé du lac, telles que le suivi de la qualité de l'eau via le RSVL depuis 2008, un code d'éthique nautique, la surveillance des plantes aquatiques par des riverains, etc.

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
	1.1 Contexte	1
2.	MÉTHODOLOGIE	5
	2.1 Comité de travail du lac Gagnon	5
	2.2 Sommaire des travaux réalisés	6
	2.2.1 Acquisition de données existantes	6
	2.2.2 Acquisition de nouvelles données	7
3.	PORTRAIT DU BASSIN VERSANT	13
	3.1 Contexte géomorphologique, géologique et pédologique	16
	3.2 Contexte climatique et domaine bioclimatique	18
	3.3 Contexte hydrographique	18
	3.4 Milieux humides	20
	3.5 Contexte anthropique	24
	3.5.1 Occupation du territoire	24
	3.5.2 Affectation du territoire et potentiel de développement des activités anthropiques	27
	3.5.3 Activités de plaisance	30
	3.5.4 Activités minières	30
	3.6 Indice de connectivité des sédiments	32
4.	PORTRAIT DU LAC GAGNON	34
	4.1 Morphologie du lac	34
	4.2 Approximation du temps de séjour théorique de l'eau	37
	4.3 Impact du vent sur l'hydrodynamique du lac	38
	4.4 Durée de la couverture de glace saisonnière du lac	39
	4.5 Physico-chimie de l'eau de surface du lac et des tributaires	42
	4.5.1 Physico-chimie de l'eau et niveau trophique du lac Gagnon (2008-2021)	45
	4.5.2 Coliformes fécaux	49
	4.5.3 Physico-chimie de l'eau (2022)	50
	4.6 Bandes riveraines	
	4.7 Plantes aquatiques, algues et autres	77
	4.8 Périphyton	

ÉTUDE INTÉGRÉE DU LAC GAGNON

4.9 Espèces fauniques	84
4.10 Installations septiques	85
5. DIAGNOSTIC DES PROBLÉMATIQUES	86
6. PLAN D'ACTION	92
7. CONCLUSION	97
Références	98
Annexes	105

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Aperçu des facteurs de stress les plus connus et leurs impacts sur les lacs et leur réseau trophique	2
Figure 2	Les différents volets de l'étude intégrée de lac	3
Figure 3	Les différents volets du plan d'action	4
Figure 4	Calcul de l'indice de connectivité des sédiments	10
Figure 5	Limites du bassin versant du lac Gagnon	14
Figure 6	Contexte géographique du bassin versant du lac Gagnon	15
Figure 7	Dépôts de surface dans le bassin versant du lac Gagnon	17
Figure 8	Bassins versants des tributaires du lac Gagnon	19
Figure 9	Types de milieux humides dans le bassin versant du lac Gagnon	23
Figure 10	Utilisation du territoire dans la portion sud du bassin versant du lac Gagnon	25
Figure 11	Vocation du territoire public dans la portion sud du bassin versant du lac Gagnon	26
Figure 12	Affectation du territoire dans la portion sud du bassin versant du lac Gagnon	29
Figure 13	Claims miniers actifs dans le bassin versant du lac Gagnon et ses environs	31
Figure 14	Connectivité des sédiments dans la portion sud du bassin versant du lac Gagnon	33
Figure 15	Bathymétrie du lac Gagnon	36
Figure 16	Schéma du bilan hydrologique d'un lac. Entrées : précipitations directes (P) , tributaire (I_s) , apports d'eaux souterraines (I_G) , ruissellement (I_R) . Sorties : Evaporation (E) , exutoire de surface (Q_s) , infiltrations souterraines (Q_G)	37
Figure 17	Schéma montrant le fetch sur un lac selon deux exemples : (A) le fetch maximal avec des vents soufflant dans l'axe nord-sud et (B) le fetch maximal avec un vent soufflant dans l'axe est-ouest	39
Figure 18	Nombre de jours entre le gel et le dégel complet du lac Gagnon entre 1969 et 2022	40
Figure 19	Moyenne annuelle des températures minimales, moyennes et maximales enregistrées à la station Chénéville (#7031375) entre 1969 et 2021	41
Figure 20	Nombre de jours entre le gel et le dégel complet du lac Gagnon en fonction de la température moyenne annuelle	41
Figure 21	Schéma représentant les différents niveaux trophiques d'un lac	43
Figure 22	Exemples de sources anthropiques de phosphore	44
Figure 23	Stations suivies dans le cadre du RSVL du MELCCFP depuis 2008	46

Figure 24	Concentrations de phosphore total, chlorophylle <i>a</i> , carbone organique dissous mesurées en 2008 et 2009 à la station 0320A et de 2008 à 2021 à la station 0320B et mesures de profondeur du disque de Secchi mesurées de 2008 à 2016 à la station 0320A et de 2008 à 2021 à la station 0320B dans le cadre du RSVL	47
Figure 25	Concentrations de phosphore total, de chlorophylle a, profondeur du disque de Secchi et concentration en carbone organique dissous mesurées aux stations 0320A et 0320B	48
Figure 26	Stations échantillonnées au lac Gagnon et ses tributaires au cours de l'été 2022	51
Figure 27	Précipitations totales mensuelles et température moyenne (moyenne mensuelle) enregistrées en 2022 et entre 2011-2021 à la station Chénéville #7031375	53
Figure 28	Pluie totale quotidienne (mm) mesurée entre le 1 ^{er} mai et le 1 ^{er} octobre 2022 à la station Chénéville #7031375	54
Figure 29	Débit journalier (m³/sec) enregistré entre le 1er mai et le 1er octobre 2022 à la station de la Petite Nation - au pont à 1,6 km en amont de Ripon (#040406)	55
Figure 30	Profils typiques de température et d'oxygène dissous observés dans les lacs oligotrophes en région tempérée	56
Figure 31	Schématisation d'un profil thermique et de la stratification thermique	57
Figure 32	Profils de température réalisés en juin et en septembre aux fosses 1 et 2 du lac Gagnon	59
Figure 33	Saturation en oxygène typique d'un lac stratifié	60
Figure 34	Pourcentages de saturation en oxygène mesurés le 20 juin et 22 septembre 2022 aux fosses 1 et 2 du lac Gagnon	62
Figure 35	Concentrations en oxygène dissous (mg/L) mesurées le 20 juin et 22 septembre 2022 aux fosses 1 et 2 du lac Gagnon	63
Figure 36	Concentrations en phosphore total mesuré à deux stations (F1 et F2) dans le lac et deux tributaires (Petite Nation et Ernest)	64
Figure 37	Valeurs de turbidité mesurées en juin et septembre 2022 à 4 stations	65
Figure 38	A) Photo prise sur le lac Gagnon à la F2 le 22 septembre 2022, B) schéma de la circulation de Langmuir*	66
Figure 39	Matières en suspension mesurées à la fosse 1 du lac Gagnon en juin et dans les tributaires en juin, août et septembre	67
Figure 40	Conductivité spécifique mesurée en juin et septembre 2022 à quatre stations	68
Figure 41	pH en fonction de la profondeur en juin et septembre 2022 aux fosses 1 et 2	70
Figure 42	Répartition de l'utilisation du sol dans la bande riveraine (2022)	71
Figure 43	Importance des classes d'aménagement dans la bande riveraine (2022)	73

ÉTUDE INTÉGRÉE DU LAC GAGNON

Bandes riveraines dans la portion nord du lac Gagnon	. 75
Bandes riveraines dans la portion sud du lac Gagnon	. 76
Importance des signes de dégradation du rivage (2022)	. 77
Zone de croissance potentielle des macrophytes au lac Gagnon	. 79
Pourcentage de recouvrement par les plantes aquatiques en 2017	. 82
Algues filamenteuses photographiées à 4,6 m de profondeur durant l'été 2022	. 83

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Composition du comité de travail	6
Tableau 2	Études et suivis réalisés au lac Gagnon	7
Tableau 3	Variables mesurées dans le cadre de LACtion	8
Tableau 4	Source de données géomatiques utilisées pour la production des cartes thématiques	9
Tableau 5	Superficies des municipalités dans le bassin versant du lac Gagnon	13
Tableau 6	Types de milieux humides du bassin versant du lac Gagnon	21
Tableau 7	Utilisation du territoire dans le bassin versant du lac Gagnon	24
Tableau 8	Affectations du territoire dans le bassin versant du lac Gagnon	27
Tableau 9	Caractéristiques du lac Gagnon	34
Tableau 10	Critères de classement du niveau trophique des lacs, basé sur la moyenne estivale des valeurs	43
Tableau 11	Étendue, médiane et moyenne des quatre paramètres suivis dans le cadre du RSVL entre 2008 et 2021	49
Tableau 12	Dates et paramètres échantillonnés lors des relevés sur le terrain	50
Tableau 13	Étendue et température moyenne de l'épilimnion, du métalimnion et de l'hypolimnion en juin et septembre 2022	58
Tableau 14	Catégories d'utilisation du sol dans les 15 premiers mètres de la bande riveraine	72
Tableau 15	Espèces ou groupes d'espèces de plantes aquatiques et autres organismes observés dans le lac Gagnon en 2017	80
Tableau 16	Définition des éléments de diagnostic	86
Tableau 17	FFOM du lac Gagnon et de son bassin versant	87
Tableau 18	Présentation des préoccupations identifiées par les acteurs	92
Tableau 19	Plan d'action du lac Gagnon	93

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Procédure géomatique pour la modélisation hydrographique	106
Annexe 2	Code d'éthique nautique produit par l'APLG en 2021	107
Annexe 3	Distribution des sentinelles du lac Gagnon	108
Annexe 4	Course du vent (fetch)	109
Annexe 5	Roses des vents annuelle et été à la station automatisée de Papineau- Labelle	110
Annexe 6	Fiches de caractérisation des bandes riveraines réalisée par l'OBV RPNS en août 2022	112
Annexe 7	Cartes thématiques avec vue de l'ensemble du bassin versant	117

LISTE DES ACRONYMES

APLG Association des propriétaires du lac Gagnon

Cf Coliformes fécaux
Chl a Chlorophylle a

CIC Canards Illimités Canada

CMH Complexe de milieux humides

COD Carbone organique dissous

CRE Conseil régional de l'environnement

FFOM Forces, faiblesses, opportunités, menaces

GRHQ Géobase du réseau hydrographique du Québec

ICS Indice de connectivité des sédiments
ID Indice de développement du rivage

LiDAR Light Detection and Ranging

MAMH Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les MDDELCC

changements climatiques

MDDEP Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

MELCC Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la

MELCCFP Faune et des Parcs

MERN Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

MES Matières en suspension

MFFP Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

MNT Modèle numérique de terrain
MRC Municipalité régionale de comté

OBV RPNS Organisme de bassin versant des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon

OD Oxygène dissous
pH Potentiel hydrogène

PPAT Portrait provincial en aménagement du territoire

PAEE Plante aquatique exotique envahissante

PT Phosphore total RD Ratio de drainage

RSVL Réseau de surveillance volontaire des lacs

UTN Unité de turbidité néphalométrique

GLOSSAIRE

AFFLUENT - TRIBUTAIRE

Cours d'eau qui se jette dans un autre, généralement plus important, en un lieu appelé confluent.1

ACIDES HUMIQUES ET FULVIQUES

Substances organiques complexes, constituantes de l'humus, provenant de la décomposition des débris végétaux. Ces acides sont majoritairement responsables de la coloration jaune brun des eaux naturelles.

AMONT

Partie du cours d'eau située près de la source. Il se trouve dans la direction d'où vient le courant.²

ANOXIE

État d'un milieu naturel présentant une concentration d'oxygène nulle.3

AVAL

Partie située vers la vallée. Il se trouve dans la direction où va le courant.²

BATHYMÉTRIE

Mesure de la profondeur d'un plan d'eau par sondage et traitement des données correspondantes en vue de déterminer la configuration du fond (topographie). L'ensemble des valeurs sont positionnées sur une carte et à l'aide de celle-ci, on peut déterminer plusieurs variables morphométriques..⁴

BASSIN VERSANT

Portion du territoire à l'intérieur de laquelle l'eau qui s'écoule en surface se dirige vers le même exutoire. Synonyme : Bassin hydrographique.⁵

CARBONE ORGANIQUE DISSOUS (COD)

Englobe les milliers de composantes dissoutes (substances humiques et non humiques) retrouvées dans l'eau et qui proviennent de la décomposition de la matière organique (résidus de végétaux, microorganismes et animaux morts) du bassin versant et de la zone littorale du lac. Les substances non humiques étant facilement assimilables par les organismes aquatiques, leur concentration est souvent faible dans les eaux de surface. C'est pourquoi la mesure du COD dans un lac réfère principalement à la concentration des substances humiques (acides humiques et fulviques) dans l'eau, qui contribuent à la coloration jaunâtre ou brunâtre des eaux de surfaces ³.

¹ MELCC, s. d.a

² MELCC, s. d.b

³ Office québécois de la langue française, 2019

⁴ CRE Laurentides, 2011

⁵ Ferlatte et al., 2014

CHLOROPHYLLE A

Pigment végétal responsable de la photosynthèse. La chlorophylle a est un indicateur de la quantité de phytoplancton présente dans le milieu aquatique à un moment donné. Des valeurs élevées de chlorophylle a sont symptomatiques d'un problème d'eutrophisation.¹

COLIFORMES FÉCAUX

Bactéries utilisées comme indicateur de la pollution microbiologique d'une eau. Ces bactéries proviennent des matières fécales produites par les humains et les animaux à sang chaud.¹

COLONIE VÉGÉTALE

Terme utilisé dans le contexte de ce rapport pour définir un groupe de végétaux de la même espèce vivant au même endroit.

COMMUNAUTÉ BIOLOGIQUE (POISSONS, MACROINVERTEBRÉS, ETC.)

Ensemble d'organismes caractérisés par une combinaison particulière d'espèces occupant le même environnement et interagissant les uns avec les autres.¹

CONDUCTIVITÉ

Capacité d'une eau à conduire un courant électrique. La conductivité permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau, c'est-à-dire la quantité de substances dissoutes dans l'eau.

DÉBIT

Volume de liquide s'écoulant à travers une section transversale d'un cours d'eau par unité de temps. Le débit peut s'exprimer en L/s ou en m³/s ⁴.

DÉPOT GLACIAIRE

Sédiment glaciaire ou dépôt meuble formé de matériau transporté et déposé par les glaciers 3.

ÉCOSYSTEME - ÉCOSYSTEME AQUATIQUE

Unité naturelle composée d'éléments vivants (biocénose) et non vivants (biotope) qui interagissent afin de former un système stable dans lequel on observe un échange cyclique de matières entre les éléments vivants et non vivants ¹.

ÉLEMENTS NUTRITIFS - NUTRIMENTS - SUBSTANCES NUTRITIVES

Substance simple ou composée nécessaire au cycle vital des plantes et des animaux. En tant que polluant, il s'agit de tout élément ou composé, tel que le phosphore ou l'azote, qui stimule excessivement la croissance de substances organiques dans les écosystèmes aquatiques (p. ex. l'eutrophisation d'un lac) 1.

ÉPILIMNION

Dans les lacs stratifiés (voir stratification thermique), la couche d'eau de surface la plus chaude où il y a abondance de lumière et où la productivité biologique est la plus importante. Le vent permet à cette couche de se mélanger, ce qui engendre une homogénéisation de l'oxygène dissous et des autres éléments présents (ex. : phosphore). L'épaisseur de cette couche varie au cours de la saison.⁶.

_

⁶CRE Laurentides, 2011

ÉROSION

Arrachement et transport d'éléments du sol par l'eau courante, les glaciers, le vent et les vagues 1.

ÉTIAGE

Niveau minimal atteint par un cours d'eau ou un lac en période sèche 4.

EUTROPHISATION « NATURELLE » OU GÉOLOGIQUE

Augmentation de la production de matières organiques qui accompagne l'évolution naturelle d'un écosystème aquatique sur des temps géologiques jusqu'à son éventuel comblement⁷.

EUTROPHISATION ANTHROPIQUE

Syndrome* d'un écosystème aquatique associé à la surproduction de matières organiques induit par des apports anthropiques en phosphore et en azote.

* La notion de syndrome, qui se définit comme un ensemble de symptômes, est utilisée pour pallier la difficulté de résumer en quelques mots la multitude de réponses biogéochimiques et biologiques engendrée par des apports d'azote et de phosphore. Elle recouvre l'ensemble des effets directs et indirects induits par de tels apports dont les proliférations végétales parfois toxiques, les hypoxies et anoxies, les modifications de la structure des communautés biologiques, des réseaux trophiques, des cycles biogéochimiques, l'altération de la diversité et du fonctionnement écologique des écosystèmes aquatiques. La nature et l'intensité des réponses dépendent aussi de facteurs environnementaux, tels que la lumière, le temps de résidence et la température ⁶.

EXUTOIRE

Ouverture ou passage par lequel s'écoule le débit sortant d'un réservoir ou d'un cours d'eau.1

FOSSE D'UN LAC

Point le plus profond.

HYPOLIMNION

Dans les lacs stratifiés (voir stratification thermique), couche d'eau profonde et plus froide, située en dessous du métalimnion. La température varie peu, il y a moins de turbulence et généralement pas assez de lumière pour permettre la croissance des microalgues (phytoplancton)⁷.

HYPOXIE

Seuil où les concentrations en oxygène dissous sont trop faibles pour le fonctionnement normal des organismes. Ce seuil diffère selon les espèces, mais une concentration de 2 mg/L est couramment utilisée (Diaz et Rosenberg, 2008).

MACROPHYTES

Plantes aquatiques émergentes, flottantes ou submergées de grande taille.

MATIÈRES EN SUSPENSION (MES) - MATIÈRE PARTICULAIRE

Petites particules de matière solide dans une eau, provenant de sources naturelles, d'effluents municipaux et industriels, du ruissellement des terres agricoles et des retombées de matières

⁷Pinay et al., 2018

particulaires atmosphériques. Les matières en suspension font partie des critères d'appréciation de la qualité d'une eau. Elles peuvent être éliminées par décantation ou filtration ¹.

MATIÈRE ORGANIQUE (MO)

Matière composée de carbone provenant de tissus vivants de végétaux, d'animaux ou de microorganismes. Dans un lac, la matière organique peut provenir des organismes vivant dans le lac et le bassin versant.

MÉDIANE

Terme statistique. La médiane est la valeur de la variable qui se situe au centre d'une série statistique simple classée par ordre croissant, qui sépare la distribution en deux groupes d'égale importance numérique. Ainsi, 50 % des éléments de l'échantillon ont une valeur inférieure à la médiane et 50 % une valeur supérieure.

MÉTALIMNION

Dans les lacs stratifiés (voir stratification thermique), couche d'eau de transition entre l'épilimnion et l'hypolimnion. Dans cette couche d'eau, la température diminue rapidement avec la profondeur. Elle est plus froide que l'épilimnion, mais plus chaude que l'hypolimnion. La diminution de la température crée une barrière physique entre les couches d'eau liée à la différence de densité. L'oxygène peut y être encore abondant ⁵.

PÉRIPHYTON

Le périphyton désigne les algues microscopiques vivant à la surface des sédiments, ou fixées à des objets (roches, branches, piliers de quai, etc.) ou des plantes submergées. Le périphyton est généralement vert foncé et visqueux, mais peut être aussi brun ou noir. La présence et l'abondance du périphyton augmentent avec l'enrichissement du lac par les matières nutritives ³.

PH

Valeur représentant l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. L'échelle du pH est graduée de 0 à 14 : un pH de 7 indique une eau neutre, alors qu'un pH inférieur à 7 indique une eau acide et un pH supérieur à 7, une eau alcaline ou basique. La connaissance du pH d'une eau est importante afin de déterminer la disponibilité des substances nutritives, la toxicité de plusieurs éléments et la perturbation du milieu aquatique. Les variations soudaines de pH doivent être évitées ¹.

PHOSPHORE - PHOSPHORE TOTAL

Élément nutritif, retrouvé dans les milieux naturels, indispensable à la croissance des organismes vivants et limitant celle du phytoplancton et des autres plantes aquatiques. Présent en trop grande quantité, le phosphore est toutefois responsable de l'eutrophisation des lacs. Le phosphore total est l'ensemble des molécules minérales et organiques de phosphore présentes en milieu aquatique ¹. Les principales sources de phosphore anthropiques sont les fertilisants agricoles et domestiques, les eaux usées insuffisamment traitées par les municipalités, les industries ou les fosses septiques, les détergents, la déforestation et l'érosion.

PHOTOSYNTHÈSE

Capacité qu'ont les végétaux et les algues de pouvoir utiliser l'énergie du soleil pour transformer de l'eau et du gaz carbonique en glucides (sucres). Ces derniers sont nécessaires à leur développement ¹.

PLANTE INDIGENE

Plante naturellement présente dans la région à l'étude.

PRODUCTIVITÉ PRIMAIRE

Ensemble de la matière organique végétale produite par les organismes capables de photosynthèse.

RUISSELLEMENT

Portion des précipitations atmosphériques qui s'écoule rapidement à la surface du sol et est responsable, en partie, du lessivage de ce dernier.¹

STRATIFICATION THERMIQUE

Formation de couches d'eau de densité distincte dû à une différence de température entre les couches d'eau. Les lacs stratifiés ont typiquement trois couches d'eau distinctes : l'épilimnion (en surface), le métalimnion (au milieu) et l'hypolimnion (en profondeur).

TEMPS DE SEJOUR THEORIQUE DE L'EAU

Le temps de séjour théorique de l'eau du lac, aussi appelé temps de résidence ou de renouvellement de l'eau, correspond au temps que l'eau passe dans le lac avant d'être complètement renouvelée. Une manière très simplifiée d'illustrer le temps de séjour est d'imaginer le temps qu'il faudrait pour remplir un bain avant que l'eau ne s'écoule par le trop-plein.

TRANSPARENCE DE L'EAU

Dépend du degré de pureté de l'eau (matières dissoutes ou en suspension). Elle se mesure à l'aide d'un disque blanc et noir, dit de Secchi, qu'on immerge jusqu'à sa disparition en mesurant la profondeur. Le contraire de la transparence est la turbidité.¹

TURBIDITÉ

Condition plus ou moins trouble d'une eau causée par la présence de matières fines en suspension (limons, argiles, micro-organismes, etc.) et de colloïdes, gênant le passage de la lumière ¹.

ZONE LITTORALE

Partie d'un lac près de la rive où la lumière pénètre jusqu'au fond, et où la flore des eaux peu profonde est dominée principalement par des macrophytes⁸.

ZONE PÉLAGIQUE, LACUSTRE OU LIMNETIQUE

Zone d'eau libre au-delà de la zone littorale 7.

⁸ Kalff, 2002

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

Les lacs constituent des écosystèmes riches en biodiversité et extrêmement dynamiques où les organismes vivants (ex. bactéries, phytoplancton, zooplancton, macrophytes, poissons) interagissent entre eux, de même qu'avec le milieu physique et chimique dans lequel ils vivent. Il se produit ainsi une multitude de réactions biogéochimiques au sein d'un lac et il suffit que l'une des composantes de l'écosystème soit perturbée pour entrainer son déséquilibre. De plus, le maintien de l'intégrité de l'écosystème d'un lac dépend étroitement des activités qui se déroulent dans son bassin versant, ce dernier représentant le territoire géographiquement délimité par la topographie environnante sur lequel les eaux de surface s'écoulent vers le lac. Or, plusieurs villes et municipalités au Québec sont installées à proximité des cours d'eau et des lacs, que ce soit pour des raisons pratiques (transports, approvisionnement en eau) ou à des fins de villégiature. Il en résulte une pression sur ces milieux, qui subissent, d'une part les pollutions anthropiques directes ou indirectes (excès d'éléments nutritifs, contaminants émergents, métaux lourds, hydrocarbures, introduction d'espèces exotiques), et d'une autre part, les conséquences de la déforestation et du développement d'infrastructures (imperméabilisation des sols, modification de l'écoulement des eaux). À cela s'ajoutent les effets des changements climatiques, déià observables sur la durée de la couverture de glace saisonnière des plans d'eau canadiens (Derksen et al., 2019a), avec des répercussions attendues sur la productivité des lacs. Il est important de préciser que tous ces facteurs de stress peuvent interagir entre eux et impacter ultimement le fonctionnement du lac, la qualité de l'eau et les services écosystémiques rendus (Jenny et al., 2020) (Figure 1). Pour certains lacs, les limites de capacités d'épuration naturelles de l'eau ont été atteintes et se révèlent alors des symptômes visibles tels que ceux associés à l'eutrophisation. La mise en place de plans d'action à l'échelle du bassin versant, portés par l'ensemble des acteurs de l'eau, s'avère plus que jamais essentielle, dans la perspective où le développement des sociétés s'intensifie et où les eaux de surface se réchauffent (O'Reilly et al., 2015a).

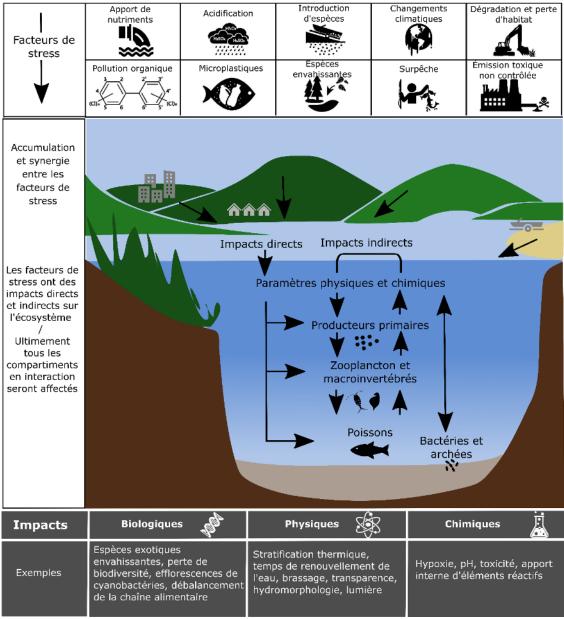


Figure 1 : Aperçu des facteurs de stress les plus connus et leurs impacts sur les lacs et leur réseau trophique (aussi appelé ensembles de chaînes alimentaires).

C'est le principal objectif de cette étude intégrée de lac, qui s'inspire de l'approche par bassin versant décrite dans le *Guide synthèse : élaboration d'un plan directeur de bassin versant de lac et adoption de bonnes pratiques* (MELCC, 2007). Les différentes étapes de cette approche sont illustrées à la Figure 2.

^{*}Figure modifiée de Jenny et al. (2020)

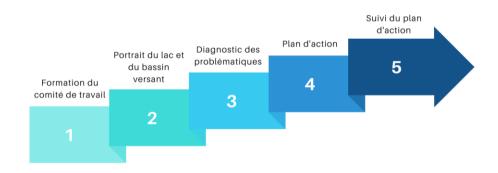


Figure 2 : Les différents volets de l'étude intégrée de lac

La présente étude a permis de :

- Mobiliser les intervenants concernés et former un comité de travail composé des représentants des différents groupes d'acteurs concernés par la santé du lac Gagnon;
- Regrouper les données existantes et acquérir de nouvelles connaissances sur le lac ainsi que son bassin versant dans le but d'en dresser le portrait;
- Traiter et interpréter les données afin d'identifier les problématiques environnementales et sociales qui affectent le lac et son bassin versant ;
- Élaborer un plan d'action en concertation avec les intervenants concernés pour protéger le lac, ses tributaires, les milieux humides et les écosystèmes hydriques du bassin versant ;
- Informer et sensibiliser les citoyens et intervenants concernés afin d'adopter des bonnes pratiques en vue d'améliorer la qualité de l'environnement du lac;
- Favoriser la prise en charge du plan d'action par les acteurs du milieu;
- Adopter de bonnes pratiques en vue de maintenir la qualité de l'eau du lac et de ses tributaires.

Cette étude intégrée de lac se veut un outil de réflexion qui permet de mieux connaître et comprendre les problèmes pouvant affecter le lac et son bassin versant pour, ultimement, déterminer des solutions concrètes visant à limiter ou remédier à ces problèmes (MELCC, 2007). Le plan d'action, coconstruit en janvier 2023 avec les membres du comité de travail, comprend des actions à entreprendre en spécifiant les responsables de mise en place ces actions et les échéanciers. Les différents volets du plan d'action sont décrits à la Figure 3. Dans cette démarche, l'OBV RPNS a accompagné le comité en animant la rencontre, en transmettant des connaissances théoriques et pratiques et en facilitant la réflexion.

Le comité a décidé de mettre en place diverses actions, comme des travaux concrets sur le terrain, des activités d'éducation, de sensibilisation, d'acquisition de connaissance ou l'adoption de bonnes pratiques. Finalement, un mécanisme de suivi du plan d'action devra être mis en place par le comité de travail pour assurer la prise en charge des actions.



Figure 3 : Les différents volets du plan d'action

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 COMITÉ DE TRAVAIL DU LAC GAGNON

Dans le cadre de ce mandat, le premier rôle de l'OBV RPNS a été de mobiliser les intervenants concernés et de former un comité de travail composé des représentants des différents groupes d'acteurs concernés par la santé du lac Gagnon. C'est pourquoi au printemps 2022, l'OBV RPNS a sollicité la participation de représentants de chaque institution participante pour siéger sur le comité de travail. Sa composition, ainsi que la fonction et l'organisme auquel est affilié chaque membre, est décrite dans le Tableau 1. Une première rencontre avec le comité de travail s'est déroulée le 6 juin 2022 afin de présenter la démarche du projet, de prendre connaissance des préoccupations du comité, d'acquérir des informations et de planifier les travaux de terrain réalisés à l'été 2022. Une deuxième rencontre a ensuite été organisée le 7 février 2023 dans le but de présenter le portrait et le diagnostic au comité de travail. Finalement, une troisième rencontre a eu lieu le 7 février 2023 et a permis de cocréer le plan d'action puis de définir le suivi de ce dernier.

Tableau 1 : Composition du comité de travail

Nom	Organisme	Fonction
Charles de Maisonneuve	Association des riveraines du lac Gagnon (APLG)	Membre
Paul St-Onge	Association des propriétaires du lac Gagnon (APLG)	Membre
Louis St-Hilaire	Association des propriétaires du lac Gagnon (APLG)	Président
Isabelle Slevan-Tremblay	MRC Papineau	Coordonnatrice en environnement
Mélanie Leblanc	Municipalité de Duhamel	Inspectrice en environnement et coordonnatrice aux matières résiduelles et espaces verts
Lydia Grenier	Municipalité de Duhamel	Département de l'urbanisme
David Pharand	Municipalité de Duhamel	Maire
Pierre-Marc Beaulieu	Fiducie Lauzon	Urbaniste, Directeur, développement et marketing immobilier

2.2 SOMMAIRE DES TRAVAUX RÉALISÉS

2.2.1 ACQUISITION DE DONNÉES EXISTANTES

Plusieurs études et suivis ont été réalisés sur le lac Gagnon, qui fait également partie au *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques de la Faune et des Parcs (MELCCFP) depuis 2009. Grâce à l'implication des bénévoles, ce programme vise à déterminer l'état trophique des lacs au Québec et à assurer un suivi dans le temps de la qualité de l'eau (Réseau de surveillance volontaire des lacs [RSVL], s. d.). Le Tableau 2 énumère la documentation disponible portant sur le lac Gagnon.

Tableau 2 : Études et suivis réalisés au lac Gagnon

Туре	Titre	Auteurs ou responsables du programme	Année	Financeur
Rapport	Résultats des analyses de l'eau au lac Gagnon	APLG	2016, 2017 et 2019	
Rapport	Caractérisation des herbiers de plantes aquatiques – Municipalité de Duhamel : lac Gagnon	OBV RPNS	2017	Municipalité de Duhamel et MELCC
Rapport sommaire	Le touladi au lac Gagnon	Deschênes	2017	
Rapport	Plan de gestion des risques d'introduction du myriophylle à épis dans les lacs de Duhamel	OBV RPNS et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides)	2020	
Programme de suivi	Réseau de surveillance volontaire des lacs	MELCC	2008-2022	

2.2.2 ACQUISITION DE NOUVELLES DONNÉES

2.2.2.1 Échantillonnage

L'OBV RPNS a réalisé plusieurs relevés terrain au cours de l'été 2022, entre les mois de juin et septembre afin d'acquérir de nouvelles données sur le lac Gagnon et son bassin versant. Ces données comprennent :

- La physico-chimie de l'eau du lac et de tributaires ;
- La caractérisation des bandes riveraines.

2.2.2.1.1 Physico-chimie de l'eau et des tributaires

L'eau du lac Gagnon et de ses tributaires a été échantillonnée trois fois, soit en moyenne toutes les six semaines entre les mois de juin et septembre 2022. Les stations d'échantillonnage ont été sélectionnées en concertation avec le comité de travail.

Le Tableau 3 résume les variables mesurées dans le cadre de l'échantillonnage du lac Gagnon et de ses tributaires entre les mois de juin et septembre 2022. Les méthodes de prélèvement sont décrites dans les sections suivantes.

Tableau 3 : Variables mesurées dans le cadre de LACtion

Types	Variables
Général	Heure Coordonnées géographiques
	Transparence avec un disque de Secchi (m)
Physico-chimie (sonde multiparamètres)	Conductivité spécifique (µS/cm) Oxygène dissous (mg/L) pH Profondeur (m)
	Température (°C) Turbidité (UTN)
Chimie (analyses de laboratoire)	Matières en suspension (MES) (mg/L) Phosphore total (PT) (μg/L)

2.2.2.1.1.1 Transparence

L'utilisation du disque de Secchi est une façon simple et peu coûteuse d'évaluer la transparence de l'eau. La mesure de la profondeur est réalisée sans lunettes de soleil ou polarisées, mais avec des lunettes correctrices si besoin. Le disque est descendu du côté ombragé du bateau jusqu'à sa disparition. La profondeur à laquelle cela se produit est ensuite notée, car elle correspond à la mesure de transparence.

2.2.2.1.1.2 Sonde multiparamètres : Paramètres physico-chimiques en surface et profils verticaux

Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés avec une sonde multiparamètres ProDSS de YSI. Ces derniers (profondeur, température, oxygène dissous, conductivité, pH et turbidité) sont mesurés de façon presque instantanée par l'appareil.

2.2.2.1.1.3 Prélèvement d'eau

Les échantillons d'eau destinés au dosage du phosphore total et matières en suspension ont été prélevés juste sous la surface (10-15 cm) à l'aide des bouteilles fournies par le laboratoire certifié H2lab. Leur ouverture et fermeture s'effectue directement sous la surface de l'eau afin d'éviter que des feuilles ou branches ne contaminent l'échantillon. Les échantillons d'eau ont été maintenus à une température d'environ 4°C jusqu'à ce qu'ils soient acheminés au laboratoire H2Lab situé à Sainte-Agathe-des-Monts, à l'intérieur des 48 heures suivant le prélèvement.

Il est à noter que les échantillons d'eau pour le dosage du phosphore total ont été prélevés et conservés dans des tubes en plastique de 50 mL, avec un conservateur, fournis par H2Lab. Néanmoins, les tests du MELCCFP ont récemment démontré que cette méthode peut contribuer à produire des résultats plus bas que la concentration réelle (MELCC, communication personnelle, 4 novembre 2021). Le Ministère utilise depuis 2018 un nouveau protocole avec des bouteilles de verre de 50 mL et procède à l'analyse complète du volume de la bouteille. Ce protocole n'est néanmoins pas offert chez H2Lab.

2.2.2.2 Cartographie

Plusieurs cartes ont été réalisées afin de dresser le Portrait et le Diagnostic du lac Gagnon. Ces sections contiennent les cartes illustrant un agrandissement sur la zone à proximité du lac, alors que les cartes thématiques présentant une vue globale du bassin versants du lac Gagnon se trouvent à l'annexe 7. Ces cartes comprennent :

- Contexte géographique du lac
- Modélisation des limites du bassin versant avec les données LiDAR
- Modélisation du réseau hydrographique à partir des données LiDAR
- Localisation des sites d'échantillonnage
- Localisation des milieux humides du bassin versant
- Dépôts de surface
- Utilisation du territoire
- Affectation du territoire
- Activités minières
- Secteurs susceptibles de contribuer à la sédimentation des cours d'eau

Tableau 4 : Source de données géomatiques utilisées pour la production des cartes thématiques

Élément cartographié	Source	Notes
Bassin versant, réseau hydrographique	MFFP, 2019	Modélisation à partir des données dérivées du LiDAR
Dépôts de surface	MFFP, 2013	
Milieux humides	MELCC, 2019c	
Lacs	MERN, 2020a	GRHQ
Affectation du territoire	MAMH (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation), 2022	Portrait provincial en aménagement du territoire
Occupation du territoire	MELCC, 2022c	
Limites municipales	MAMH, 2018	
Routes	MERN, 2020b	AQ réseau +
Titres miniers	MERN, 2022	GESTIM

La modélisation hydrographique à partir du modèle numérique de terrain (MNT) du LiDAR fourni par le MFFP a permis de tracer les limites du bassin versant ainsi que les écoulements potentiels des tributaires des lacs. Avec une résolution de 1 m x 1 m, cette couche de données permet d'identifier les cours d'eau avec une grande précision, notamment sous le couvert forestier. Le MNT a été importé dans le logiciel ArcGIS Pro, où une procédure particulière a été suivie afin d'obtenir une matrice de l'accumulation de l'écoulement des eaux. Une fois cette dernière obtenue, il a été possible de déterminer la pérennité des cours d'eau, à l'aide des aires de drainage. Finalement, une reclassification de l'écoulement en deux classes a été réalisée grâce à ces seuils d'initiation :

Cours d'eau intermittent : 2,25 ha à 25 ha
Cours d'eau permanent : 25 ha et plus

Voir l'annexe 1 pour plus de détails sur la procédure géomatique utilisée.

2.2.2.2.1 Modélisation de l'indice de connectivité des sédiments (ICS)

L'ICS, tel que modélisé dans le cadre de cette étude, représente la probabilité que le matériel issu de l'érosion à un site A atteigne le réseau hydrographique en un site B. Cet indice dépend de la quantité de sédiments potentiellement disponibles au site A (Composant Amont) et de la route entre les sites A et B (Composant Aval). Le calcul de l'ICS est basé sur les études Borselli et al. (2008) et de Cavalli et al. (2013). Le concept général est illustré à la Figure 4. Le composant amont tient compte de la pente (S) en amont du site A et de la superficie de territoire drainée (A) vers ce point. Ces deux paramètres sont pondérés selon une valeur moyenne associée au degré d'imperméabilisation (W) du territoire drainé vers le site A. Le composant aval quant à lui dépend de la distance entre le site A et le site B (d) (en suivant le sens d'écoulement de l'eau), de la pente sur ce chemin (S) et du degré d'imperméabilisation du territoire sur ce chemin (W).

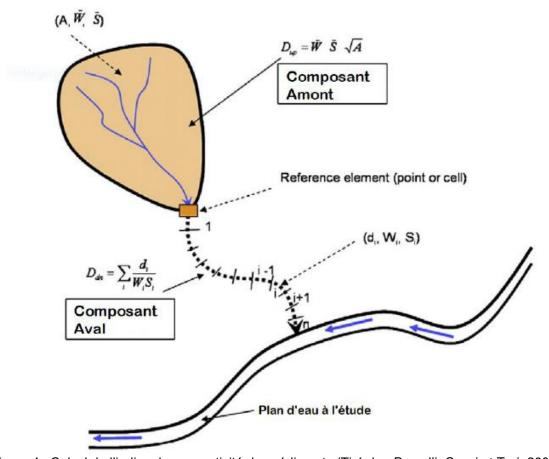


Figure 4 : Calcul de l'indice de connectivité des sédiments (Tiré de : Borselli, Cassi et Tori, 2008)

La méthodologie pour calculer l'ICS avec le logiciel ArcGIS Pro a été développée par Guénolé Choné, géomaticien spécialiste des rivières chez Terre et Habitats (Choné, 2021). Le modèle a été appliqué à une résolution spatiale de 5 m. Le MNT issu de relevés LiDAR (MFFP, 2019) a été utilisé pour calculer la pente et l'aire de drainage de chaque pixel de territoire. Afin d'estimer le degré d'imperméabilisation du territoire, les poids suivants ont été appliqués aux catégories (champ DESC_CAT) d'utilisation du territoire d'une résolution de 30 m (MELCC, 2022c):

Milieux humides : 1

• Surfaces anthropiques : 6

• Terres agricoles: 5

• Forêts: 2

Opérations forestières : 5Arbustes, friches et prairies : 3

Sols nus: 8

De plus, les milieux humides de type eau peu profonde et les lacs se voyaient attribuer un poids de 0,5, les routes avec revêtement, un poids de 8 et celles sans revêtement, un poids de 9. Bien que les routes asphaltées s'avèrent plus imperméables que leurs homologues non asphaltées, un poids plus important est donné à ces dernières en raison de la plus grande quantité de sédiments potentiellement transportée par le ruissellement.

Pour faciliter la visualisation de l'ICS, des manipulations de lissage ont été effectuées sur le résultat final et un reclassement des données a été effectué pour déterminer des secteurs de faible, moyenne et forte connectivité des sédiments avec un milieu récepteur d'intérêt. L'analyse a été effectuée en fonction de tous les lacs, cours d'eau et milieux humides du bassin versant, afin d'évaluer plus largement les secteurs pouvant contribuer plus fortement à l'accumulation de sédiments dans le réseau hydrographique.

L'ICS étant issu d'un modèle prédictif, il est important de considérer qu'il s'agit d'un outil pour cibler des secteurs sensibles, mais que d'autres paramètres non pris en compte par le modèle ou des imperfections au niveau des données utilisées en font une donnée qui peut comporter certaines erreurs.

2.2.2.3 Caractérisation des bandes riveraines

Considérant leur rôle essentiel dans la rétention des sédiments et dans la stabilisation des berges, les bandes riveraines ont été caractérisées en suivant le *Protocole de caractérisation de la bande riveraine* élaboré dans le cadre du RSVL par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et CRE Laurentides (2009b).

L'inventaire a donc été effectué à partir d'une embarcation nautique et consistait à évaluer la bande riveraine sur une profondeur de 15 mètres. Ainsi, les différentes zones homogènes du pourtour du lac ont été délimitées en fonction de l'utilisation du sol, puis ont été caractérisées à l'aide de la fiche de collecte de données. Les informations suivantes ont été récoltées pour chaque zone homogène observée :

- Les coordonnées de début et de fin de zone à l'aide d'un GPS ;
- Des photos de la zone caractérisée ;
- La catégorie d'utilisation du sol (naturelle, agriculture, foresterie, infrastructure, habitée) ;
- Les types d'aménagement, en pourcentage de recouvrement (végétation naturelle, végétation ornementale, matériaux inertes);
- Les descripteurs de dégradation de la rive, en pourcentage de longueur de rive (sol dénudé et érosion, murets et remblais);
- Autres commentaires.

À la suite de la caractérisation, l'ensemble de ces informations a été intégré à une base de données. Toutefois, seul le pourcentage de végétation naturelle pour chaque zone homogène a été cartographié. De plus, il est important de mentionner que les points GPS n'ont pas été pris à partir de la berge, mais bien à partir d'une embarcation. Il se peut alors que l'embarcation ait été en mouvement au moment où certains points GPS ont été enregistrés, ce qui peut entrainer une certaine incertitude en ce qui concerne les limites des zones homogènes. Ainsi, dans l'éventualité où une caractérisation devait être réalisée de nouveau, les informations recueillies pourraient bénéficier d'une meilleure précision. Malgré tout, les données récoltées peuvent être utilisées à grande échelle et fournissent un aperçu de l'état général de la qualité des bandes riveraines du lac Gagnon.

3. PORTRAIT DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant du lac Gagnon couvre une superficie de 582,24 km², dont 18,67 km² sont occupés par le lac. Le territoire couvert par ce bassin versant se retrouve dans les limites des municipalités de Duhamel, Kiamika, Lac-Ernest, Lac-Saguay, La Minerve, Nominingue et Notre-Dame-du-Laus (Tableau 5). Au niveau hydrologique, il se situe dans le bassin versant de la rivière de la Petite Nation. Les limites du bassin versant peuvent être visualisées à la Figure 5, alors que le contexte géographique du bassin versant du lac Gagnon est illustré à la Figure 6.

Tableau 5 : Superficies des municipalités dans le bassin versant du lac Gagnon

Municipalité	Superficie incluse dans le bassin versant (km²)	Proportion du bassin versant (%)
Duhamel	85,34	15
Kiamika	21,61	4
Lac-Ernest	263,16	45
Lac-Saguay	4,46	1
La Minerve	11,94	2
Nominingue	176,87	30
Notre-Dame-du-Laus	18,86	3
TOTAL	582,24	100

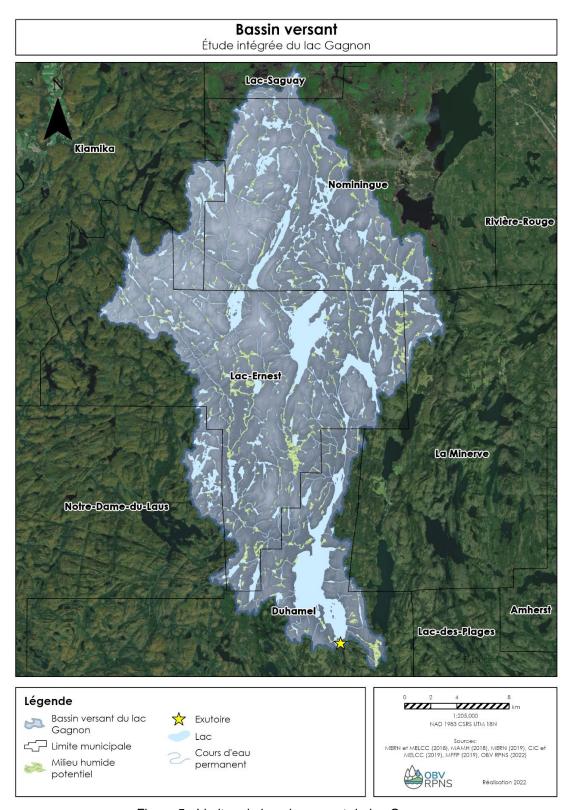


Figure 5 : Limites du bassin versant du lac Gagnon

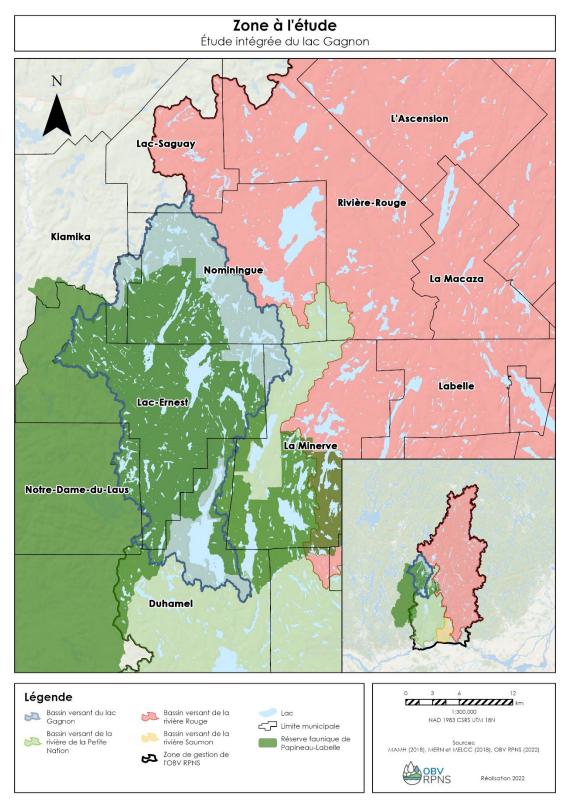


Figure 6 : Contexte géographique du bassin versant du lac Gagnon

3.1 CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE, GÉOLOGIQUE ET PÉDOLOGIQUE

Les dépôts de surface sont la couche de matériel meuble qui recouvre la roche mère. Ils peuvent être composés par des matériaux de différentes granulométries, allant de très fins (argile) à très grossiers (blocs de roches). Les dépôts de surface sont à la base de la formation d'un sol. Les différences dans la composition et la formation des dépôts de surface sont justifiées par leur historique de formation et la source de leurs matériaux. Les dépôts de surface influencent la composition chimique et structurelle du sol, le drainage, la sensibilité à l'érosion, la susceptibilité au gel et la sensibilité aux glissements de terrain. Les types de dépôts de surface dans le bassin versant du lac Gagnon sont illustrés à la Figure 7.

Le bassin versant du lac Gagnon est principalement recouvert de dépôts glaciaires sans morphologie particulière, plus précisément de till indifférencié. Ce type de dépôt correspond à des fragments du substrat rocheux et à des dépôts meubles anciens ayant été broyés et laissés sur place lors du passage des glaciers (MFFP, 2020; OQLF, s. d.; RQES, s. d.). La granulométrie des sédiments est très variable (MFFP, 2020). Des dépôts organiques provenant de sphaignes, de mousses ou de litière forestière, ainsi que des dépôts fluvio-glaciaires sont également présents dans le bassin versant.

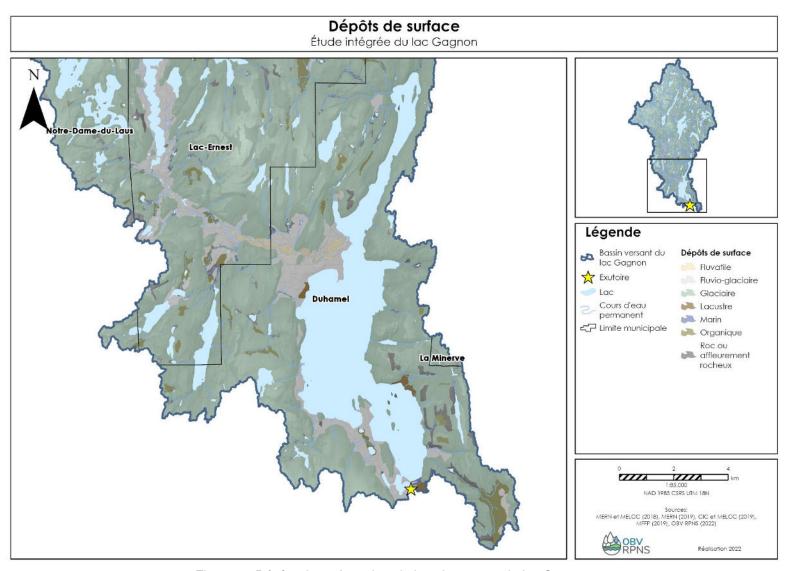


Figure 7 : Dépôts de surface dans le bassin versant du lac Gagnon

3.2 CONTEXTE CLIMATIQUE ET DOMAINE BIOCLIMATIQUE

Il existe trois types de climats au Québec, et celui associé au bassin versant du lac Gagnon est le climat continental froid humide. Ce climat du sud de la province se définit par une température moyenne en dessous du point de congélation de novembre à mars et supérieure à 10 °C de juin à septembre, des précipitations à longueur d'année et un été chaud (MELCC, 2021b).

Le Québec est également divisé en provinces naturelles qui s'avèrent être des grands territoires différenciés par leur physiographie qui comprend le socle rocheux, le relief, l'hydrographie et le type de dépôts de surface. Le bassin versant du lac Gagnon se trouve dans la province naturelle des Laurentides méridionales. La température au sud de cette province naturelle se dit clémente. La température moyenne annuelle varie entre -0,2 °C et 4,2 °C (MELCC, 2021a).

Pour ce qui est des températures spécifiques au secteur du lac Gagnon, les données utilisées sont celles de la station météorologique de Chénéville opérée par le MELCCFP et située à environ 18 km du lac. La quantité de pluie annuelle moyenne enregistrée entre 1968 et 2021 est de 838,1 mm et la quantité de neige est de 210,5 cm. La température moyenne annuelle est 4,5 °C. Quant aux températures moyennes annuelles minimum et maximum, elles sont respectivement de -1,1 °C et 10,2 °C.

Concernant le domaine bioclimatique du territoire à l'étude, qui permet de déterminer quel type de végétation il est possible d'y retrouver en fonction des conditions climatiques, physiques et le degré d'exposition à la lumière, le bassin versant du lac Gagnon appartient à celui de l'érablière à bouleau jaune, au sein de la zone tempérée nordique du Québec. Sur les sites où les sols sont relativement bien humidifiés, le bouleau jaune et l'érable à sucre dominent (MFFP, 2021). Le hêtre à grandes feuilles est également une espèce d'arbres fréquemment observée dans ce domaine (MFFP, 2021). Plus précisément à l'intérieur des limites du bassin versant du lac Gagnon, le type de couvert de végétation est constitué majoritairement de peuplements de feuillus et de peuplements mixtes.

3.3 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

À partir du modèle numérique de terrain dérivé du LiDAR, une modélisation hydrographique a été réalisée et a permis d'identifier 24 tributaires permanents au lac Gagnon (Figure 8). Les deux principaux tributaires du lac, c'est-à-dire la rivière de la Petite Nation (T1) et la rivière Ernest (T2), ont été échantillonnés dans le cadre de cette étude à la suite d'une priorisation effectuée par le comité de travail. Les pourcentages de la superficie totale du bassin versant du lac Gagnon drainée par T1 et T2 sont respectivement de 60,7 % et 26,9 %.

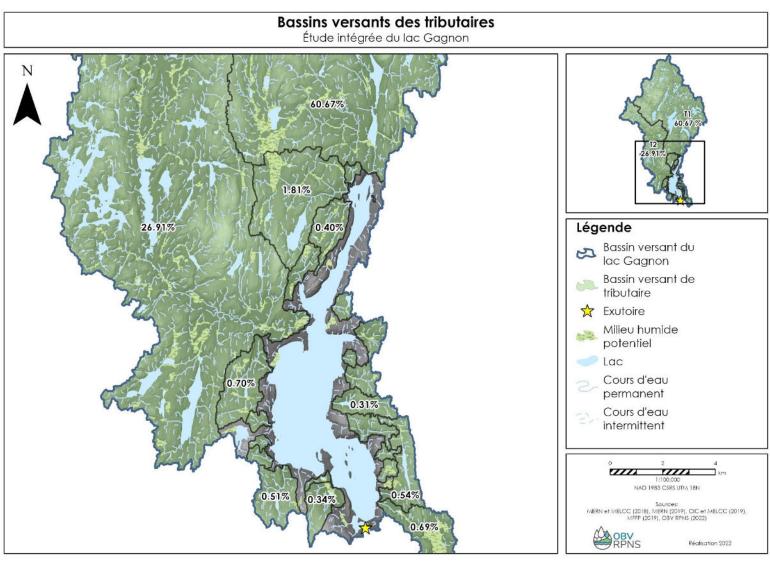


Figure 8 : Bassins versants des tributaires du lac Gagnon

La densité de drainage, qui représente le rapport entre la longueur totale du réseau hydrographique (longueur totale des cours d'eau) et la superficie totale du bassin versant indique 13,22 km de tributaires pour chaque kilomètre carré du bassin versant du lac Gagnon. Il est généralement considéré qu'une densité de drainage supérieure à 2,5 km/km² correspond à un bassin versant bien drainé (Horton, 1945). En d'autres mots, cela pourrait indiquer que le réseau hydrographique est ramifié, c'est-à-dire qu'il y a beaucoup de tributaires et de sous-tributaires en amont du lac.

Les apports de nutriments et de carbones organiques dissous allochtones sont reliés au ratio de drainage (RD) d'un lac (Kalff, 2002; Rasmussen et al., 1989). Ce dernier s'exprime par le rapport entre la superficie du bassin versant et la superficie du lac. Une valeur faible de RD est obtenue pour les lacs dont le bassin versant est petit par rapport au lac. À l'inverse, une valeur élevée de RD est obtenue pour les lacs avec de grands bassins versants et donc une grande superficie drainée par les eaux de ruissellement. Ainsi dans le bassin versant de ces lacs, l'eau de ruissellement a davantage de temps pour se charger en nutriments et composés organiques avant d'atteindre le lac. Avec une valeur de 31,18 au lac Gagnon, le RD est élevé (>10) (CRE Laurentides, 2013b). Cela indique que le lac reçoit des apports naturels de phosphore et de carbone organique dissous élevés.

3.4 MILIEUX HUMIDES

Un milieu humide est caractérisé notamment par un sol saturé d'eau et une végétation caractéristique des milieux saturés en eau. Il peut s'agir de marais, marécages, étangs ou tourbières. Les marécages et les tourbières peuvent être boisés, c'est-à-dire que les arbres composent une grande partie de leur végétation.

Les milieux humides sont reconnus comme étant des éléments incontournables pour la résilience des communautés dans un contexte de changements climatiques. Leurs rôles écologiques sont notamment :

- Filtre contre la pollution ;
- Régulation des niveaux d'eau ;
- Conservation de la diversité biologique ;
- Écran solaire et brise-vent naturel ;
- Séguestration du carbone ;
- Qualité du paysage.

Les milieux humides constituent environ 4,36 % du bassin versant du lac Gagnon. Selon les lignes directrices d'Environnement Canada (2013), la totalité de ces milieux humides devrait être protégée afin de soutenir les fonctions de l'écosystème. La Figure 9 illustre les milieux humides potentiels du bassin versant du lac Gagnon. Le Tableau 6 présente quant à lui la superficie occupée par chaque type de milieux humides, ainsi que leur nombre dans le bassin versant.

Tableau 6 : Types de milieux humides du bassin versant du lac Gagnon

Classe de milieux humides	Description*	Superficie totale dans le BV (km²)
Eau peu profonde	Milieu humide dont le niveau d'eau est inférieur à 2 m et présentant des plantes aquatiques flottantes ou submergées ainsi que des plantes émergentes dont le couvert fait moins de 25 % de la superficie du milieu.	7,62
Marais	Milieu humide sur dépôt minéral, dominé par une végétation herbacée couvrant plus de 25 % de la superficie. Les arbustes et arbres, lorsque présents, y couvrent moins de 25 % de la superficie du milieu.	0,03
Marécage	Milieu humide sur dépôt minéral, dominé par une végétation ligneuse arbustive ou arborescente, avec plus de 25 % de couvert.	0,07
Marécage arborescent	Marécage dont la végétation ligneuse de plus de 4 m représente plus de 25 % de couvert.	3,12
Marécage arbustif	Marécage dont les arbustes de 0 à 4 m de hauteur représentent plus de 25 % du couvert.	0,58
Tourbière boisée minérotrophe	Tourbière dont la végétation ligneuse supérieure à 4 m représente plus de 25 % de couvert, et qui est alimentée par les eaux de circulation.	5,25
Tourbière boisée ombrotrophe	Tourbière alimentée en minéraux par les eaux de pluie, dont la végétation ligneuse supérieure à 4 m représente plus de 25 % de couvert.	0,96
Tourbière ouverte minérotrophe	Tourbière minérotrophe (fen) alimentée en minéraux par les eaux de circulation. La végétation s'y compose généralement d'herbacées, de sphaigne ou de mousse brune, d'arbustes bas et d'arbres en faibles proportions.	6,46
Tourbière ouverte ombrotrophe	Tourbière ombrotrophe (bog) alimentée par les eaux de pluie. Une tourbière de ce type est très pauvre et le pH tend à y être inférieur à 4. La végétation s'y compose majoritairement de sphaigne et de linaigrettes, d'arbustes de la famille des éricacées et de quelques conifères.	1,29
TOTAL		25,38

*MELCC, 2019a

Les données de milieux humides utilisées dans cette étude sont basées sur la photo-interprétation et une validation sur le terrain est nécessaire afin de confirmer la présence et la superficie de ces milieux. D'ailleurs, l'organisme Canards Illimités Canada (CIC) a débuté en juillet 2022 la deuxième phase de cartographie détaillée des milieux humides en Outaouais, qui inclut notamment la MRC de Papineau (Canards Illimités Canada, 2022). Ces travaux s'inscrivent dans un projet lancé en 2009 par CIC et le MELCCFP dont l'objectif est de cartographier les milieux humides des régions habitées du sud du Québec. Cette cartographie réalisée à partir de photographies aériennes et de modèles stéréoscopiques

sera partiellement validée sur le terrain afin d'assurer un bon niveau de précision. Des données fiables quant à la localisation, la délimitation et la classification des milieux humides, ainsi que les pressions qui peuvent les affecter seront donc éventuellement disponibles pour le territoire du bassin versant du lac Gagnon.

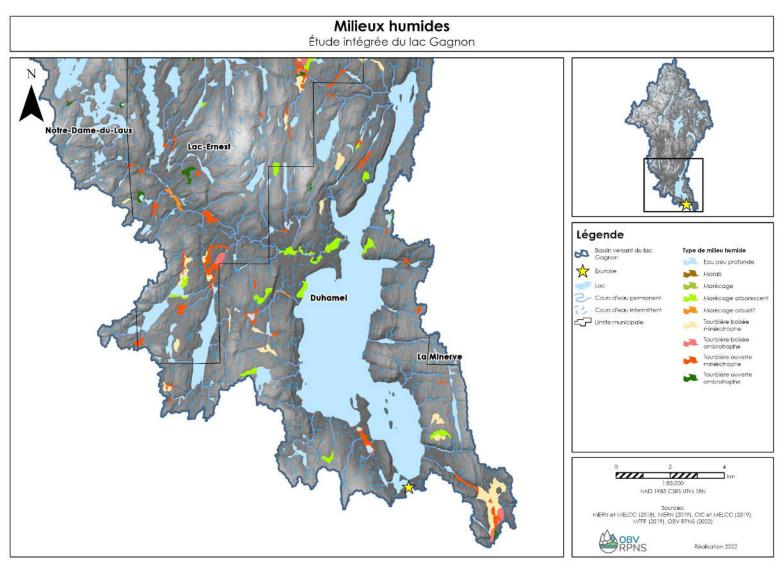


Figure 9 : Types de milieux humides dans le bassin versant du lac Gagnon

3.5 CONTEXTE ANTHROPIQUE

3.5.1 OCCUPATION DU TERRITOIRE

En 2021, la municipalité de Duhamel comptait environ 569 habitants (Statistique Canada, 2022). L'APLG, créé en 1968 et incorporé en 1978 (C. de Maisonneuve, communication personnelle, 6 février 2023), a comme objectif de défendre les intérêts des propriétaires auprès des organismes publics (Association des propriétaires du lac Gagnon [APLG], s. d.). En 2022, l'APLG comptait 290 membres.

La Figure 10 illustre l'utilisation du territoire dans le bassin versant. Selon les données d'utilisation du territoire du MELCC (2021), le territoire du bassin versant du lac Gagnon est principalement à vocation forestière.

Tableau 7: Utilisation du territoire dans le bassin versant du lac Gagnon

Utilisation	Superficie (km²)	Proportion dans le BV (%)	
Agricole	0,33	0,06	
Anthropique	1,03	0,18	
Aquatique	84,55	14,52	
Coupe et régénération	9,59	1,65	
Forestier	464,50	79,78	
Humide	21,78	3,74	
Non classifié	0,31	0,05	
TOTAL	582,24	100	

La majorité du bassin versant du lac Gagnon se trouve en territoire public (Figure 11). En effet, les terres publiques et privées représentent respectivement 77,88 % et 12,42 % du territoire. On y retrouve entre autres des écosystèmes forestiers exceptionnels, des refuges biologiques, ainsi que plusieurs unités d'aménagement forestier (061-51, 064-52 et 072-51) dans lesquelles des coupes forestières peuvent être effectuées, mais qui doivent tenir compte des objectifs d'aménagement durable des forêts.

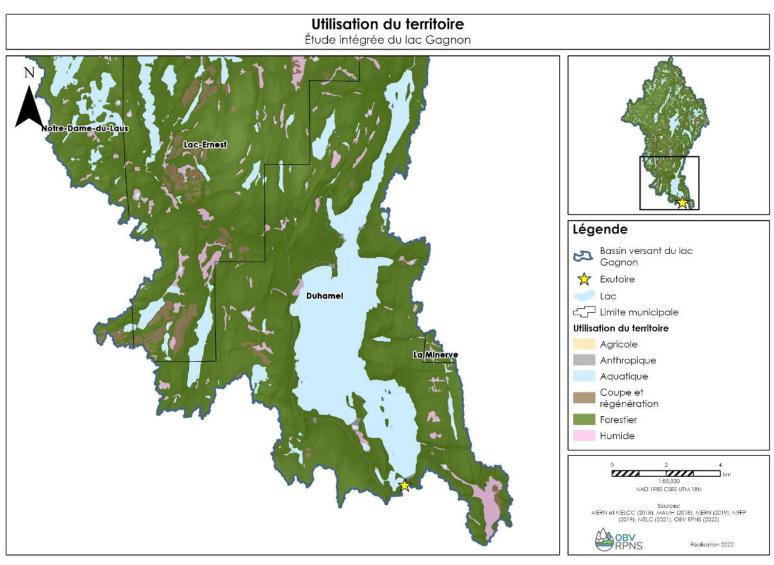


Figure 10 : Utilisation du territoire dans la portion sud du bassin versant du lac Gagnon

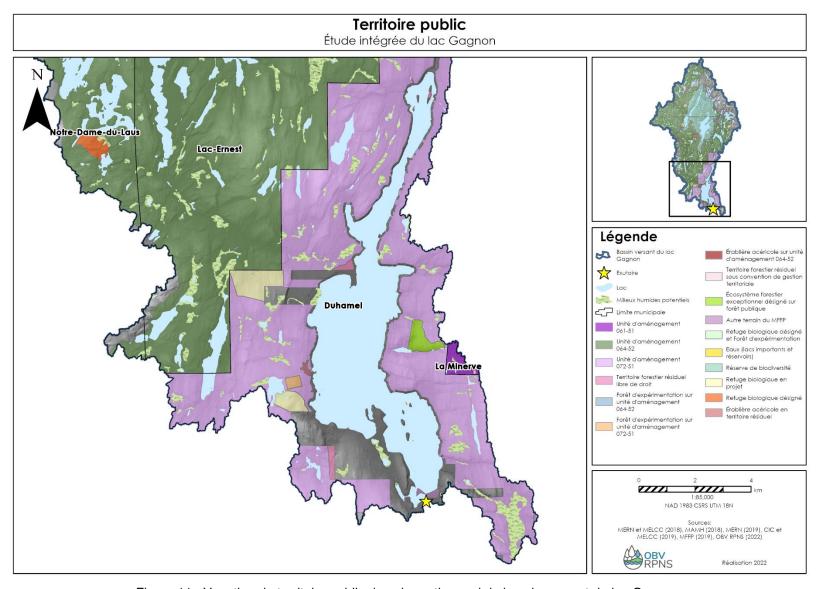


Figure 11 : Vocation du territoire public dans la portion sud du bassin versant du lac Gagnon

3.5.2 AFFECTATION DU TERRITOIRE ET POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT DES ACTIVITÉS ANTHROPIQUES

Les données d'affectation du territoire proviennent du *Portrait provincial en aménagement du territoire*, qui contient des données standardisées issues des schémas d'aménagement en vigueur, dont les différentes affectations du territoire (MAMH, s. d.b). Ces dernières indiquent « de quelles façons la MRC entend utiliser les parties de son territoire » (MAMH, s. d.a). Cette donnée permet donc d'avoir une meilleure idée du potentiel de développement des activités anthropiques sur le territoire. La Figure 12 illustre les grandes affectations du territoire dans le bassin versant du lac Gagnon.

Le Tableau 8 présente l'ensemble des grandes affectations du bassin versant du lac Gagnon. Il est possible de constater que l'affectation principale dans le bassin versant du lac Gagnon est l'affection forestière. En effet, selon les données de 2022, cette dernière représente environ 73 % du territoire.

Tableau 8 : Affectations du territoire dans le bassin versant du lac Gagnon

Affectations	Description*	Superficie (km²)	Proportion dans le bassin versant (%)
Agricole	Territoire réservé à des fins agricoles, soit la pratique plus ou moins exclusive de la culture du sol et des végétaux, l'élevage, la transformation ou les conditionnements de la ferme, etc.	2,68	0,46
Agroforestière	Territoire destiné à l'agriculture et à l'exploitation forestière.	0,39	0,07
Conservation	Territoire destiné à la protection et à la conservation du milieu naturel.	5,37	0,92
Forestière	Territoire destiné principalement à l'aménagement des ressources forestières et fauniques.	427,80	73,47
Publique	Territoire destiné à des équipements et à des infrastructures publiques.	0,60	0,10
Récréative	Territoire caractérisé principalement par des fonctions de nature récréative. Il englobe aussi les secteurs de villégiature, des équipements récréatifs et des équipements sportifs et fauniques, ainsi que les secteurs représentant un attrait touristique marqué.	86,00	14,77
Résidentielle	Territoire hors affectation urbaine caractérisé habituellement par une faible densité d'habitations.	59,95	10,30
TOTAL		582,24	100

^{*}MAMOT, 2016

Étant donné la grande superficie affectée à la foresterie, il est intéressant de noter que plusieurs travaux forestiers ont été prévus en terres publiques pour l'année 2022 dans le bassin versant du lac Gagnon. Ces chantiers incluent des travaux de récoltes et de voiries. Leur superficie varie entre 41,2 hectares et 506,6 hectares.

L'affectation récréative représente quant à elle 14,77 % du territoire à l'étude et est majoritairement située autour du lac Gagnon. Le secteur de la villégiature pourrait donc éventuellement se développer dans cette portion du bassin versant. D'ailleurs, un développement est présentement en cours à proximité de la rivière Ernest (T2), plus précisément le long du chemin des Sitelles (transversal au chemin de la Grande-Baie). De plus, une infraction de remblai sur un des lots du gouvernement du Québec longeant le cours d'eau a été signalée au MFFP (M. Leblanc, communication personnelle, 13 décembre 2022). Il faut toutefois souligner qu'une portion du ruisseau Ernest se trouve dans une zone de conservation délimitée par la Municipalité de Duhamel. Selon le *Règlement de zonage numéro 2013-05*, cette zone comprend « les usages qui visent à la conservation et l'interprétation d'espaces reconnus pour leur rareté ou leur valeur naturelle ou écologique ». La récolte, la cueillette, la destruction ou la coupe de végétation n'est pas autorisé autrement que pour des travaux autorisés en vertu du règlement. De ce fait, un suivi de la qualité de l'eau de la rivière sur le long terme serait particulièrement intéressant, considérant que d'autres projets potentiels sont à prévoir dans le secteur dans les prochaines années.

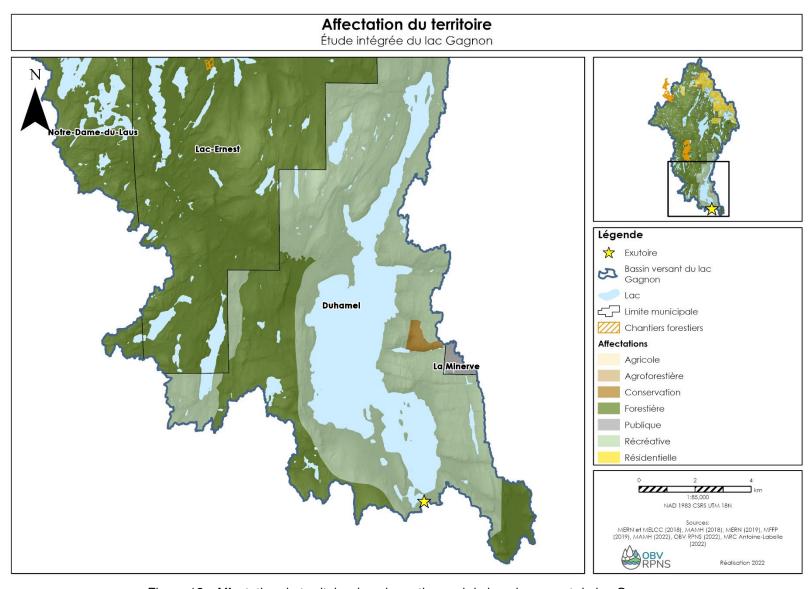


Figure 12 : Affectation du territoire dans la portion sud du bassin versant du lac Gagnon

3.5.3 ACTIVITÉS DE PLAISANCE

Considérant sa grande superficie, le lac Gagnon est très prisé par les villégiateurs pour la pratique d'activités nautiques. En effet, depuis quelques années, il est possible d'y observer une augmentation importante du nombre d'embarcations sur le lac, tant motorisées que non motorisées. De ce fait, dans le but de limiter les conflits d'usage et de protéger les berges de l'érosion, l'APLG a lancé un projet pilote à l'été 2021 visant à instaurer un code d'éthique entourant la navigation (annexe 2). Ce dernier a été rendu disponible sur le site web et la page Facebook de l'APLG. Ainsi, trois zones d'activités nautiques ont été délimitées : une zone sans vague où la vitesse maximale est de 10 km/h, une zone située à au moins 100 m du rivage où la pratique d'activités soulevant des vagues modérées est permise, puis une zone située à au moins 300 m du rivage où la pratique d'activités provoquant de grosses vagues est autorisée.

Au nord du lac Gagnon se trouve la Réserve faunique Papineau-Labelle. Cette dernière occupe 395,15 km² du bassin versant du lac Gagnon, ce qui représente environ 68 % du territoire. Plusieurs activités de plaisance y sont pratiquées, dont le canot-camping, la pêche, la randonnée pédestre et la chasse.

3.5.4 ACTIVITÉS MINIÈRES

L'implantation d'activités minières dans l'Outaouais, les Laurentides et Lanaudière entraine énormément de discussions depuis quelques années. Plus récemment, en août 2022, une vingtaine de municipalités de la MRC de Papineau, dont la Municipalité de Duhamel, ont mis en place une campagne d'affichage pour s'opposer aux projets d'exploitation minière du graphite sur leur territoire. Plusieurs éléments inquiètent fortement les municipalités, les MRC et les citoyens de la région, dont la proximité des travaux avec les habitations, les impacts sur les communautés et les milieux naturels, ainsi que le manque de concertation et de coordination entre les entreprises, le gouvernement et les acteurs locaux. La Figure 13 montre les claims miniers actifs en date de juin 2022 dans le bassin versant du lac Gagnon et ses environs.

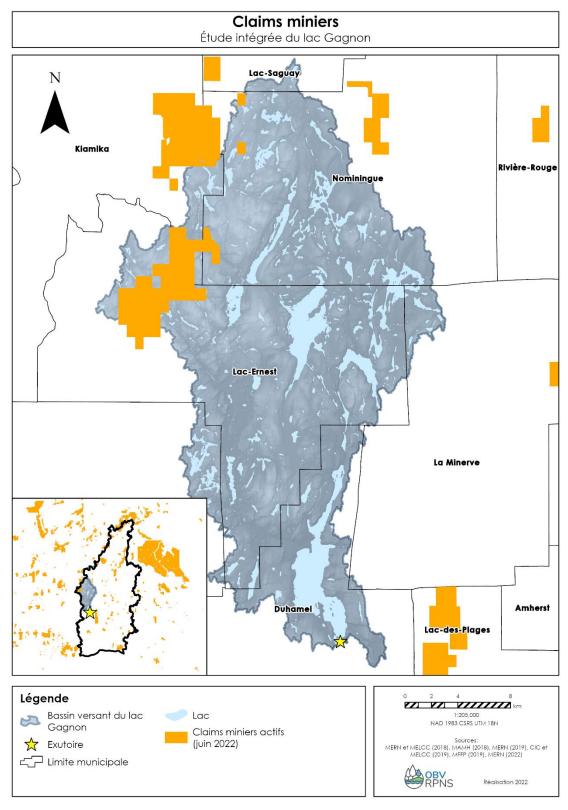


Figure 13 : Claims miniers actifs dans le bassin versant du lac Gagnon et ses environs

3.6 INDICE DE CONNECTIVITÉ DES SÉDIMENTS

La Figure 14 illustre les secteurs présentant un ICS plus élevé avec l'ensemble du réseau hydrographique, soit les lacs, les cours d'eau ou les milieux humides. Les zones en jaune, orange et rouge sont des portions de territoire plus susceptibles de révéler des sources de sédiments atteignant le réseau hydrographique par ruissellement. Ces secteurs sont principalement localisés sur les rives de la portion nord du lac Gagnon, sur les rives des baies Robillard et Bourgeois, ainsi que dans les îles de la Pointe à Baptiste. La pointe aux mouettes et la rive qui lui fait face sont également des zones où la probabilité d'activation des sources de sédiments est élevée. D'autres secteurs, comme la Grande baie et la Baie Aubry semblent, quant à eux, moins vulnérables à la mobilisation de sédiments.

L'ICS étant issu d'un modèle prédictif, il est important de considérer qu'il s'agit d'un outil pour cibler des secteurs sensibles, mais que d'autres paramètres pris en compte par le modèle ou des imperfections au niveau des données utilisées en font un indice qui peut comporter certaines erreurs. De plus, certaines informations, comme le type de sol (gazon, roche, argile, etc.), ne sont pas pris en considération dans le modèle, puisque que ces données ne sont tout simplement pas disponibles ou n'ont pas été produites à une échelle assez locale pour refléter la réalité terrain. Finalement, comme le modèle tel qu'utilisé dans le cadre de cette étude n'a pas été validé avec des données terrain, la marge d'erreur ne peut être estimée.

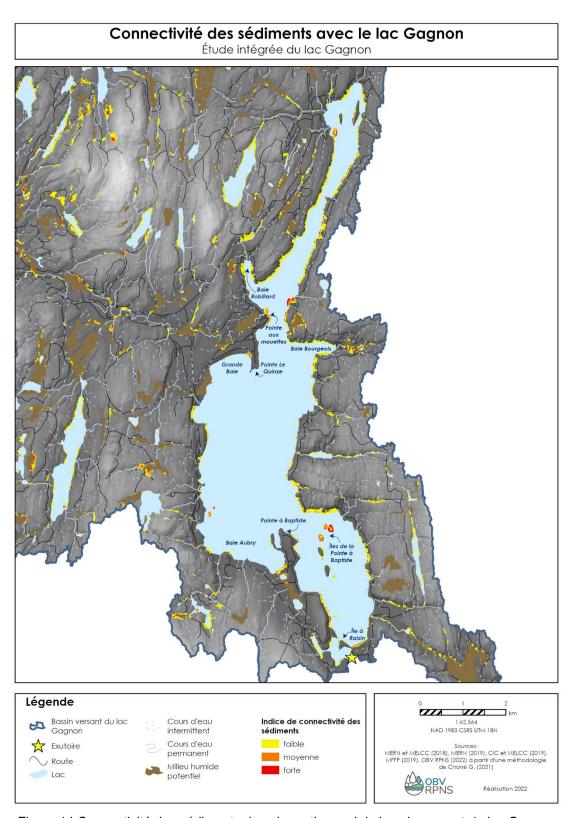


Figure 14 Connectivité des sédiments dans la portion sud du bassin versant du lac Gagnon

4. PORTRAIT DU LAC GAGNON

4.1 MORPHOLOGIE DU LAC

Le Tableau 9 présente les caractéristiques morphologiques du lac Gagnon, calculées à partir de données géomatiques. Plusieurs indices peuvent être déterminés à partir de ces valeurs, nous renseignant sur le fonctionnement du lac à l'étude.

Avec une superficie de 18,66 km² et une profondeur de maximale de 71,76 m, le lac Gagnon est un lac de taille moyenne, relativement profond. Les lacs profonds, en comparaison avec ceux peu profonds, sont naturellement peu productifs, car seule une faible proportion de leur superficie est comprise dans la zone littorale et peut ainsi être colonisée par les plantes aquatiques et le périphyton. Le calcul de la zone de croissance potentielle des plantes aquatiques vient confirmer cela avec seulement 20,13 % de la superficie du lac colonisable par les plantes (voir section 4.7 pour plus de détails). Comme la chlorophylle *a*, indicateur de la biomasse de phytoplancton, tend à diminuer avec l'augmentation de la profondeur moyenne dans les lacs non pollués, on s'attend également à une faible productivité dans le lac Gagnon (Pmoy = 25,72 m) (Kalff, 2002).

Le rapport entre la profondeur moyenne et la profondeur maximale (Pmoy/Pmax), nous renseigne, quant à lui, sur la forme du lac. Pour le lac Gagnon, on obtient une valeur de 0,36, soit une valeur très près de la moyenne des lacs d'origine glaciaire (0,35) (Kalff, 2002). Les lacs affichant de faibles valeurs (<0,35) ont tendance à posséder une ou plusieurs fosses de grande profondeur. À l'inverse, une valeur élevée est obtenue pour les lacs en forme de cuvette (large et peu profond) (ex. 0,66). La bathymétrie du lac Gagnon vient confirmer la présence de plusieurs fosses de grande profondeur (cinq fosses supérieures à 60 m de profondeur) (Figure 15).

En calculant l'indice de développement du rivage (ID) du lac, soit le rapport entre le périmètre réel du lac et le périmètre d'un cercle parfait ayant la même superficie que le lac, une valeur de 3,48 est obtenue. Avec une valeur supérieure à 3,5, cela indique une grande irrégularité du rivage, avec plusieurs baies dont les paramètres physico-chimiques et biologiques peuvent différer de la zone pélagique. À titre de comparaison, un lac avec un ID de 1 serait parfaitement circulaire et la majorité des lacs ont un ID entre 1,5 et 2,5 (Kalff, 2002).

Tableau 9 : Caractéristiques du lac Gagnon

Paramètre	Valeur	Formule/méthode	Notes
Altitude (A)	212 m	Modèle numérique de terrain (MNT)	Données LiDAR
Superficie du bassin versant (S _{BV})	598,24 km ²	Modélisation hydrographique	Dérivée des données LiDAR
Superficie du lac (S _{Lac})	18,66 km²		GRHQ
Périmètre (P)	53,24 km	GRHQ	GRHQ
Indice de développement du rivage (ID)	3,48	ID=P/2($\sqrt{\pi}S_{Lac}$)	Calcul avec données GRHQ

ÉTUDE INTÉGRÉE DU LAC GAGNON

Paramètre	Valeur	Formule/méthode	Notes
Profondeur maximale (P _{max})	71,76 m		Données fournies par TrakMaps
Profondeur moyenne (P_{moy})	25,72 m		Données fournies par TrakMaps
Volume du lac (V)	479 935 200 m ³	$V=P_{moy}^*S_{Lac}$	

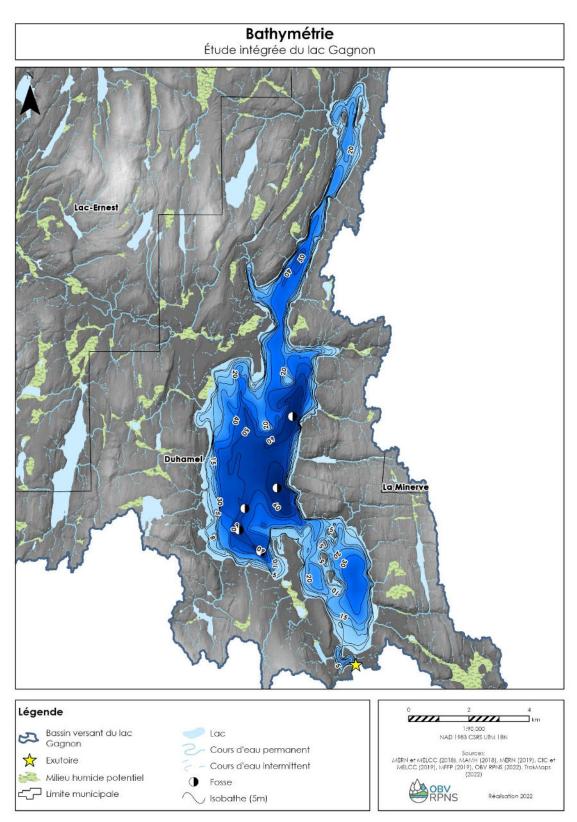


Figure 15 : Bathymétrie du lac Gagnon

4.2 APPROXIMATION DU TEMPS DE SÉJOUR THÉORIQUE DE L'EAU

Les variations de niveau d'eau d'un lac sont influencées par les précipitations, l'évaporation, ses tributaires et exutoires, le ruissellement, les apports en eaux souterraines et les infiltrations souterraines (Figure 16) (Arnoux, 2017). C'est pourquoi le climat et la géomorphologie influencent le bilan hydrique d'un lac. Le climat contrôle les volumes d'eau entrants dans le lac par les précipitations et les volumes retournant à l'atmosphère par évaporation. La morphologie d'un bassin versant influence, quant à elle, les temps de séjour de l'eau de surface et souterraine et le temps de séjour de l'eau du lac lui-même (Lavoie Lavallée, 2019).

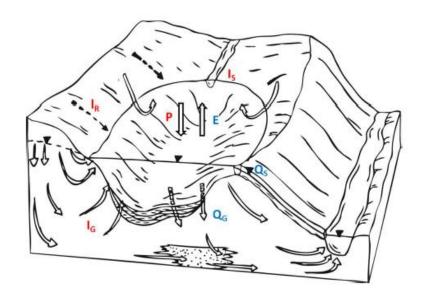


Figure 16 : Schéma du bilan hydrologique d'un lac. Entrées : précipitations directes (P), tributaire (I_s), apports d'eaux souterraines (I_G), ruissellement (I_R). Sorties : Evaporation (E), exutoire de surface (Q_s), infiltrations souterraines (Q_G).

*Figure provenant de Arnoux. (2017)

Le temps de séjour théorique de l'eau du lac, aussi appelé temps de résidence ou de renouvellement de l'eau, correspond au temps que l'eau passe dans le lac avant d'être complètement renouvelée. Une manière très simplifiée d'illustrer le temps de séjour est d'imaginer le temps qu'il faudrait pour remplir un bain avant que l'eau ne s'écoule par le trop-plein. Ce temps dépendra évidemment du volume du bain ainsi que du débit du robinet. Le temps de séjour d'un lac dépend donc essentiellement de son volume et des flux hydriques entrants. Il se calcule de la façon suivante :

Temps de séjour (années) = Volume du lac (m³) / débit moyen annuel entrant (m³/année)

Le volume du lac est calculé à partir de la carte bathymétrique. Le débit moyen annuel entrant est, quant à lui, déterminé par l'ensemble des apports d'eau provenant des cours d'eau, des pluies directes sur le

⁹ « Calcul de la quantité d'eau qui, dans (...) un lac (...) entre, sort ou est retenue. » (Office québécois de la langue française, 1974)

lac, des eaux souterraines et du ruissellement. Comme il est difficile de mesurer tous ces différents apports d'eau, le temps de séjour est souvent estimé en utilisant le débit sortant du lac, lorsque le lac est équipé d'un débitmètre à son exutoire :

Temps de séjour (années) = Volume du lac (m³) / débit moyen annuel sortant (m³/année)

Néanmoins, cette méthode ne prend pas en compte les flux sortants par les eaux souterraines.

En l'absence des données de débit moyen annuel entrant ou sortant au lac Gagnon, le débit annuel entrant dans le lac a été estimé en utilisant le débit moyen annuel de la rivière de la Petite Nation, mesuré à Ripon entre 2011 et 2021, soit 547 793 m³/km²/année (CEHQ, 2022), multiplié par la superficie du bassin versant du lac Gagnon (598,24 km²). Cette méthode est utilisée par le CRE Laurentides afin de comparer grossièrement les lacs entre eux, étant donné que très peu de lacs au Québec possèdent des débitmètres à leurs exutoires. Basé sur cette estimation, le temps théorique de renouvellement de l'eau du lac Gagnon est estimé à 1,5 an, soit un temps de renouvellement modérément court (<2 ans) (Kalff, 2002). En d'autres mots, une goutte d'eau réside environ 1,5 an dans le lac avant d'approcher l'exutoire. Ce temps est dit théorique comme il ne prend pas en compte la stratification de l'eau, autrement dit, il considère le lac comme une masse d'eau homogène, ce qui n'est pas représentatif de la réalité.

Le temps de séjour nous renseigne sur le fonctionnement physique, chimique et biologique d'un lac, car il conditionne :

- La circulation des nutriments et polluants dans un lac et l'inertie du système (Zone atelier Bassin du Rhône et Observatoire des lacs alpins, 2015);
- Le temps alloué aux particules pour sédimenter ;
- Le temps alloué aux microalgues (phytoplancton) pour se développer avant de sortir du lac (Kalff, 2002).

Un temps de séjour court est typiquement associé à un grand ratio de drainage (Kalff, 2002). C'est le cas du lac Gagnon (section 3.3). Un temps de séjour court, caractéristique des lacs avec un grand bassin versant, implique que le lac reçoit naturellement plus de nutriments et de carbone organique dissous (COD) que les lacs avec de petits bassins versants. Il y a également moins de temps pour que les particules en suspension dans l'eau (ex. particules de matière organique) sédimentent.

4.3 IMPACT DU VENT SUR L'HYDRODYNAMIQUE DU LAC

L'impact du vent sur le brassage d'un lac peut être estimé par le calcul du fetch (course du vent), c'està-dire la distance la plus grande sur laquelle le vent peut transmettre son énergie au lac sans rencontrer d'obstacle (Kalff, 2002). La longueur du fetch est influencée par la direction des vents dominants, la forme et la superficie du lac. Plus la longueur du fetch, la vitesse du vent et la période durant laquelle souffle le vent est grande, plus les eaux seront brassées sous l'influence du vent (von Einem et Granéli, 2010).

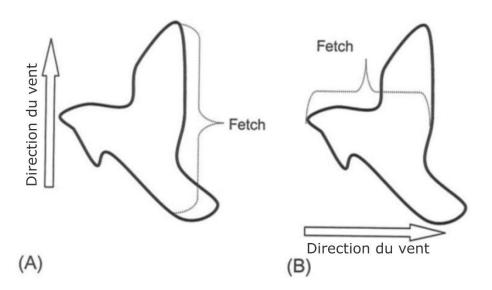


Figure 17 : Schéma montrant le fetch sur un lac selon deux exemples : (A) le fetch maximal avec des vents soufflant dans l'axe nord-sud et (B) le fetch maximal avec un vent soufflant dans l'axe est-ouest.

Avec un fetch d'une longueur maximale de 9,5 km d'après la direction des vents dominants dans l'axe nord-sud et de 5,9 km selon la direction des vents dominants en provenance du sud-ouest, le vent a un grand potentiel de brassage des eaux au lac Gagnon (Annexe 4 ;Annexe 5).

Plus le fetch est important, plus les vagues prennent de la puissance (Papon et al., 2005). Une estimation de la hauteur maximale peut être calculée d'après le fetch (F, km) :

$$Hmax = 0.332 \times F^{0.5}$$
 (Wetzel, 1983)

Au lac Gagnon, selon la direction du vent dominant, les vagues pourraient atteindre une hauteur maximale de 1 mètre.

4.4 DURÉE DE LA COUVERTURE DE GLACE SAISONNIÈRE DU LAC

Les eaux de surface des lacs à travers le globe se réchauffent (O'Reilly et al., 2015b). Au Canada, une diminution de la durée pendant laquelle les lacs sont recouverts de glace a été observée depuis les cinq dernières décennies (Derksen et al., 2019b). Dans une optique de suivre l'effet des changements climatiques sur un lac donné, il est intéressant de suivre, chaque année, la date à laquelle le lac est entièrement recouvert de glace et celle où la glace est complètement disparue de la surface du lac. Ce type de données est compilé par l'APLG depuis 1969 (APLG, s. d.b). Le graphique chronologique montre que la durée de couverture de glace saisonnière du lac Gagnon a fluctué d'une année à l'autre pendant la période 1969-2021 (Figure 18). La tendance linéaire entre la durée de couverture de glace et l'année est significative. On observe une tendance à la baisse au cours des 52 dernières années.

^{*}Figure modifiée de Dodds et Whiles (2010)

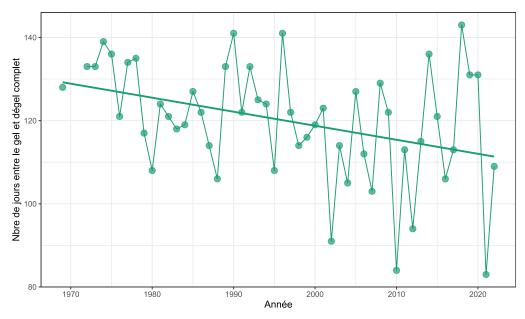


Figure 18 : Nombre de jours entre le gel et le dégel complet du lac Gagnon entre 1969 et 2022

*Les données proviennent du site web de l'APLG. La ligne montre la tendance linéaire (y = -0.3x + 793.12, R2 ajusté 0.12; p-value: 0.006).

La phénologie (moment de l'englacement et de la débâcle) et l'épaisseur de la glace sont sensibles aux températures de l'air et à la chute de neige en raison des propriétés isolantes de la neige (Derksen et al., 2019b).

Le graphique chronologique montre que les températures moyennes annuelles (minimale, moyenne et maximale) enregistrées à Chénéville ont fluctué d'une année à l'autre pendant la période 1969-2021 Figure 19). La relation entre la moyenne annuelle des températures moyennes et l'année est significative. La tendance linéaire montre une légère augmentation des températures durant la même période. Cette augmentation concorde avec celle observée à l'échelle du Canada. En effet, les données moyennes de température enregistrées à l'échelle nationale affichent un réchauffement général moyen de 1,9°C entre 1948 à 2021 (Environnement et Changement climatique Canada, 2022).

La relation linéaire entre le nombre de jours d'englacement et la moyenne annuelle des températures moyennes à Chénéville est significative (Figure 20). On observe une tendance à la baisse. La moyenne annuelle des températures moyennes n'est qu'une variable parmi d'autres qui explique la durée de la période d'englacement.

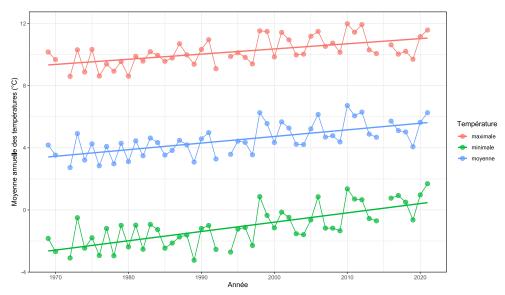


Figure 19 : Moyenne annuelle des températures minimales, moyennes et maximales enregistrées à la station Chénéville (#7031375) entre 1969 et 2021

*La ligne montre les tendances linéaires (tendance linéaire de la température moyenne : y = 0.04x - 80.33 + R2 ajusté 0.41; p-value: 2.894e-07)

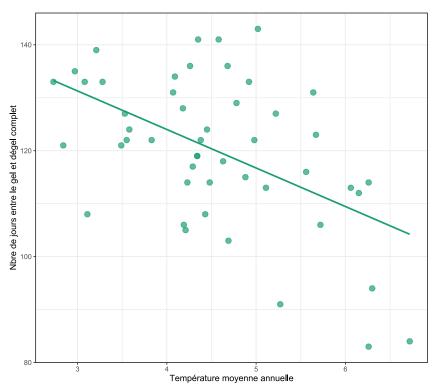


Figure 20 : Nombre de jours entre le gel et le dégel complet du lac Gagnon en fonction de la température moyenne annuelle

*La ligne représente une régression linéaire (y = -7,28x + 153,11, R2 ajusté 0,25; p-value: 0,0002)

4.5 PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU DE SURFACE DU LAC ET DES TRIBUTAIRES

L'eutrophisation naturelle d'un lac correspond à l'enrichissement graduel en éléments nutritifs liés au vieillissement du plan d'eau. Cette évolution des écosystèmes aquatiques se produit sur plusieurs milliers à plusieurs millions d'années et est donc rarement observable à l'échelle d'une vie humaine (Pinay et al., 2018). L'accumulation graduelle de nutriments, apportés par le bassin versant et l'atmosphère, entraine une augmentation de la production biologique, notamment des plantes aquatiques et du phytoplancton, ce qui entraine une accumulation de matière organique (ex. végétaux morts) qui, couplée à l'accumulation de matières minérales, mène éventuellement au comblement du lac.

L'eutrophisation anthropique se produit quant à elle sur une échelle de temps beaucoup plus courte, c'est-à-dire moins d'un siècle. Ce sont les apports anthropiques d'azote et de phosphore, comme l'utilisation d'engrais, le rejet d'eaux usées, la déforestation, l'érosion, qui entrainent un dysfonctionnement des écosystèmes avec des symptômes visibles comme les proliférations de cyanobactéries parfois toxiques, les hypoxies et anoxies, etc. La nature des symptômes et leur intensité dépendent des propriétés naturelles des lacs et de leurs bassins versants, comme le temps de renouvellement de l'eau, et des conditions locales, comme la température de l'eau et la lumière (Pinay et al., 2018).

Les niveaux trophiques, c'est-à-dire, oligotrophe, mésotrophe et eutrophe, permettent de classer les lacs selon leur niveau de productivité biologique (Figure 21). Les lacs clairs avec peu de productivité primaire ont un état trophique oligotrophe, alors que les lacs avec beaucoup de productivité primaire sont dits eutrophes. Il existe tout un continuum d'états trophiques entre les niveaux oligotrophe et eutrophe, c'est pourquoi le RSVL utilise des classes intermédiaires (oligo-mésotrophe et méso-eutrophe).

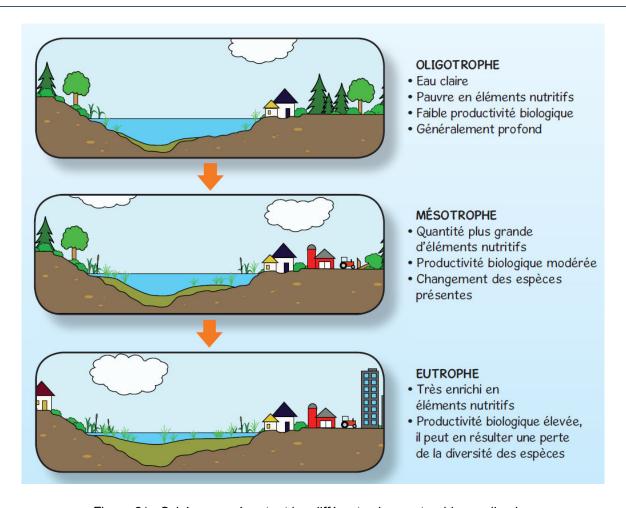


Figure 21 : Schéma représentant les différents niveaux trophiques d'un lac

Dans le cadre de ce réseau, l'évaluation du niveau trophique d'un lac s'effectue selon trois paramètres, soient la concentration de phosphore total (PT), la concentration de chlorophylle a (Chl a) et la transparence. Il existe des valeurs guides pour chacun de ces paramètres, présentées dans le Tableau 10. La concentration en carbone organique dissous (COD) est également mesurée, car elle influence la transparence de l'eau. Chacun de ces paramètres est décrit dans les paragraphes suivants.

Tableau 10 : Critères de classement du niveau trophique des lacs, basé sur la moyenne estivale des valeurs

Niveau trophique	Phosphore total (μg/L)	Chlorophylle a (μg/L)	Transparence (m)
Ultra-oligotrophe	< 4	< 1	> 12
Oligotrophe	4 - 10	1 - 3	12 - 5
Oligo-mésotrophe	7 - 13	2,5 - 3,5	6 - 4
Mésotrophe	10 - 30	3 - 8	5 - 2,5
Eutrophe	30 - 100	8 - 25	2,5 - 1
Hyper-eutrophe	> 100	> 25	< 1

^{*}Figure provenant de la Trousse des lacs (CRE Laurentides, 2013a)

Le phosphore est une substance nutritive essentielle à la croissance des plantes aquatiques et des algues. Cet élément est dit limitant, car on le retrouve en moins grande quantité que les autres éléments nécessaires à la croissance végétale dans les écosystèmes naturels du Québec (Hébert et Légaré, 2000). Les sources de phosphore peuvent être ponctuelles ou diffuses. Les rejets de certains types d'industrie, ainsi que les eaux usées provenant des usines d'épuration, sont des exemples de sources ponctuelles. Les sources diffuses sont en général plus difficiles à identifier, mais leur importance peut être non négligeable. Il s'agit de contaminations plus uniformément réparties sur le territoire, comme les installations septiques, l'épandage d'engrais ou le lessivage des sols par les eaux de ruissellement sur les terrains déboisés (Figure 22). La concentration de phosphore total (PT) dans l'eau comprend l'ensemble du phosphore dissous et particulaire. Ce dernier, dans l'eau, inclut le phosphore qui a été incorporé dans la matière organique vivante (phytoplancton, zooplancton) et la matière organique en décomposition (matière fécale du zooplancton, organismes morts).

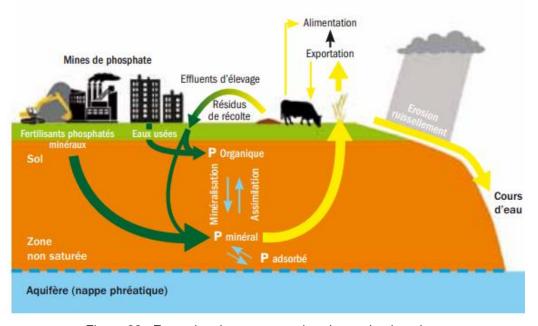


Figure 22 : Exemples de sources anthropiques de phosphore

La Chl *a* est le pigment photosynthétique le plus important retrouvé dans les organismes capables d'effectuer la photosynthèse (plantes aquatiques, phytoplancton, cyanobactéries). Cette mesure permet donc d'estimer la quantité de phytoplancton (algues microscopiques) en suspension dans la colonne d'eau. Les lacs eutrophes, plus productifs, tendent à présenter des concentrations en Chl *a* plus importantes que les lacs oligotrophes (Hébert et Légaré, 2000).

La transparence de l'eau est mesurée avec un disque de Secchi. La mesure de la transparence correspond à la profondeur maximale à laquelle il est encore possible de distinguer le disque à la fosse d'un lac. La transparence d'un lac est influencée par sa turbidité, elle-même influencée par la teneur en matières en suspension (particules et algues microscopiques). Plus le niveau trophique d'un lac est avancé, plus sa transparence aura tendance à diminuer en raison de la forte biomasse de microalgues. Le COD est lié à la présence d'acide humique (résidus de la décomposition végétale) qui donne une couleur jaunâtre ou brunâtre à l'eau. Le COD autochtone (produit dans le lac) provient du métabolisme

^{*}Figure provenant de Pinay et al. (2018)

du phytoplancton et des plantes aquatiques. Le COD allochtone (produit à l'extérieur du lac) provient, quant à lui, des marécages, tourbières et marais dans le bassin versant. Il peut dans certains cas provenir de sources anthropiques à la suite, par exemple, de rejets de stations d'épurations ou de l'épandage de fumier et de lisier. Le COD allochtone est acheminé au lac via le ruissellement des eaux de surface ou souterraines. Comme la concentration de COD influence naturellement la transparence de l'eau, ce paramètre est mesuré afin de nuancer la valeur de transparence mesurée dans le cadre du RSVL. Les valeurs obtenues se situent généralement entre 2,3 et 11,2 mg/L.

4.5.1 PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU ET NIVEAU TROPHIQUE DU LAC GAGNON (2008-2021)

Le lac Gagnon fait partie du RSVL depuis 2008 et compte une station de surveillance (0320B). Il a cependant déjà compté une deuxième station (0320A), tel qu'illustré à la Figure 23. Les concentrations de PT, Chl a, COD ont été mesurées en 2008 et 2009 à la station 0320A et de 2008 à 2021 à la station 0320B. La transparence a, quant à elle, été mesurée de 2008 à 2016 à la station 0320A et de 2008 à 2021 à la station 0320B. La Figure 24 permet de comparer les valeurs obtenues aux deux stations. À l'exception d'une donnée de phosphore mesurée à la station 0320A, on observe peu de différence entre les deux stations.

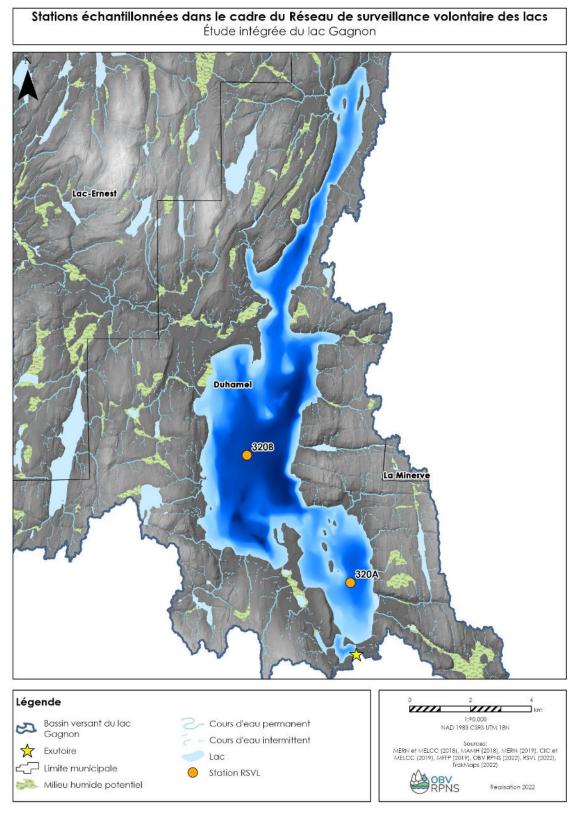


Figure 23 : Stations suivies dans le cadre du RSVL du MELCCFP depuis 2008

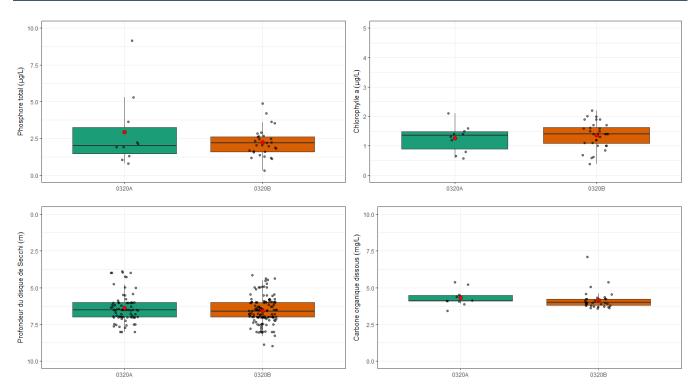


Figure 24 : Concentrations de phosphore total, chlorophylle *a*, carbone organique dissous mesurées en 2008 et 2009 à la station 0320A et de 2008 à 2021 à la station 0320B et mesures de profondeur du disque de Secchi mesurées de 2008 à 2016 à la station 0320A et de 2008 à 2021 à la station 0320B dans le cadre du RSVL

*Chaque point représente un prélèvement. La ligne centrale des boîtes à moustaches correspond à la médiane (50e percentile). Les bordures inférieure et supérieure correspondent respectivement aux 25e et 75e percentiles. Les extrémités des moustaches s'étendent du 75e percentile à la valeur la plus élevée jusqu'à un maximum de 1,5*l'espace interquartile (distance entre le 25e et 75e percentile) et du 25e percentile à la valeur minimale jusqu'à un maximum de 1,5*l'espace interquartile. Les valeurs à l'extérieur des boîtes à moustaches sont considérées comme atypiques. Le point rouge représente la moyenne.

La Figure 25 illustre l'évolution des concentrations de PT et de Chl a, de la transparence et des concentrations de COD mesurées aux deux stations entre 2008 et 2021. On observe globalement peu de différence, d'une année à l'autre, n'indiquant aucune dégradation de la qualité de l'eau dans la zone pélagique au cours de cette période. Chaque année, la moyenne annuelle des concentrations en PT permet de situer l'état trophique du lac dans la classe ultra-oligotrophe, alors que l'ensemble des moyennes annuelles de Chl a et de transparence permettent de classer le lac dans la classe oligotrophe.

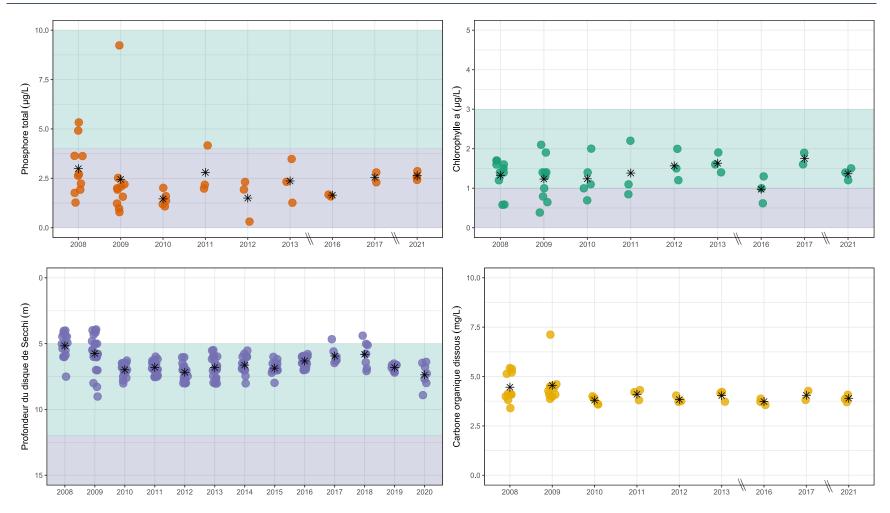


Figure 25 : Concentrations de phosphore total, de chlorophylle *a*, profondeur du disque de Secchi et concentration en carbone organique dissous mesurées aux stations 0320A et 0320B

*Chaque point représente un prélèvement. L'étoile représente la moyenne. Les rectangles mauves permettent de visualiser l'étendue des valeurs correspondant au niveau trophique ultra-oligotrophe et les rectangles bleus, au niveau oligotrophe (ces valeurs sont décrites dans le Tableau 10).

Le Tableau 11 présente l'étendue des valeurs, la médiane et la moyenne, toutes années confondues, des quatre paramètres suivis dans le cadre du RSVL. Les valeurs de carbone organique dissous varient entre 3,40 et 7,10 mg/L, montrant que la couleur de l'eau a une incidence sur la transparence de l'eau (Figure 25; Tableau 11). Sur la base de ces données, le lac Gagnon présente peu ou pas de signes d'eutrophisation.

Tableau 11 : Étendue, médiane et moyenne des quatre paramètres suivis dans le cadre du RSVL entre 2008 et 2021

Paramètre	Étendue	Médiane	Moyenne
Phosphore total (µg/L)	0,30 - 9,20	2,10	2,39
Chlorophylle a (µg/L)	0,38 - 2,20	1,40	1,34
Transparence (m)	9,00 - 3,90	6,50	6,50
COD (mg/L)	3,40 - 7,10	4,05	4,19

Il est important de mentionner que ces données portent uniquement sur la zone pélagique, soit la zone d'eau profonde et libre de plantes aquatiques, et ne prennent pas en compte les symptômes de l'eutrophisation qui pourraient survenir en zone littorale. L'analyse de l'eau porale (l'eau contenue dans les sédiments d'un lac) de plusieurs plans d'eau des Laurentides a montré que la concentration de PT dans la zone pélagique est un indicateur peu sensible de l'eutrophisation, car les charges diffuses de phosphore sont en grande partie séquestrées par les macrophytes (Carignan et al., 2012). Ainsi, il est essentiel de suivre des indicateurs précoces de l'eutrophisation comme l'évolution du périphyton et des plantes aquatiques dans la zone littorale (Carignan, 2014).

4.5.2 COLIFORMES FÉCAUX

Aucune mesure de coliformes fécaux n'a été réalisée dans le cadre de la présente étude. Cependant, l'APLG mesure chaque année la concentration de coliformes fécaux à plusieurs endroits dans le lac (APLG, 2020). Les coliformes fécaux (CF) sont des bactéries appartenant au groupe des coliformes totaux et proviennent des matières fécales produites par les humains et les animaux à sang chaud. Leur présence dans l'eau indique non seulement une contamination récente par des matières fécales, mais aussi la présence possible de bactéries, virus et protozoaires potentiellement pathogènes. Comme les colonies de CF peuvent être facilement identifiées et comptées, ces dernières sont fréquemment utilisées comme indicateurs de pollution fécale.

Les sources principales de contamination bactériologique sont les rejets d'eaux usées domestiques non traitées ou mal traitées (fosses septiques défectueuses ou désuètes), les débordements des réseaux d'égouts (ouvrages de surverse) par temps de pluie, ainsi que l'épandage de fumier et de lisier. Les températures chaudes peuvent favoriser la prolifération des colonies de coliformes, tandis que les fortes pluies peuvent, quant à elles, accentuer les risques de transport direct des coliformes vers les cours d'eau. Ces conditions représentent donc des problèmes potentiels pour la pratique d'activités récréatives comme la baignade ou encore pour la consommation de l'eau.

Le 8 août 2021, l'APLG a récolté 40 échantillons, répartis sur l'ensemble du lac. Les concentrations varient entre 0 et 29 UFC/100 mL avec une moyenne de 2 UFC/100 mL. Il n'y a donc aucun dépassement du critère pour la baignade de 200 UFC/100 mL (MELCCFP, 2023). À noter, qu'aucune précipitation n'a

été enregistrée à la station de Chénéville dans les 48 heures précédant l'échantillonnage, limitant ainsi le ruissellement.

4.5.3 PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU (2022)

Au total, quatre stations ont été échantillonnées dans le cadre de ce projet : les deux principaux tributaires, soient les rivières Ernest et de la Petite Nation, ainsi que deux stations en zone pélagique (à proximité de celles du RSVL), appelées ici fosse 1 (F1) et fosse 2 (F2). La fosse 1 est d'une profondeur de 60 m et la fosse 2 de 30 m. La rivière Ernest a été échantillonnée à partir du pont du chemin de la Grande-Baie et la rivière de la Petite Nation du pont du chemin du lac Gagnon, dans la réserve faunique de Papineau-Labelle, en aval du lac Chénier. La Figure 26 illustre l'emplacement de ces stations. Les bassins versants des rivières Ernest (T2) et Petite Nation (T1) sont représentés à la Figure 8 (section 3.3). Le Tableau 12 décrit, quant à lui, le type d'analyse et la prise de données physico-chimiques à chaque station lors des trois dates d'échantillonnage. L'objectif de ces prises de données était de comparer la qualité de l'eau des deux principaux tributaires du lac Gagnon avec celle du lac.

Tableau 12 : Dates et paramètres échantillonnés lors des relevés sur le terrain

	Stations			
Date	Petite Nation	Ernest	F1	F2
20-06-2022	PT, MES, S	PT, MES, S	PT, MES, S, P	PT, S, P
01-08-2022	PT, MES	PT, MES	PT	-
22-09-2022	PT, MES, S	PT, MES, S	PT, S, P	PT, S, P

PT : Analyse d'eau pour la mesure de la concentration en phosphore

MES: Analyse d'eau pour la mesure de la concentration en matière en suspension

S : physico-chimie de l'eau en surface

P: profil physico-chimique (de la surface jusqu'au fond)

- : aucun relevé terrain

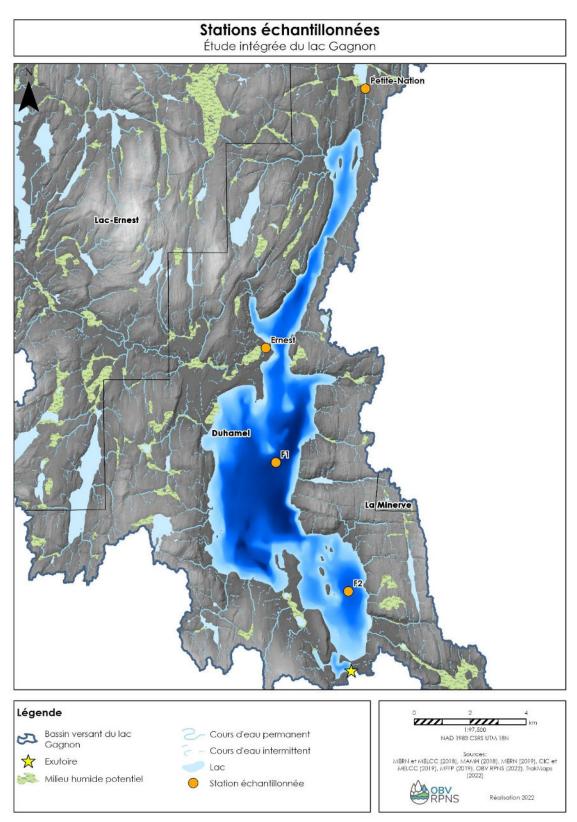


Figure 26 : Stations échantillonnées au lac Gagnon et ses tributaires au cours de l'été 2022

4.5.3.1 Contexte climatique et hydrologique

Le contexte climatique et hydrologique fournit des indices sur les processus naturels ou anthropiques pouvant être responsables d'un dépassement du seuil de qualité de l'eau pour les paramètres étudiés dans ce rapport. Par exemple, le ruissellement des eaux de pluie ou encore l'érosion des berges lors d'un débit plus important d'une rivière peut entrainer, dans les deux cas, des concentrations plus élevées en matières en suspension dans l'eau.

L'objectif de ce paragraphe est donc de replacer les échantillonnages réalisés à l'été 2022 dans un contexte climatique plus large en comparant l'année 2022 aux 10 années précédentes (2011-2021) (Figure 27 ; Figure 28).

On note un mois de mai particulier :

- Le début du mois a été très sec, mais s'est terminé avec de fortes pluies, qui, combinées à la fonte des neiges, ont causés des inondations en Outaouais;
- Le mois de mai a été le plus chaud en 103 ans au sud du Québec ;
- Un événement climatique rare pour la région, un derecho 10 avec des vents violents et de la grêle, a causé d'importants dommages aux arbres et infrastructures (MELCCFP, 2022c).

On note également un mois de mai plus pluvieux que la normale avec un total dépassant les 200 mm par endroits en Outaouais (213,4 mm à la station de Chénéville) (MELCCFP, 2022a).

La Figure 28 illustre la quantité de pluie tombée quotidiennement entre le 1^{er} mai et le 1^{er} octobre à Chénéville. Les lignes pointillées correspondent aux dates d'échantillonnage. On remarque que les deux premiers échantillonnages se sont déroulés à la suite de temps sec et le dernier après des épisodes de pluies.

La Figure 29 illustre l'amplitude du débit de la rivière de la Petite Nation, l'un des deux tributaires principaux du lac Gagnon, à la station hydrométrique de Ripon. Au moment des trois échantillonnages, on note un débit plus élevé durant l'échantillonnage de juin et un débit plus bas en août.

^{10 «} Les vents rectilignes ou les lignes d'orages sont des termes utilisés pour décrire de forts courants descendants qui peuvent se propager devant des orages. Les derechos sont des tempêtes de vent qui causent plus de dommages et qui durent plus longtemps, et sont souvent associés à des lignes ou des groupes d'orages plus larges. On peut s'attendre à ce que des vents d'au moins 90 km/h causent des dommages sur une largeur d'une dizaine à une centaine de kilomètres et, par définition, sur une longueur d'au moins 400 km » (Environnement et Changement climatique Canada, 2010).

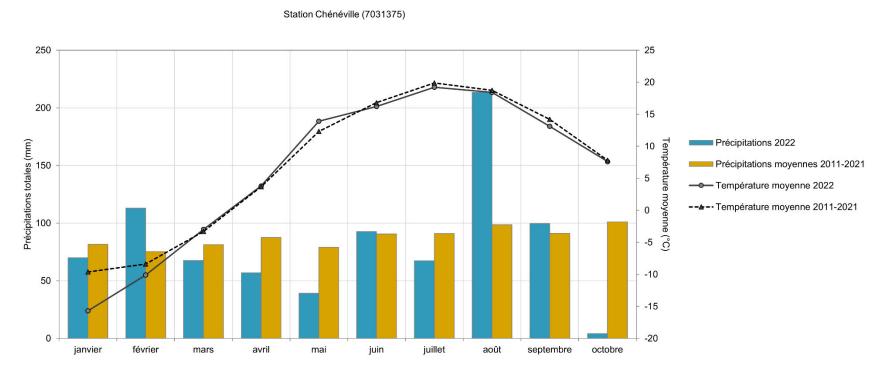


Figure 27 : Précipitations totales mensuelles et température moyenne (moyenne mensuelle) enregistrées en 2022 et entre 2011-2021 à la station Chénéville #7031375

*Données MELCCFP

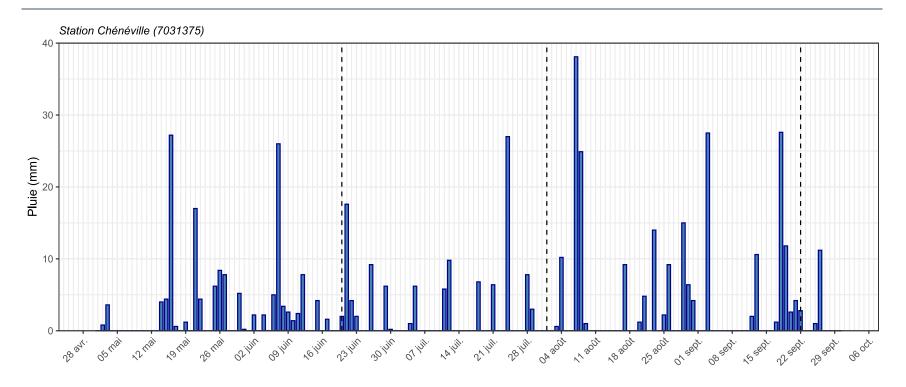


Figure 28 : Pluie totale quotidienne (mm) mesurée entre le 1er mai et le 1er octobre 2022 à la station Chénéville #7031375

^{*}Données MELCCFP

^{*}La graduation principale sur l'axe des X est aux 7 jours et la graduation secondaire est à chaque jour. Chaque ligne correspond donc à une journée. Les lignes pointillées correspondent aux dates d'échantillonnage.

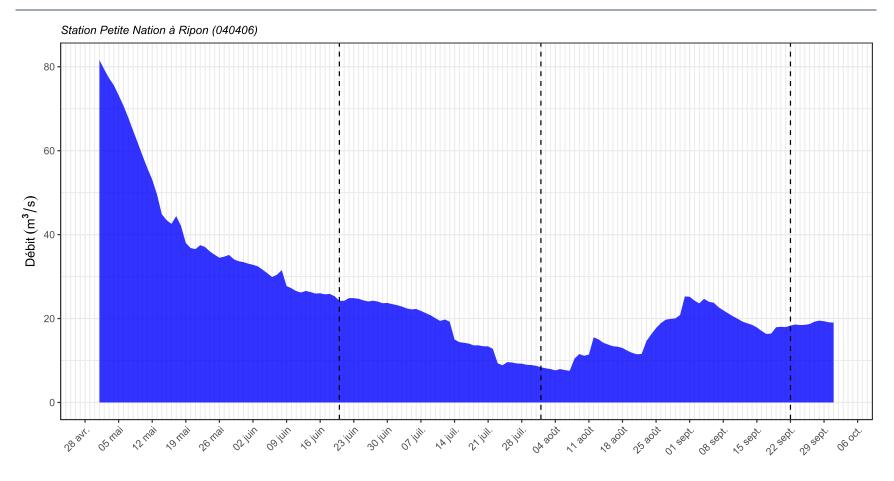


Figure 29 : Débit journalier (m³/sec) enregistré entre le 1er mai et le 1er octobre 2022 à la station de la Petite Nation - au pont à 1,6 km en amont de Ripon (#040406)

^{*}Données MELCCFP

^{*}La graduation principale sur l'axe des X est aux 7 jours et la graduation secondaire est à chaque jour. Chaque ligne correspond donc à une journée. Les lignes pointillées correspondent aux dates d'échantillonnage.

4.5.3.2 Stratification thermique

La majorité des lacs profonds (> 20 m) au Québec sont dimictiques, c'est-à-dire qu'ils sont recouverts de glace en hiver, se mélangent au printemps, sont stratifiés durant l'été et se mélangent à nouveau au cours de l'automne (Figure 30).

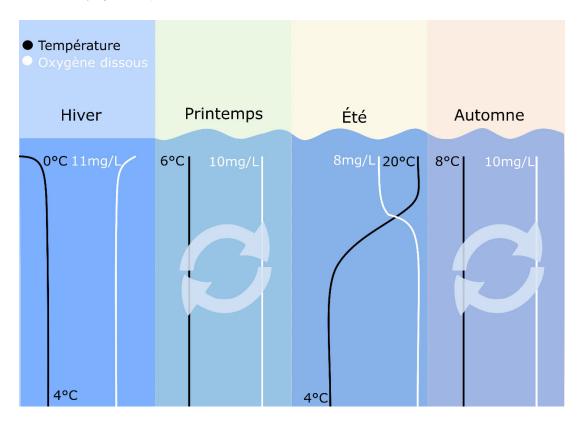


Figure 30 : Profils typiques de température et d'oxygène dissous observés dans les lacs oligotrophes en région tempérée

La stratification thermique des lacs durant la période estivale est un phénomène qui se produit dans les lacs profonds, où l'eau de surface est plus chaude et donc moins dense que les eaux au fond du lac. Cet écart de densité crée une superposition de trois masses d'eau plus ou moins isolées les unes des autres, qu'on nomme, de la surface vers le fond, épilimnion, métalimnion et hypolimnion (Figure 31). Chaque couche d'eau se caractérise par des températures et des pressions hydrostatiques différentes, ce qui modifie la teneur en oxygène dissous, en plus d'influencer d'autres paramètres comme le pH et la conductivité de l'eau. Lorsqu'arrive l'automne, l'eau en surface se refroidit jusqu'à atteindre une température similaire à celle en profondeur, ce qui provoque, avec l'action du vent, le brassage de la colonne d'eau. Au printemps, un brassage est également observé au sein des plans d'eau à la suite de la fonte des glaces. Ce processus brise les couches mises en place et génère une réoxygénation quasi complète des différentes masses d'eau qui ne font à cet instant qu'une seule couche homogène. L'épaisseur de ces strates et leur composition en nutriments dépendent de plusieurs facteurs, comme l'exposition au vent, l'intensité du brassage vertical, la température de l'air, les taux de photosynthèse et de respiration.

L'épilimnion est la couche de surface du lac qui est en contact direct avec l'atmosphère et sujet au brassage par le vent. Pour cette raison, cette couche d'eau est caractérisée par des propriétés physiques et biochimiques quasi uniformes. À mesure que la chaleur est absorbée en surface, un gradient de température s'installe entre la surface et le fond du lac. On nomme métalimnion, la portion de la colonne d'eau caractérisée par un fort gradient de température et donc de densité. Cette couche d'eau est beaucoup plus résistance au brassage par le vent et isole ainsi la couche plus profonde du lac (c.-à-d. l'hypolimnion) de l'atmosphère.

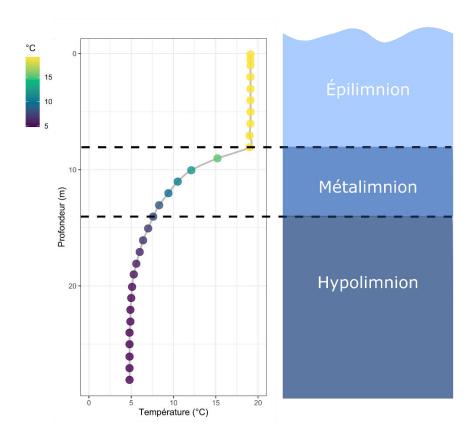


Figure 31 : Schématisation d'un profil thermique et de la stratification thermique

Les profils de températures ont été réalisés en juin et en septembre 2022, soit au début et vers la fin de la période de stratification. Ces derniers montrent une stratification avec trois strates, typique des lacs profonds des régions tempérées (Figure 32). En septembre, les mesures ont été collectées jusqu'à 50,5 m et non jusqu'à 60 m en raison des forts vents qui faisaient dériver le bateau et la sonde.

On observe une augmentation de l'épaisseur de l'épilimnion entre juin et septembre naturellement due à l'augmentation de la température de l'air et à l'érosion de la surface du métalimnion à la suite des épisodes de vent fort survenant durant l'été (Kalff, 2002). Les températures moyennes de l'hypolimnion, présentées dans le Tableau 13, conviennent à l'habitat du touladi (*Salvelinus namaycush*), c'est-à-dire des températures inférieures à 12 ou 15 °C.

Tableau 13 : Étendue et température moyenne de l'épilimnion, du métalimnion et de l'hypolimnion en juin et septembre 2022

		20 juii	n 2022	22 septembre 2022		
Station	Strate	Étendue (m)	Température moyenne (°C)	Étendue (m)	Température moyenne (°C)	
F1	Épilimnion.11	0 - 6	16	0 - 7,9	17,5	
	Métalimnion.12	6 -12	-	7,9 - 15,5	-	
	Hypolimnion.13	12 - fond	4,7	15,5 - fond	5,3	
F2	Épilimnion	0 - 6	17,2	0-8	17,5	
	Métalimnion	6 - 10	-	8-12	-	
	Hypolimnion	10 - fond	5,25	12- fond	6	

 ¹¹ lci définit comme la zone où la température varie de moins de 1 °C/m
 12 lci définit comme la zone où la température varie d'au moins 1 °C/m
 13 lci définit comme la zone sous le métalimnion où la température varie de moins de 1 °C/m

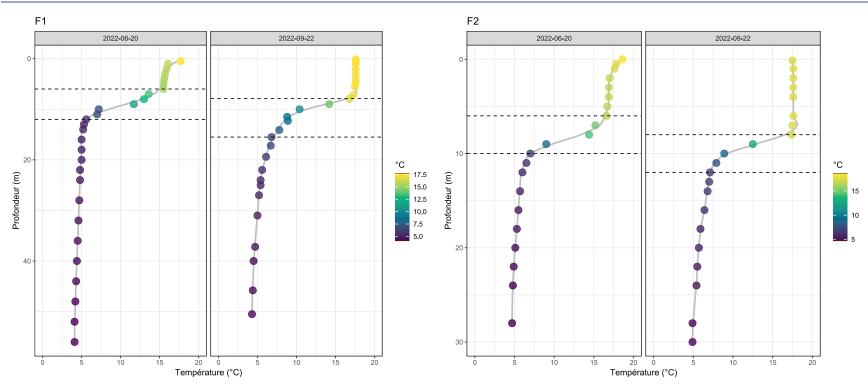


Figure 32 : Profils de température réalisés en juin et en septembre aux fosses 1 et 2 du lac Gagnon

^{*}Sur chaque profil : la première ligne pointillée correspond à la fin de l'épilimnion et au début de métalimnion. La deuxième ligne pointillée correspond à la fin du métalimnion et au début de l'hypolimnion.

^{**}L'échelle de profondeur n'est pas la même entre les profils de F1 et F2.

4.5.3.3 Oxygène dissous (OD)

Dans les milieux aquatiques, l'oxygène se trouve sous forme dissoute et peut être mesuré en mg/L et en pourcentage de saturation. « Le pourcentage de saturation exprime la quantité d'oxygène présente dans l'eau par rapport à la quantité totale d'oxygène que l'eau peut contenir à une température donnée » (G3E, 2013). L'épilimnion d'un lac est bien oxygéné (saturation souvent ≥ 100 %), car il est en contact avec l'atmosphère et sujet au brassage par le vent qui augmente le contact entre l'air et l'eau. De plus, les plantes aquatiques et le phytoplancton présents en surface produisent de l'oxygène lors de la photosynthèse (Figure 33). À l'inverse, dans l'hypolimnion, le pourcentage de saturation de l'oxygène est inférieur à 100 %. En effet, comme cette couche est sombre et, lors de la période de stratification, isolée de la surface par le métalimnion, elle n'est pas réoxygénée par la photosynthèse et les contacts avec l'atmosphère. De plus, les microorganismes consomment graduellement l'oxygène stocké dans l'hypolimnion lors de la dégradation de la matière organique ayant sédimenté au fond du lac.

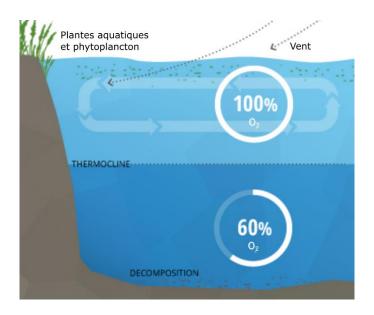


Figure 33 : Saturation en oxygène typique d'un lac stratifié

Tout comme dans les milieux terrestres, l'oxygène est essentiel à la respiration d'une multitude d'organismes (poissons, invertébrés, plancton, bactéries, etc.). Les exigences relatives à l'oxygène dépendent des espèces. Par exemple, le touladi requiert un habitat avec une concentration en OD supérieure (> 4 ou 6 mg/L) à celle nécessaire aux grands brochets (*Esox lucius*) (> 1,5 mg/L) (Inskip, 1982; Plumb et Blanchfield, 2009).

Dans le lac Gagnon, la concentration en OD n'est pas un enjeu. La colonne d'eau est en effet riche en oxygène jusqu'au fond (60 m (F1) et 30 m (F2)) même en septembre (Figure 35 ; Figure 34). Le lac Gagnon ne présente donc pas de déficit en OD dans l'hypolimnion (Figure 35). Le profil d'oxygène dissous observé au lac Gagnon est typique des lacs profonds oligotrophes aux eaux claires (profil d'oxygène orthograde). Dans ces lacs, la quantité de matière organique produite dans l'épilimnion est faible. C'est pourquoi, une fois que cette matière a sédimenté dans l'hypolimnion, sa décomposition par

^{*}Schéma modifié d'après Fondriest Environmental, Inc. (2013)

les microorganismes n'est pas suffisante pour réduire considérablement la quantité d'oxygène dissous de l'hypolimnion (Kalff, 2002). De plus, comme la solubilité de l'oxygène dans l'eau augmente dans eaux froides et en profondeur (pression hydrostatique plus élevée), on observe une plus grande concentration d'OD dans l'hypolimnion que dans l'épilimnion (Figure 34).

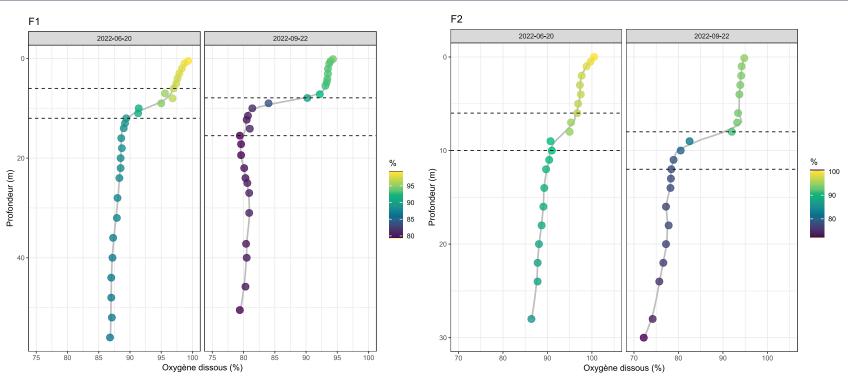


Figure 34 : Pourcentages de saturation en oxygène mesurés le 20 juin et 22 septembre 2022 aux fosses 1 et 2 du lac Gagnon

^{*}Sur chaque profil : la première ligne pointillée correspond à la fin de l'épilimnion et au début de métalimnion. La deuxième ligne pointillée correspond à la fin du métalimnion et au début de l'hypolimnion.

^{**}L'échelle de profondeur n'est pas la même entre les profils de F1 et F2.

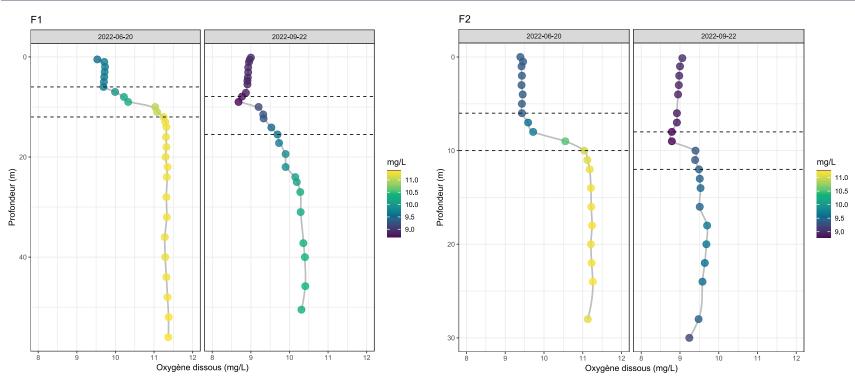


Figure 35 : Concentrations en oxygène dissous (mg/L) mesurées le 20 juin et 22 septembre 2022 aux fosses 1 et 2 du lac Gagnon

^{*}Sur chaque profil : la première ligne pointillée correspond à la fin de l'épilimnion et au début de métalimnion. La deuxième ligne pointillée correspond à la fin du métalimnion et au début de l'hypolimnion.

^{**}L'échelle de profondeur n'est pas la même entre les profils de F1 et F2.

4.5.3.4 Phosphore total (PT)

<Les résultats de PT obtenus lors des échantillonnages de juin à septembre dans le lac et les deux principaux tributaires démontrent une eau de bonne qualité (Figure 36). Aucune valeur ne dépasse le critère de 30 μg/L (MELCC, 2022b), malgré un épisode de forte des pluies enregistré entre le 17 et 22 septembre (50 mm de pluie (Figure 28)). La valeur la plus élevée a d'ailleurs été mesurée le 22 septembre dans la rivière Ernest. Contrairement à cette dernière, la concentration mesurée à la station sur la Petite Nation est similaire à celles des dates précédentes, ceci s'explique peut-être par la présence d'un lac à quelques mètres en amont de la station. Ce dernier agit probablement comme un bassin tampon, où les particules issues des eaux de ruissellement ont le temps de sédimenter avant d'arriver à la rivière.</p>

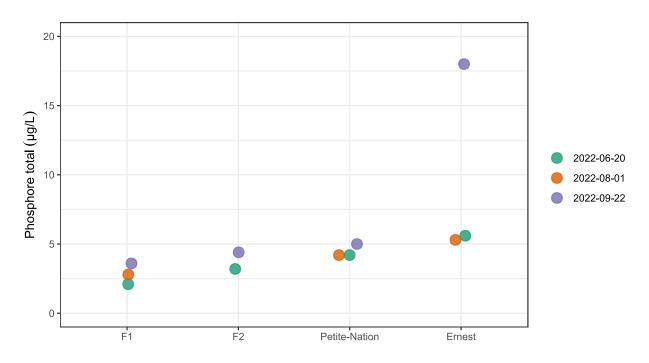


Figure 36 : Concentrations en phosphore total mesuré à deux stations (F1 et F2) dans le lac et deux tributaires (Petite Nation et Ernest)

4.5.3.5 Turbidité

La turbidité se définit comme la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau. Elle est contraire à la limpidité et est influencée par la concentration de matières en suspension (MES) dans l'eau, qui dépend elle-même de la quantité de plancton, de matières organiques et inorganiques. Elle peut augmenter en raison de travaux de construction, de rejets industriels, urbains et agricoles. La diminution de la pénétration de la lumière dans l'eau nuit notamment à la croissance des macrophytes immergés. Ainsi, une turbidité élevée peut entrainer un changement dans la communauté de plantes aquatiques, avec une perte d'espèces submergées au profit d'espèces de plantes aquatiques flottantes et émergentes. Ce changement spécifique a un impact sur la composition en espèces des invertébrés benthiques et du zooplancton puis conséquemment sur les communautés de poissons (perte de diversité).

Dans les eaux limpides (MES <25 mg/L) comme c'est le cas au lac Gagnon, le critère de qualité de l'eau de surface pour la vie aquatique est défini par une augmentation maximale de 8 UTN par rapport à la valeur naturelle (non influencée par une source ponctuelle affectant la turbidité de l'eau, par une pluie importante ou par la fonte des neiges) (MELCCFP, s. d.-b). Les valeurs de turbidité mesurées en juin et en septembre montrent une faible turbidité de l'eau du lac et des tributaires, avec une variation maximale de 1 UTN observée dans la rivière Ernest coïncidant avec un épisode de pluie important (Figure 37).

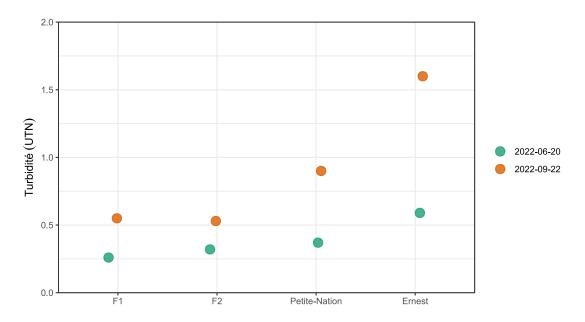


Figure 37 : Valeurs de turbidité mesurées en juin et septembre 2022 à 4 stations

Les valeurs de turbidité sont plus élevées en septembre par rapport à juin. Dans les tributaires, ceci est fort probablement causé par l'épisode de pluie importante enregistré dans les jours précédant l'échantillonnage de septembre, qui a eu pour effet d'augmenter le ruissellement. Dans le lac, ceci s'explique probablement par l'occurrence de vents violents (≥ 62 km/h) le 22 septembre, noté par les observateurs de la station météo de Chénéville. Des bandes d'écumes parallèles dans la direction des vents dominants, signes caractéristiques de la circulation de Langmuir (Figure 38), ont d'ailleurs été observées le 22 septembre. Ce type de circulation est un phénomène fréquent dans les grands lacs lors d'épisode venteux. Le vent forme des rouleaux (mouvement de l'eau en spirales horizontales) dans l'épilimnion (Figure 38). De l'écume se forme à la rencontre de ces rouleaux, provoquée par les huiles naturelles provenant de la décomposition de matière organique. Ces courants brassent l'épilimnion, influencent la répartition du plancton (concentré dans les lignes de convergence) et contribuent à l'érosion du métalimnion.

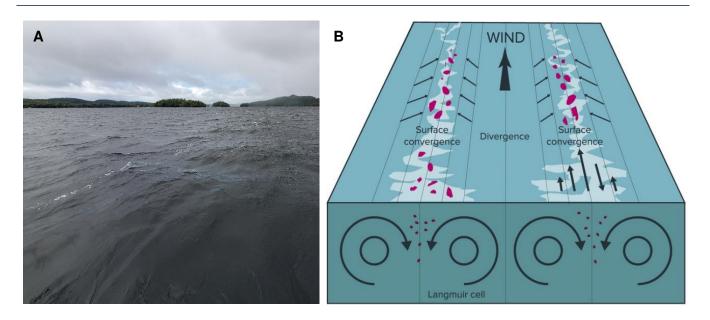


Figure 38 : A) Photo prise sur le lac Gagnon à la F2 le 22 septembre 2022, B) schéma de la circulation de Langmuir*

4.5.3.6 Matières en suspensions (MES)

Les matières en suspension (MES) sont composées de particules en suspension dans l'eau et peuvent provenir de sources naturelles et anthropiques (ex. érosion des rives et du sol, ruissellement, rejets municipaux, industriels et agricoles) ou encore des retombées atmosphériques (Hébert et Légaré, 2000). Des niveaux élevés de MES induisent plusieurs conséquences, telles qu'une hausse de la turbidité des lacs, impactant ainsi le traitement de l'eau à des fins d'approvisionnement et la croissance des plantes aquatiques submergées. De fortes concentrations en MES peuvent également causer le colmatage du lit des cours d'eau et des frayères, en plus des branchies des poissons, et affectent potentiellement leur taux de reproduction et leur survie. Enfin, des niveaux élevés de MES peuvent également résulter en une hausse de la température de l'eau, altérant conséquemment la qualité de l'habitat de certains organismes aquatiques (Hébert et Légaré, 2000).

Aucune valeur de MES mesurées ne dépasse le critère de 6 mg/L (MELCC, 2022b) démontrant la bonne qualité de l'eau des tributaires, d'ailleurs une seule valeur dépasse la limite de détection de la méthode, soit celle mesurée dans la rivière Ernest en septembre suite au temps de pluie. Contrairement à la rivière Ernest, la concentration mesurée à la station sur la Petite Nation est similaire à celles des dates précédentes, ceci s'explique peut-être par la présence d'un lac à quelques mètres en amont de la station agissant probablement comme un bassin tampon, où les particules issues des eaux de ruissellement ont le temps de sédimenter avant d'arriver à la rivière.

^{*} Figure provenant de Sebille et al. (2020). « Wind » : vent.

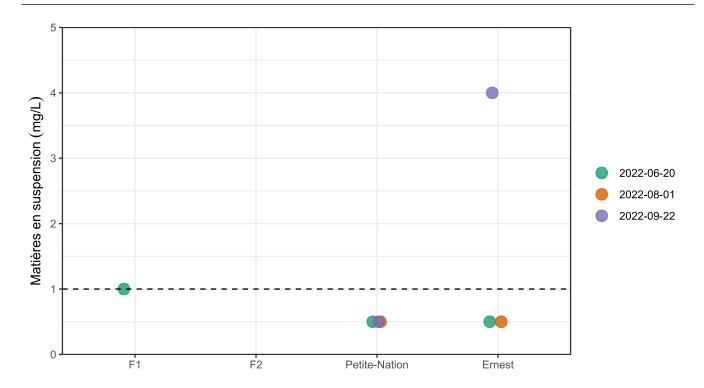


Figure 39 : Matières en suspension mesurées à la fosse 1 du lac Gagnon en juin et dans les tributaires en juin, août et septembre.

*La limite de détection de la méthode est identifiée par la ligne pointillée. Une valeur arbitraire de 0,5 mg/L a été attribuée aux valeurs en dessous de la limite de détection afin de les représenter graphiquement.

4.5.3.7 Conductivité

La conductivité se définit par la capacité de l'eau à conduire l'électricité et dépend de la nature géologique du socle rocheux dans lequel le plan d'eau se situe. Mesurée en μ S/cm, il s'agit d'un indicateur de la quantité de matières dissoutes qui possèdent un pouvoir conducteur (ex. bicarbonate, le calcium, le chlorure, le magnésium et le potassium). La conductivité naturelle dans les lacs dont le sol du bassin versant est constitué de roche granitique, de gneiss ou de sable, se situe généralement entre 10 et 40 μ S/cm (CRE Laurentides et Carignan, 2019). Dans ces lacs, une conductivité supérieure peut indiquer une influence des activités anthropiques, telles que l'utilisation de sels déglaçants (NaCl) sur les routes en hiver (CRE Laurentides et Carignan, 2019). Le chlorure de sodium (NaCl) est communément utilisé lors de l'entretien hivernal des routes en Amérique du Nord. Au Québec, environ 1,5 million de tonnes de sels en sont épandues chaque année (Ministère des Transports, 2021). Les chlorures s'infiltrent dans les sols, les eaux souterraines et ruissellent jusque dans les milieux humides, lacs et rivières avec des impacts encore peu connus sur les écosystèmes aquatiques. Aux États-Unis, la majorité des chlorures présents dans les eaux de surface proviendraient des sels de voiries (Kincaid et Findlay, 2009).

La Figure 40 montre les valeurs de conductivités mesurées en juin et septembre dans le lac et les rivières de la Petite Nation et Ernest. Toutes les valeurs sont inférieures à 40 μS/cm, indiquant peu ou pas d'influence des sels de voirie sur la physico-chimie de l'eau du lac et des deux principaux tributaires.

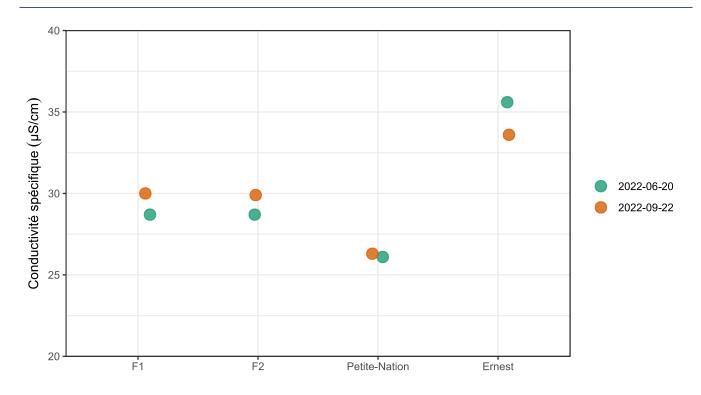


Figure 40 : Conductivité spécifique mesurée en juin et septembre 2022 à quatre stations

4.5.3.8 PH

La mesure du pH (potentiel hydrogène) permet de visualiser l'acidité de l'eau en fonction de la concentration des ions hydrogène. Ce paramètre est interprété à l'aide d'une échelle sans unité, graduée de 0 à 14. Un pH de 7 indique une eau neutre, les valeurs inférieures à 7 désignent une eau acide, celles au-dessus de 7 réfèrent à une eau basique. Au Québec, le pH des lacs et des rivières se situe entre 6,3 et 8,3 et varie selon la nature géologique des roches du bassin versant (Hébert et Légaré, 2000). Les lacs acidifiés ont un pH inférieur à 5,5 et ceux en voie de le devenir, entre 5,5 et 6 (Dupont, 2004). Le respect de cet intervalle de neutralité est notamment un indicateur d'une stabilité au sein des réactions chimiques et biologiques du plan d'eau. Un pH en dehors de cet éventail peut induire des conséquences sur l'écosystème. Par exemple, en conditions acides, certains métaux lourds accumulés dans les sédiments peuvent être libérés et assimilés par les organismes aquatiques.

Les moyennes des valeurs de pH mesurées dans l'épilimnion des deux fosses en juin indiquent une eau de pH neutre (F1 : 7 ; F2 : 7,3). Le 20 septembre, les moyennes des valeurs de pH de l'épilimnion indiquent une eau légèrement acide (F1 : 6,3 ; F2 :6,7). La moyenne du pH à la fosse 1 en septembre est légèrement inférieure au critère de qualité de surface pour la protection de la vie aquatique (6,5 et 9 ; MELCCFP (s. d.a)), mais est toutefois supérieure à 6 (un pH inférieur à 6 indique un lac en transition). Les valeurs enregistrées au lac Gagnon ne sont néanmoins pas inquiétantes, car elles sont ponctuelles. En effet, le pH d'un lac varie au cours de la journée et d'une journée à l'autre. Ceci s'explique parce que le pH dans la colonne d'eau est en grande partie influencé par les processus biologiques en cours. Les organismes photosynthétiques, comme le phytoplancton, consomment le dioxyde de carbone (CO₂), ce qui tend à augmenter le pH. À l'inverse, la respiration bactérienne, qui produit du CO₂, contribue à baisser le pH de l'eau. Les conditions météorologiques du 20 septembre (couverture nuageuse et brassage de l'épilimnion) ont fort probablement influencé l'activité des communautés phytoplanctoniques à la baisse, contribuant à un pH plus acide. De plus les valeurs de pH enregistrées à la fosse 1 en septembre ne

sont pas homogènes (Figure 41). Cela est possiblement causé par l'hétérogénéité de l'épilimnion lors de l'échantillonnage en raison de la formation de cellules de Langmuir concentrant le phytoplancton et autres particules dans les lignes de convergence (discuté à la section 4.5.3.5) et, possiblement, par la dérive du bateau et de la sonde.

Lorsque l'on regarde les valeurs de pH de la surface vers le fond, on observe que ces dernières diminuent avec la profondeur (Figure 41). Ce phénomène est normal. En effet, dans les eaux de surface suffisamment éclairées, la photosynthèse est plus élevée que la respiration bactérienne, ce qui tend à augmenter le pH. Alors que dans les couches d'eau profonde où la lumière est faible, voire inexistante, la respiration bactérienne est plus élevée que la photosynthèse, ce qui contribue à baisser le pH de l'eau.

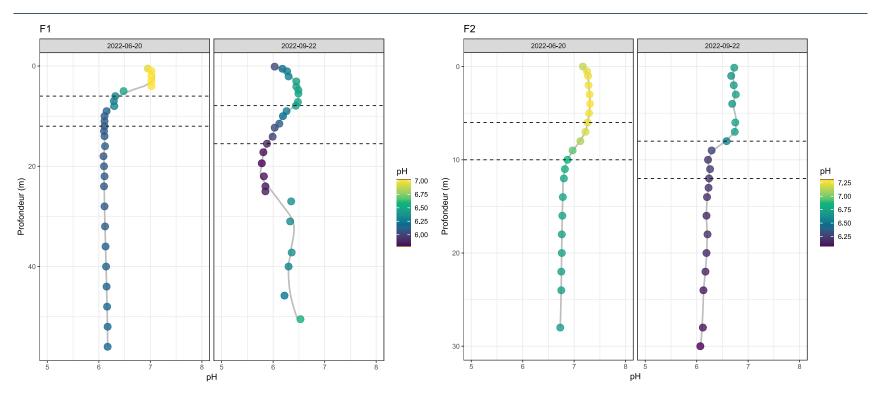


Figure 41 : pH en fonction de la profondeur en juin et septembre 2022 aux fosses 1 et 2

^{*}Sur chaque profil : la première ligne pointillée correspond à la fin de l'épilimnion et au début de métalimnion. La deuxième ligne pointillée correspond à la fin du métalimnion et au début de l'hypolimnion.

^{**}L'échelle de profondeur n'est pas la même entre les profils de F1 et F2.

4.6 BANDES RIVERAINES

Comme mentionné à la section 2.2.2.3, la caractérisation des bandes riveraines a été réalisée en suivant le *Protocole de caractérisation de la bande riveraine* élaboré dans le cadre du RSVL, dont l'objectif est d'évaluer la qualité des aménagements de la bande riveraine ainsi que le degré de transformation du milieu naturel. Ces résultats permettent par la suite d'orienter les mesures de correction et de protection de la bande riveraine nécessaires (MDDEP et CRE Laurentides, 2009b).

Il est essentiel de souligner que la caractérisation des bandes riveraines effectuée dans le cadre de cette étude ne remplace en aucun cas une évaluation faite par un inspecteur municipal. En effet, il y a une distinction importante à faire entre les deux méthodes de caractérisation. Sur le territoire de la municipalité de Duhamel, la bande riveraine d'un lac ou d'un cours d'eau permanent doit avoir une profondeur minimale de 15 mètres mesurée à partir de la limite du littoral, autrefois appelée la ligne naturelle des hautes eaux. Cette dernière est située au-dessus du niveau d'étiage et peut être déterminée avec la méthode botanique experte ou la méthode biophysique établie par le MELCCFP (MELCC, 2022a). Or, le *Protocole de caractérisation de la bande riveraine* utilisé lors de cet inventaire indique que la bande riveraine doit être évaluée à partir du rivage, c'est-à-dire l'interface entre l'eau et la terre, et non à partir de la limite du littoral. De ce fait, il faut garder à l'esprit que la zone caractérisée avec le Protocole ne correspond pas à la zone qui est examinée lors d'une inspection municipale.

Considérant ces éléments, l'OBV RPNS, en collaboration avec l'APLG, a réalisé une caractérisation des bandes riveraines du lac Gagnon le 1^{er} août et le 2 août 2022. Au total, 103 zones homogènes ont été observées lors des visites sur le terrain, ce qui représente une longueur totale de 45,91 km. La catégorie d'utilisation du sol, le type d'aménagement, les descripteurs de dégradation de la rive, ainsi que la longueur de chaque zone homogène sont présentés à l'annexe 5.

La Figure 42 permet d'obtenir le portrait global de l'utilisation du sol dans les 15 premiers mètres des zones homogènes ayant fait l'objet d'une caractérisation. Au lac Gagnon, trois catégories d'utilisation du sol ont été relevées, soient habitée, infrastructures et naturelle (Tableau 14). Ces différentes zones représentent respectivement 72,8 %, 1 % et 26,2 % des rives observées.

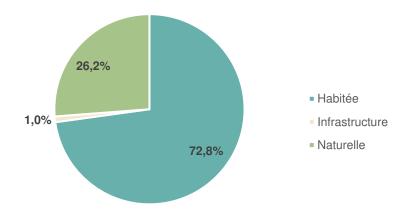


Figure 42 : Répartition de l'utilisation du sol dans la bande riveraine (2022)

Zone 1

Tableau 14 : Catégories d'utilisation du sol dans les 15 premiers mètres de la bande riveraine

Utilisation du sol dans les 15 premiers mètres	Description*	Exemple
Habitée	Des habitations et des bâtiments ou des terrains privés ou publics utilisés à des fins de villégiature sont présents dans la bande riveraine (ex. chalets, commerces, accès au lac, camping, etc.)	Zone 12
Infrastructures	Une infrastructure est présente dans la bande riveraine (route, chemin forestier, barrage, chemin de fer, etc.).	Zone 57
Naturelle	La bande riveraine est entièrement naturelle, sans perturbation humaine. La végétation peut être composée d'arbres, d'arbustes ou de plantes. Les caps de roches sont inclus dans cette catégorie.	

*MDDEP et CRE Laurentides, 2009b

La Figure 43 illustre la qualité de l'état de la bande riveraine. Cet indicateur est basé sur le pourcentage de végétation naturelle retrouvée dans la bande riveraine, puisque la végétation joue divers rôles dans la protection de la biodiversité des lacs et des milieux riverains (MDDEP, 2011). De plus, elle permet de

capter les nutriments et les sédiments qui migrent vers le lac et de stabiliser les rives en limitant l'érosion (MDDEP et CRE Laurentides, 2009a). De ce fait, on considère que la bande riveraine est de meilleure qualité lorsque la proportion de végétation naturelle est élevée.

Cinq classes d'aménagement ont été déterminées dans le cadre du *Protocole de caractérisation de la bande riveraine* (MDDEP et CRE Laurentides, 2009b) et sont délimitées de la manière suivante :

- Classe A (vert foncé): 80 % et plus de végétation naturelle
- Classe B (vert pâle): entre 60 % et moins de 80% de végétation naturelle
- Classe C (jaune) : entre 40 % et moins de 60 % de végétation naturelle
- Classe D (orange) : entre 20 % et moins de 40 % de végétation naturelle
- Classe E (rouge): moins de 20 % de végétation naturelle

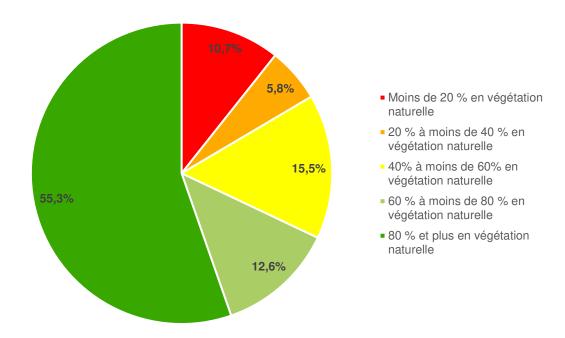


Figure 43: Importance des classes d'aménagement dans la bande riveraine (2022)

Dans l'ensemble du lac, 55,3 % des zones homogènes se situe dans la classe A (30,43 km; 57 zones), alors que la classe B représente 12,6 % (4,18 km; 13 zones). Les catégories C, D et E correspondent respectivement à 15,5 %, 5,8 % et 10,7 % (7,09 km; 16 zones, 1,8 km; 6 zones et 2,41 km; 11 zones). Selon le (MDDEP et CRE Laurentides, 2009a)), les bandes riveraines de classes A et B assurent une rétention efficace des matières nutritives. Ainsi, environ 44,6 % des bandes riveraines étudiées, c'est-à-dire la proportion de bandes riveraines des classes C, D et E, pourrait être améliorées et devraient laisser davantage place à la végétation naturelle.

La Figure 44 et la Figure 45 et montrent la répartition spatiale des classes d'aménagement dans la bande riveraine dans les portions nord et sud du lac Gagnon. Il est possible de remarquer qu'il y a davantage de bandes riveraines de classe A dans la section nord du lac que dans la section sud. D'une part, ceci

est en partie dû au fait que ce secteur du lac est moins habité. En effet, on y retrouve davantage de caps rocheux importants et de terrains très escarpés qui ne sont pas propices à la construction d'une habitation. Ceci fait en sorte que le milieu est moins altéré par des activités anthropiques. D'autre part, il y a plus de plages naturelles dans le secteur sud. Comme le sable doit être considéré dans la catégorie des « matériaux inertes », la proportion de végétation naturelle comptabilisée dans la bande riveraine y est moindre.

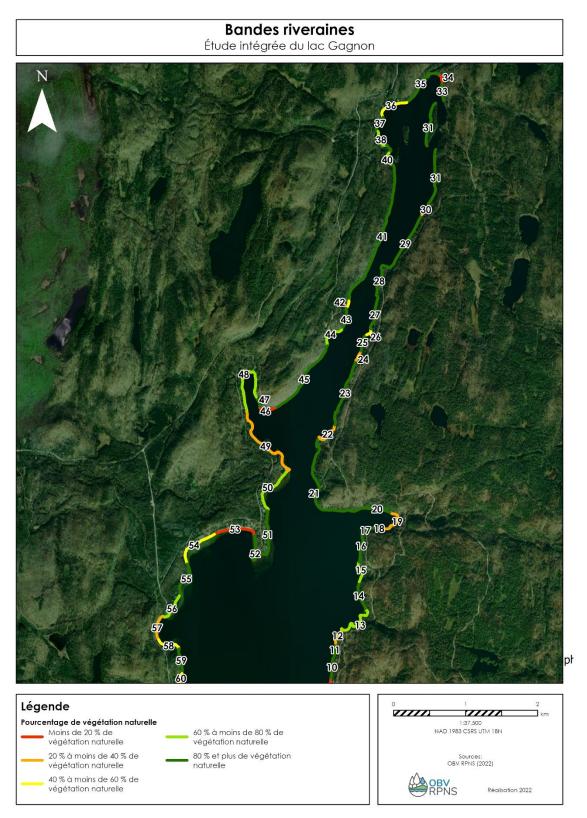


Figure 44 : Bandes riveraines dans la portion nord du lac Gagnon

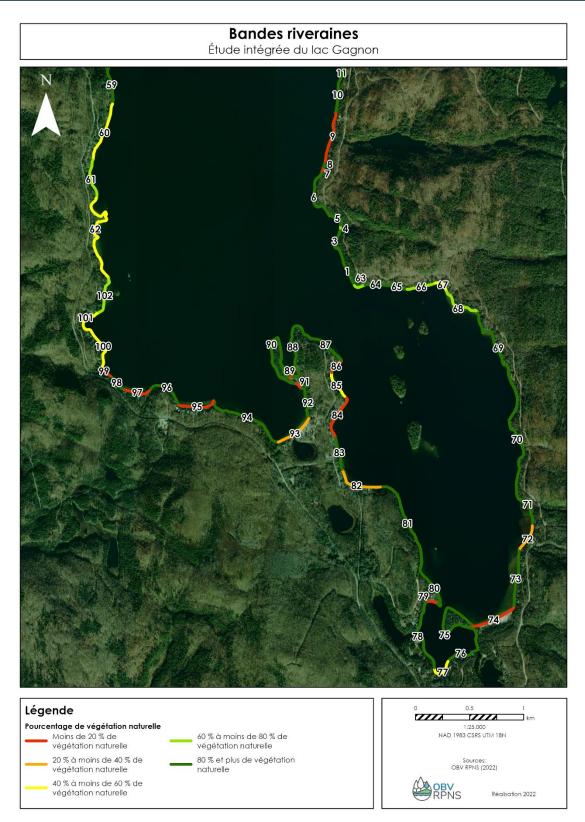


Figure 45 : Bandes riveraines dans la portion sud du lac Gagnon

De plus, certains signes de dégradation du rivage ont été constatés lors de la caractérisation des bandes riveraines. Effectivement, des murets et des remblais ont également été notés sur 2,2 % de la ligne de rivage (1,01 km). Aucun sol dénudé ni foyer d'érosion n'a toutefois été observé lors de l'inventaire. Il y a donc 97,8 % des berges qui est considéré « non perturbée ou sans structure ». Cela dit, il est important de souligner que cette dernière catégorie ne signifie pas qu'on retrouve exclusivement de la végétation naturelle dans ces zones. En effet, elle n'inclut pas les habitations, les bâtiments ou les terrains utilisés à des fins de villégiature qui pourraient se retrouver dans la bande riveraine et affecter son efficacité. La Figure 46 permet de mieux visualiser la proportion du rivage présentant des signes de dégradation.

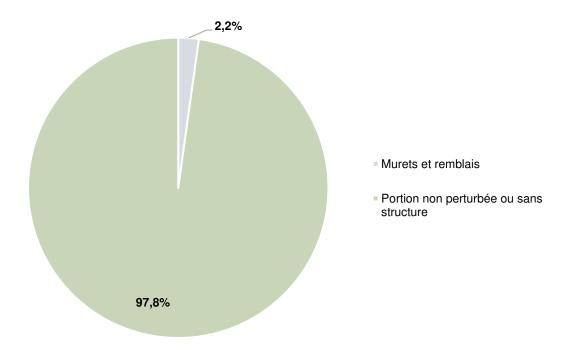


Figure 46 : Importance des signes de dégradation du rivage (2022)

4.7 PLANTES AQUATIQUES, ALGUES ET AUTRES

Les plantes aquatiques indigènes (originaires du Québec dans le cas présent) sont bénéfiques pour l'écosystème d'un lac, car elles :

- Servent d'habitat pour une grande diversité d'espèces parmi les poissons, les amphibiens, reptiles, oiseaux, invertébrés, mammifères, etc. ;
- Servent de refuge au zooplancton ;
- Contribuent à réduire l'érosion des berges en freinant l'action des vagues ;
- Retiennent les particules en suspension avec les nutriments associés.

Les communautés de plantes aquatiques (macrophytes) peuvent être divisées en plusieurs catégories, selon leur taxonomie :

- Les macroalgues, incluant les Characées et les algues filamenteuses ;
- Les plantes non vasculaires comme les bryophytes ;
- Les plantes vasculaires.

La zone de croissance potentielle des macrophytes au lac Gagnon s'étend de la berge jusqu'à environ 6,63 m de profondeur (Figure 47). Cette profondeur maximale a été établie en utilisant une relation observée entre la présence de plantes détectées par échosondage et la transparence de l'eau dans 40 lacs des Laurentides (zmax = 0,82*transparence + 1,3) (Carignan et CRE Laurentides, 2013). Pour la transparence, la moyenne des mesures de transparence de 2008 à 2021 a été utilisée (6,5 m; données RSVL). Cette zone de croissance est dite potentielle, car la croissance des plantes dépend de facteurs autres que la lumière, comme la disponibilité des nutriments dans les sédiments de même que le type de substrat (Denis-Blanchard, 2015). La zone de croissance potentielle des macrophytes au lac Gagnon représente une faible proportion (3,76 km²; 20,13 %) de la superficie du lac. Ceci est directement lié à la morphologie du plan d'eau avec une faible proportion de zones peu profonde (profondeur moyenne 25,72 m).

Dans le but de prévenir l'introduction du myriophylle à épis dans les lacs de la municipalité de Duhamel, la municipalité a mis en place en place, en 2020, un plan de gestion des risques d'introduction de cette plante aquatique exotique envahissante (PAEE) (OBV RPNS, 2020). Le déploiement de ce plan impliquait la mise en place d'un réseau Sentinelles, soit des citoyens habitant en bordure des lacs qui patrouillent bénévolement les plans d'eau afin d'effectuer une détection rapide de ce PAEE, s'il y a lieu. Au lac Gagnon, c'est l'APLG qui forme chaque année son équipe de Sentinelles, formée d'une trentaine de bénévoles. Pour se faire, chacun des bénévoles se voit attribuer un secteur du lac à inspecter au cours de l'été. Jusqu'à présent, l'équipe de sentinelles n'a repéré aucun plant de myriophylle à épis. D'ailleurs aucune observation de plantes exotiques envahissantes n'a été signalée dans les lacs de la municipalité de Duhamel. Le myriophylle à épis est cependant présent dans certains lacs des municipalités adjacentes, soient les municipalités de La Minerve, Lac-des-Plages, Montpellier et Saint-Émile-de-Suffolk, (MELCCFP, 2022b). Considérant ceci, le lavage des embarcations nautiques est une mesure de prévention essentielle pour empêcher la propagation du myriophylle de lac en lac (Lavoie, 2019).

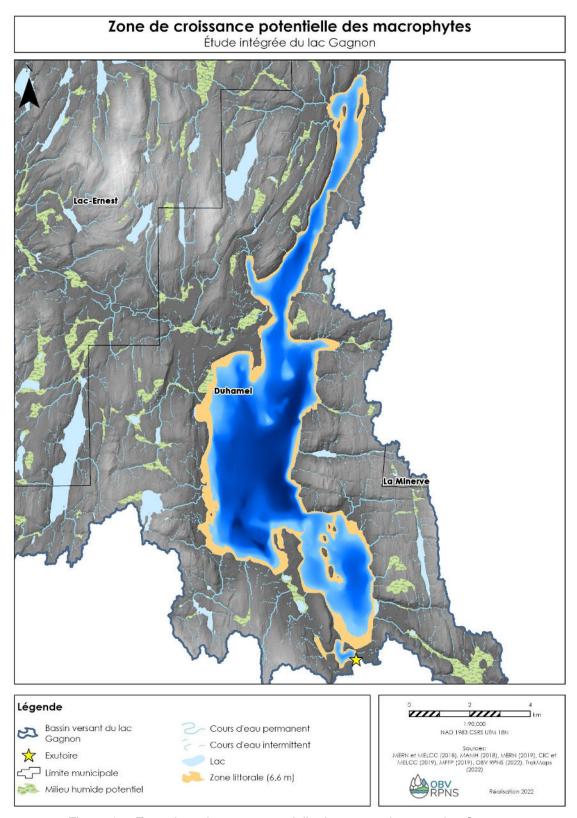


Figure 47 : Zone de croissance potentielle des macrophytes au lac Gagnon

Un inventaire des herbiers aquatiques portant sur l'ensemble du lac a été réalisé en 2017 par l'OBV RPNS. L'inventaire a recensé 30 groupes taxonomiques (sans compter les algues ou autres organismes), soit une grande diversité de plantes (Tableau 15). La grande transparence de l'eau, la grande taille du lac, et par le fait même la grande diversité des habitats, expliquent probablement cette diversité (Kalff, 2002). La Figure 48 illustre le pourcentage de recouvrement par les plantes aquatiques sur l'ensemble du lac. Les zones les plus denses et diversifiées ont été observées au nord du lac, près de l'arrivée d'eau de la rivière de la Petite Nation.

Tableau 15 : Espèces ou groupes d'espèces de plantes aquatiques et autres organismes observés dans le lac Gagnon en 2017

Туре	Nom commun	Nom latin
Plantes aquatiques	Brasénie de Schreber	Brasenia schreberi
	Callitriche spp.	Callitriche hermaphrodica, C.
		palustris
	Carex spp. et autres cypéracées	Carex spp.
	Duliche roseau	Dulichium arundinaceum
	Éléocharide des marais	Eleocharis palustris
	Élodée indigène spp.	Elodea canadensis, E. nuttallii
	Ériocaulon septangulaire	Eriocaulon septangulare
	Jonc spp. et scirpe spp.	Juncus spp., scirpus spp.
	Lobélie de Dortmann	Lobelia dortmanna
	Myriophylle indigène spp.	Myriophyllum spp.
	Naïade souple	Najas flexilis
	Nénuphar spp.	Nuphar spp.
	Nymphéa spp.	Nymphaea spp.
	Pontédérie cordée	Pontederia cordata
	Potamot groupe 1 - Stipules adnées	ex. Potamogeton robinsii
	Potamot groupe 2 - Stipules axillaires,	ex. Potamogeton natans
	feuilles submergées dépourvues de limbe	
	Potamot groupe 3 - Stipules axillaires,	ex. Potamogeton amplifolius
	feuilles submergées non linaires	
	Potamot groupe 4 - Stipules axillaires,	ex. Potamogeton epihydrus
	feuilles submergées linéaires	
	Prêle spp.	Equisetum spp.
	Quenouille spp.	Typha spp.
	Renouée amphibie	Persicaria amphibia
	Rosettes inconnues	
	Rubanier émergent spp.	Sparganium spp.
	Rubanier flottant	Sparganium spp.
	Sagittaire spp.	Sagittaria spp.
	Scirpe subterminal	Schoenoplectus subterminalis
	Utriculaire à fleurs inversées	Utricularia resupinata
	Utriculaire intermédiaire	Utricularia intermedia
	Utriculaire vulgaire	Utricularia vulgaris
	Vallisnérie d'Amérique	Vallisneria americana
Plantes terrestres	Graminée spp.	Poacea spp.
	Lysimaque terrestre	Lysimachia terrestris
	Potentille palustre	Potentilla palustris

Туре	Nom commun	Nom latin	
	Salicaire commune.14	Lythrum salicaria	
Macroalgue	Algue chara ou nitella	Chara ou nitella spp.	
-	Algues filamenteuses		
Porifera (Éponge)	Éponge d'eau douce	Spongilla lacustris	

^{*}Source : OBV RPNS (2017)

¹⁴ La salicaire commune, plante exotique envahissante colonisant les milieux humides, a été repérée à quelques endroits autour du lac. Aucun envahissement ne semble en cours (toujours quelques individus isolés) (OBV RPNS, 2017).

^{*} Pour la classification (groupes), se référer au Guide d'information sur la caractérisation des plantes exotiques et indigènes présentes dans les plans d'eau des Laurentides (CRE Laurentides, 2019)

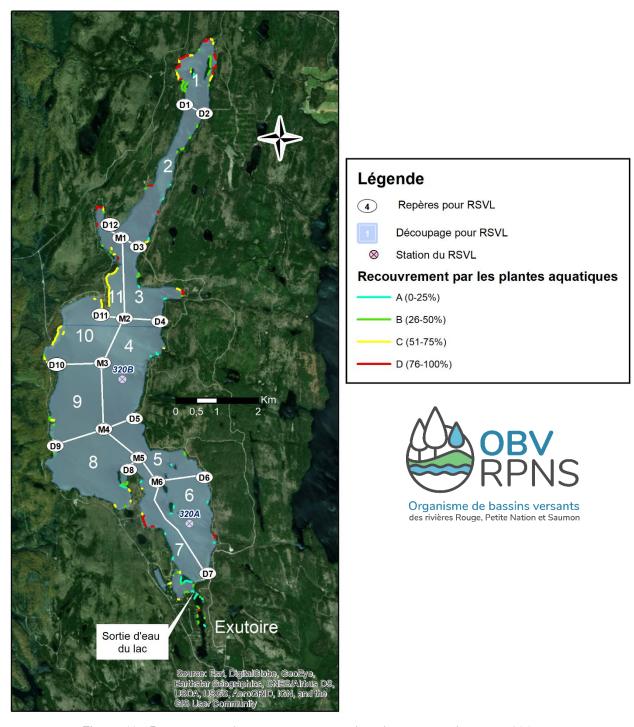


Figure 48 : Pourcentage de recouvrement par les plantes aquatiques en 2017

*Source : OBV RPNS (2017)

L'inventaire de 2017 relate peu d'occurrence d'algues filamenteuses dans le lac Gagnon ce qui concorde avec la faible productivité du lac (voir section 4.5.1). Les algues filamenteuses sont des macrophytes non vasculaires composées de milliers de cellules individuelles attachées les unes aux autres donnant l'apparence de fils. Elles flottent librement dans la colonne d'eau dans les endroits où le courant est faible ou nul, mais peuvent également se fixer au substrat dans les milieux où le courant est plus rapide. On les observe fréquemment sur le sable, la vase, les roches et les plantes aquatiques. Les algues filamenteuses sont naturellement présentes dans les lacs du Québec et leur composition en espèces peut grandement différer selon l'habitat où elles croient. Leur croissance est influencée par la lumière, la quantité de nutriments et la température de l'eau. C'est pourquoi on observe ces algues dans les endroits où il y a suffisamment de lumière pour permettre la photosynthèse. Ces algues peuvent être vues même dans les lacs clairs et pauvres en nutriment (Vadeboncoeur et al., 2021), comme le lac Gagnon. Un riverain a rapporté avoir observé plusieurs amas d'algues filamenteuses à 4,6 m de profondeur dans la baie à l'ouest de la Pointe à Baptiste à la fin du mois d'août. À cette profondeur, les plantes et algues ont encore suffisamment de lumière pour croître (la zone de croissance potentielle des macrophytes au lac Gagnon s'étend de la berge à 6,63 m de profondeur). Comme mentionné précédemment, la présence de ce type d'algues est normale même dans les lacs oligotrophes. Seule une prolifération atypique (c.à-d. une importante portion de la zone littorale couverte par les algues) associée à un problème de pollution, des changements dans l'hydrodynamique du lac liés aux changements climatiques ou encore à la perturbation du réseau trophique (réseau de chaines alimentaires dans le lac) seraient inquiétants.



Figure 49 : Algues filamenteuses photographiées à 4,6 m de profondeur durant l'été 2022

4.8 PÉRIPHYTON

Le périphyton est constitué d'une communauté complexe d'organismes microscopiques (bactéries, phytoplancton, etc.) et de détritus fixés ensemble qui s'accumule sur les différents substrats submergés d'un lac comme les roches, les branches, les piliers de quai et même les plantes aquatiques (MDDEP, CRE Laurentides, GRIL, 2012). Sa croissance est influencée entre autres par les concentrations en nutriments (phosphore et azote). En effet, les organismes composant le périphyton peuvent assimiler le phosphore dans la colonne d'eau. Composés en partie d'organismes photosynthétiques, ces derniers ont également besoin de lumière pour croître c'est pourquoi on le retrouve dans la zone littorale.

^{*}Photo gracieuseté Charles de Maisonneuve

Bien que sa présence dans un lac soit naturelle (périphyton dans les milieux oligotrophes), l'épaisseur du périphyton peut être le premier indicateur de la détérioration de la santé d'un plan d'eau (Lambert et Cattaneo. 2008). Plus précisément, selon les résultats de Lambert (2008), une épaisseur supérieure à 4-5 mm indiquerait que le lac a commencé à souffrir de l'effet du développement résidentiel même si les données de qualité de l'eau mesurées à la fosse du lac catégorisent toujours le lac comme oligotrophe. Les chercheurs ont observé une relation significative entre l'épaisseur du périphyton et le pourcentage d'aire déboisée dans la bande de 50 m entourant le lac (Lambert et Cattaneo, 2008). À noter que les barèmes d'interprétation de l'état trophique des lacs basés sur le périphyton sont encore en cours d'élaboration (MELCCFP, communication personnelle, 2021).

L'épaisseur du périphyton n'a pas été mesurée dans le cadre de cette étude. Néanmoins, plusieurs bénévoles ont été formés au <u>Protocole de suivi du périphyton</u> durant l'été 2022 par l'OBV afin que l'APLG puisse participer prochainement au suivi du périphyton dans le cadre du RSVL. En raison de la grande superficie du lac Gagnon, le ministère recommande l'échantillonnage de 20 stations réparties sur l'ensemble du lac Gagnon (MELCCFFP, communication personnelle, 15 août 2022). Le nombre de sites peut cependant être limité la disponibilité de roches répondant aux critères recherchés. C'est pourquoi, l'équipe du RSVL au MELCCFP recommande aux associations de débuter par une visite du pourtour du lac afin d'identifier les sites potentiels sur une carte puis de leur envoyer afin de les dans le choix des stations.

4.9 ESPÈCES FAUNIQUES

Aucun inventaire d'espèces fauniques n'a été réalisé dans le cadre de cette étude. Le lac Gagnon fait néanmoins partie du réseau de suivi provincial du touladi, c'est pourquoi le MFFP y réalise une pêche expérimentale environ tous les cinq ans (MFFP, 2017). Voici les principales conclusions du rapport de 2017, d'après les pêches de 2011 et 2016 :

- La population de touladis au lac Gagnon est en difficulté;
- La baisse de femelles reproductrices combinée à une baisse de recrutement met en péril la pérennité de la population ;
- L'abondance du cisco de lac, l'une des proies préférées du touladi, est en baisse depuis 1993 ;
- La mortalité totale (naturelle + pêche) n'est pas la cause de la diminution d'abondance ;
- Les concentrations mesurées en oxygène dissous respectent les exigences en matière d'habitat du touladi.

Le MFFP avance deux hypothèses pour expliquer la baisse de femelles reproductrices et de recrutement : le manque de nourriture et le manque d'habitat de fraie (MFFP, 2017). Ces hypothèses présentées seront testées au cours des prochaines années. Concernant l'habitat de fraie, le touladi dépose ses œufs à une profondeur moyenne de 1 à 2 m. La présence de périphyton peut entrainer le colmatage des frayères et nuire à la survie des œufs (MDDEFP, 2013). La participation prochaine de l'APLG au suivi du périphyton permettra d'acquérir des données concernant ce dernier paramètre.

Plus récemment, le MELCCFP a publié les résultats du dernier inventaire effectué du 9 au 13 août 2021. Les principaux constats sont les suivants :

- La population de touladis dans le lac Gagnon s'est améliorée depuis 2016, mais ne parvient pas à se rétablir malgré les mesures en vigueur. L'abondance et la biomasse de la population sont similaires au fil des années, mais toujours sous les valeurs cibles;
- L'habitat de vie demeure excellent pour la survie du touladi, mais l'habitat de reproduction est inconnu;
- En 2021, la population était principalement composée de petits et jeunes touladis qui ne sont pas encore en mesure de se reproduire. De plus, la biomasse des femelles reproductrices est sous le seuil d'une population en bonne santé et diminue depuis 2007;
- Le MELCCFP a confirmé pour la première fois la présence de doré jaune et d'achigan à petite bouche, deux espèces compétitrices du touladi.

4.10 INSTALLATIONS SEPTIQUES

La municipalité de Duhamel collecte les données concernant les installations septiques (IS) des résidences isolées sur son territoire depuis plusieurs années. Le registre est mis à jour en continu et provient des permis émis ainsi que des informations en lien avec la dernière tournée générale d'inspection de 2015. Il mentionne également la présence de cabinet à fosse sèche. La municipalité effectue également le suivi régulier des vidanges via un rappel publipostage envoyé aux citoyens afin d'assurer le respect de la réglementation provincial, soit une vidange des IS minimalement tous les deux ans pour les résidences habitées à l'année et tous les quatre ans pour les résidences habitées moins de 180 jours par année.

Depuis deux ans, la Municipalité a observé un intérêt grandissant pour les espaces de villégiature, particulièrement en bordure des lacs. En effet, les courtiers immobiliers interpellent régulièrement la Municipalité afin d'obtenir les informations relatives aux IS des maisons à vendre. Ceci a eu pour avantage d'accélérer la mise à jour du registre et par le fait même d'exiger la mise à niveau des IS en cas de non-respect des règlements municipaux. À noter que la municipalité ne peut garantir ni attester du bon fonctionnement des IS. Seul l'appel à un professionnel compétent peut démontrer la conformité de celles-ci. La Municipalité réfléchit actuellement à mettre en place un plan de gestion des priorités pour le suivi des IS (M. Leblanc, communication personnelle, 9 décembre 2022).

5. DIAGNOSTIC DES PROBLÉMATIQUES

À la suite des actions d'acquisition de connaissances, d'interprétation et de rédaction du portrait, des forces, faiblesses, opportunités et menaces (FFOM) ont été identifiées pour le lac Gagnon et son bassin versant (Tableau 17).

Globalement, le lac Gagnon n'a que très peu de faiblesses et de menaces. Le plan d'action visera donc à conserver la bonne santé du lac. Le Tableau 16 indique les définitions des éléments du diagnostic utilisés dans le cadre de cet exercice alors que le présente la formulation des FFOM.

Tableau 16 : Définition des éléments de diagnostic

Élément du diagnostic	Définition
Force	Élément positif relatif au lac et son bassin versant sur lequel les partenaires peuvent exercer un contrôle.
Faiblesse	Élément négatif au lac et son bassin versant sur lequel les partenaires peuvent exercer un contrôle.
Opportunité	Possibilité extérieure positive, dont les partenaires pourraient éventuellement tirer parti pour la protection du lac et son bassin versant.
Menace	Problème, obstacle ou limitation extérieure, pouvant empêcher ou limiter la protection du lac et son bassin versant.

Tableau 17: FFOM du lac Gagnon et de son bassin versant

Section	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Commentaire
3	Plusieurs municipalités dans le BV		Х			Arrimage plus difficile
3	Plusieurs municipalités dans le BV			X		Possibilité de mettre en commun les ressources humaines et financières
3.5.3	Réserve faunique occupant 68 % du BV				Χ	Pas de contrôle sur les activités forestières
3.3	Ratio de drainage élevé (>10, soit 31,18)				X	Le lac reçoit naturellement des apports élevés de phosphore provenant des eaux de ruissellement, puisque l'eau ruisselle sur de longues distances avant d'atteindre le lac.
3.3	Les BV des deux principaux tributaires sont peu développés	Х				Les municipalités ont l'opportunité de mettre en place une règlementation assurant la santé du lac
3.4	4,36 % du BV occupé par des milieux humides			X		Opportunité d'assurer aucune perte nette grâce au plan régional des milieux humides et hydriques (PRMHH) de la MRC de Papineau
3.4	4,36 % du BV occupé par des milieux humides				Х	Faible pourcentage (<10 % du BV)
3.4	Canards Illimités Canada (CIC) travaille			X		Les municipalités de l'Outaouais et la MRC de Papineau pourront mettre à

ÉTUDE INTÉGRÉE DU LAC GAGNON

Section	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Commentaire
	sur la nouvelle cartographie détaillée des MH					jour leur base de données pour mieux préserver les MH.
3.5.3	Mobilisation citoyenne pour la protection du lac	X				APLG
3.5.1	Bassin versant majoritairement forestier (79,78 %)			X		Peu de développement immobilier
3.5.1	77,88% du bassin versant sont des terres publiques				Х	Peu ou pas de contrôle sur les coupes forestières
3.5.1	77,88% du bassin versant sont des terres publiques			X		Diminution des possibilités de développement immobilier
3.5.2	Faible pourcentage du BV destiné à la protection et à la conservation du milieu naturel		X			
3.5.2	Pourcentage élevé de territoire à affectation récréative autour du lac		X			Potentiel de développement élevé

Section	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Commentaire
3.5.2	Développement en périphérie du ruisseau Ernest				Х	
3.5.3	Code d'éthique nautique	X				Permet de réduire l'impact des vagues sur les berges (érosion)
3.5.4	Claims miniers actifs dans le BV				X	
3.6	Indice de connectivité des sédiments	X				Peu de secteurs sensibles à l'érosion en bordure du lac
4.1	Caractéristiques morphologiques du lac			X		Lac profond : naturellement peu productif (en comparaison aux lacs peu profonds plus vulnérable à l'eutrophisation anthropique)
4.1	Indice de développement du rivage (ID) élevé			X		Grande irrégularité du rivage, avec plusieurs baies : habitats pour la faune
4.4	Date gel dégel du lac				Χ	Effet des changements climatiques déjà observable sur la phénologie de la glace.
4.5.1	Participation au RSVL (Suivi régulier de la qualité de l'eau à deux stations)	X				Suivi depuis 2008, lac oligotrophe
4.5.1	Concentration phosphore total (zone pélagique)	Х				L'étendue des valeurs mesurées entre 2008 et 2021 permet de classer le lac

Section	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Commentaire
						comme étant ultra-oligotrophe selon ce critère
4.5.3.3	Concentration d'oxygène élevée dans toute la colonne d'eau (profil d'oxygène orthograde typique des lacs oligotrophes aux eaux claires)	X				Peu ou pas de relargage de phosphore, habitat de vie pour le touladi
4.5.3.4et 4.5.3.6	Phosphore total et MES dans les deux principaux tributaires	Х				Faibles concentrations en PT et MES malgré les épisodes de pluies du mois de septembre
4.5.3.7	Conductivité basse dans le lac et les deux tributaires (Rivières de la Petite Nation et Ernest)	X				Peu ou pas de pollution par les sels de voirie
4.6	55,3 % des bandes riveraines sont dans la catégorie de classe A	X				Classe A (vert foncé) : 80 % et plus de végétation naturelle
4.7	La zone de croissance potentielle des plantes aquatiques représente une faible proportion de la superficie du lac			X		Positif pour les activités de plaisance en général et réduit les conséquences s'il y a envahissement par une espèce exotique envahissante
4.7	Suivi régulier des herbiers aquatiques	X				Surveillance par les Sentinelles du lac

Section	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Commentaire
4.7	Grande diversité de plantes aquatiques indigènes et aucune plante aquatique exotique envahissante	X				
4.7	Myriophylle à épis détecté dans d'autres lacs de la région				Х	Essentiel de continuer de faire le suivi régulier des herbiers et d'assurer que le lavage des embarcations nautiques soit effectué par tous les utilisateurs.
4.8	Suivi Périphyton	X				Mobilisation citoyenne pour mettre en place un suivi du périphyton dans le lac
4.9	La population de touladi en difficulté selon les pêches du MFFP de 2016				X	Le recrutement et les femelles reproductrices sont insuffisants pour maintenir la population dans un état stable. Dans son rapport de 2017, e MFFP avance deux hypothèses à tester au cours des prochaines années : la diminution de l'abondance de proies (manque de nourriture) et le manque d'habitat de fraie.
4.10	Suivi des installations septiques sur le territoire de Duhamel	Х				Registre régulièrement mis à jour

6. PLAN D'ACTION

6.1 ATELIER PARTICIPATIF EN LIEN AVEC LE PLAN D'ACTION DE L'ÉTUDE INTÉGRÉE DU LAC GAGNON

L'atelier participatif en lien avec le plan d'action, qui a eu lieu le 7 février 2023, visait à planifier des actions réalistes et concrètes. Les acteurs devaient d'abord identifier les préoccupations au lac et dans le bassin versant pour ensuite choisir des actions qu'ils pensaient pouvoir mettre en œuvre et leur associer des échéanciers. La liste des préoccupations recensées par les acteurs est présentée dans le Tableau 18. Il est important de mentionner qu'aucun ordre de priorité n'a été attribué par les membres du comité de travail.

Tableau 18 : Présentation des préoccupations identifiées par les acteurs

Thématique	Préoccupations
Qualité de l'eau	Prévenir les apports de sédiments dans le lac
	Limiter les apports de nutriments dans le lac en assurant la conformité des bandes riveraines et des installations septiques
	Suivre l'évolution de la qualité de l'eau dans le temps
Biodiversité	Prévenir l'introduction d'espèces exotiques envahissantes (EEE)
	Protection des milieux humides
Développement anthropique	Encadrer le développement dans la 2 ^e couronne du lac et à proximité de la rivière Ernest
	Claims miniers actifs dans le bassin versant
Gestion intégrée	Favoriser la mise en place d'actions concertées

Pour chacune des préoccupations identifiées, les participants étaient invités à proposer des actions, en identifiant les acteurs responsables de l'action et l'échéance de réalisation. L'exercice a été réalisé sur une plateforme collaborative (Miro) où des actions étaient proposées par l'OBV RPNS. Les participants pouvaient choisir parmi les actions proposées en les modifiant ou les détaillant ou proposer leurs propres actions. Les acteurs devaient seulement choisir les actions pour lesquelles ils souhaitaient être responsables, mais ne pouvaient parler au nom d'autres acteurs.

6.2 PLAN D'ACTION

Les actions sélectionnées par le comité de travail sont listées par thématique dans le Tableau 19, de même que leurs responsables et les échéanciers de réalisation.

Tableau 19: Plan d'action du lac Gagnon

THÉMAT	IQUE 1 : QUA	ALITÉ DE L'E	EAU			
1.1. Prévenir les apports de sédiments dans le lac	APLG	Duhamel	F. Lauzon	MRC de Papineau	Échéancier	Budget disponible
1.1.1.Assurer le respect des normes en coupe forestière.			X			Illimité
1.1.2.Former les promoteurs sur les bonnes pratiques en matière de contrôle de l'érosion sur les sites de construction.			Х			Illimité
1.1.3.Assurer le respect des règlements sur les chantiers de		Х			En continu	Budget opérationnel
construction.			Х			Illimité
1.1.4.Maintenir et assurer le suivi des fossés/barrières de sédimentation à des fins de construction et protection des bandes riveraines.		Х			En continu	Budget opérationnel
	X En appui				Été 2023	Inclus avec 1.2.2
1.1.5.Proposer et assurer le suivi des mesures de gestion environnementale des eaux de ruissellement.		х			En continu incluant calendrier de suivi 2 x/an	Budget opérationnel
1.2. Limiter les apports de nutriments dans le lac – Conformité des bandes riveraines et des installations septiques	APLG	Duhamel	F. Lauzon	MRC de Papineau	Échéancier	Budget disponible
1.2.1.Préparer et remettre une trousse aux propriétaires comprenant des informations sur le code d'éthique, la	Х				2023-2024	1000 \$
réglementation des bandes riveraines et des installations septiques.		En appui financier			2023-2024	Budget opérationnel

1.2.2.Préparer et diffuser une campagne de sensibilisation sur l'importance des bandes riveraines.	х	En appui financier			Été 2023	À discuter avec les parties
1.2.3. Assurer le respect de la réglementation de certaines interventions dans la bande riveraine du lac et des cours d'eau.		х			En continu	Budget opérationnel
1.2.4.Sensibilisation continue et application des règlements des bandes riveraines.		х			En continu	Budget opérationnel
1.2.5.Sensibiliser les citoyens et appliquer la réglementation provinciale du Q-2, r.22 et du règlement municipal 2017-01 visant les installations septiques.	X En appui	х			En continu	Budget opérationnel
1.2.6.Évaluer l'instauration d'un règlement sur l'utilisation des fertilisants dans les jardins.		x			3 à 5 ans	Budget opérationnel
1.3. Suivre l'évolution de la qualité de l'eau dans le temps.	APLG	Duhamel	F. Lauzon	MRC de Papineau	Échéancier	Budget disponible
	X Du lac			·	À chaque année	200 \$
1.3.1.Poursuivre l'échantillonnage et les analyses de suivi de la qualité de l'eau dans le lac et son bassin versant.		X Du bassin versant			2023 et en continu	Budget opérationnel
1.3.2.Instaurer le programme SurVol Benthos dans un cours d'eau approprié selon les critères, idéalement dans la rivière de la Petite Nation.		Х			Triennal	Budget opérationnel
1.3.3.Faire le suivi du périphyton.	х				À chaque année à partir de 2023	
		Х			2023	Budget opérationnel

THÉMA	TIQUE 2 : BI	ODIVERSITÉ				
2.1. Prévention de l'introduction d'espèces exotiques envahissantes	APLG	Duhamel	F. Lauzon	MRC de Papineau	Échéancier	Budget disponible
2.1.1.Poursuivre le suivi des plantes aquatiques exotiques envahissantes (PAEE), ainsi que la détection des PAEE		Х			En continu	Budget opérationnel
par l'escouade des Sentinelles	Х					
2.1.2.Assurer l'appui financier pour la formation et la logistique		Х			En continu	Budget opérationnel
2.1.3.Assurer le suivi du plan d'intervention d'urgence		Х			En continu	Budget opérationnel
2.1.4.Fournir la logistique, documenter et archiver le dossier		Х			En continu	Budget opérationnel
2.2. Protection des milieux humides	APLG	Duhamel	F. Lauzon	MRC de Papineau	Échéancier	Budget disponible
2.2.1.Poursuivre la validation de la présence des milieux humides sur le territoire lors d'octroi d'autorisation et assurer le suivi de la gestion de celui-ci par un registre.		Х			En continu	Budget opérationnel
THÉMATIQUE 3	: DÉVELOPP	EMENT ANT	HROPIQUE			
3.1. Encadrer le développement dans la 2e couronne du lac et à proximité de la rivière Ernest	APLG	Duhamel	F. Lauzon	MRC de Papineau	Échéancier	Budget disponible
3.1.1.Assurer le respect de la réglementation sur les chantiers afin de limiter le déboisement pour les nouveaux développements et nouvelles constructions.		Х	Х		En continu/ suivi d'autorisation	

3.2. Claims miniers actifs dans le bassin versant	APLG	Duhamel	F. Lauzon	MRC de Papineau	Échéancier	Budget disponible
3.2.1.Informer et consulter les citoyens	Х	Х			En continu	Budget opérationnel
3.2.2.Défendre la qualité de vie des villégiateurs et de l'environnement du lac Gagnon, face à l'arrivée de l'industrie minière.	Х	Х			En continu	
THÉMATI	QUE 4 : GES	TION INTÉGI	RÉE			
4.1. Favoriser la mise en place d'actions concertées.	APLG	Duhamel	F. Lauzon	MRC de Papineau	Échéancier	Budget disponible
4.1.1.Assurer le partage d'information entre les acteurs (ex. développement de la 2e couronne, installations septiques, projets de construction à venir, etc.) dans le cadre du comité de suivi.	х	Portrait/ inventaire/ % de conformité	Х	Х	1 x année	
4.1.2.Signature d'un pacte pour concrétiser l'engagement des acteurs.	Х	Х	Х		Été 2023	
4.1.3.Réunir un comité de suivi deux fois par année, formé de représentants et d'au moins un élu et un fonctionnaire de la municipalité, organisé par celle-ci.	Х	Х	Х	X Une fois par année	2 x an	
4.1.4.Faire approuver et adopter le plan d'action concerté par résolution.	х	Х			Printemps 2023	

7. CONCLUSION

La réalisation d'une étude du bassin versant du lac Gagnon constitue une base solide pour comprendre l'état de santé du lac Gagnon et identifier les priorités des prochaines années pour veiller à sa protection. La démarche de concertation a mis en lumière les différents usages à concilier dans le bassin versant, et a démontré que les acteurs locaux sont capables de faire des compromis et de travailler ensemble pour poursuivre l'objectif commun de maintenir le lac Gagnon en bonne santé. Il appartient maintenant aux acteurs locaux de veiller à la réalisation des actions allant dans le sens des priorités identifiées et d'effectuer des suivis de l'évolution du plan d'action dans les prochaines années. L'OBV RPNS reste disponible pour apporter du soutien aux projets ou des explications sur le présent rapport.

RÉFÉRENCES

- APLG. (2020). *Analyses eau de baignade de 2013 à 2020*. https://www.aplg.ca/web/content/baignadeArchives.html
- APLG. (s. d.a). Membership. https://www.aplg.ca/web/content/page_membership.html
- APLG. (s. d.b). Statistiques sur le gel et le dégel du lac Gagnon. https://www.aplg.ca/web/content/documents/gel.htm
- Arnoux, M. D. J. (2017). Interactions lac-eaux souterraines et sensibilité aux changements climatiques et environnementaux [thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal]. https://archipel.uqam.ca/10953/1/D3222.pdf
- Borselli, L., Cassi, P. et Torri, D. (2008). Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment. *CATENA*, *75*(3), 268-277. https://doi.org/10.1016/j.catena.2008.07.006
- Canards Illimités Canada. (2022). Canards Illimités Canada et ses partenaires amorcent la seconde phase de cartographie détaillée des milieux humides en Outaouais. https://www.canards.ca/des-nouvelles/nationale/cartographie-outaouais/
- Carignan, R. (2014). Causes naturelles, humaines, et indicateurs précoces de l'eutrophisation dans les lacs de villégiature.

 https://crelaurentides.org/images/images_site/evenements/eau_lacs/2014/Forum/Carignan.pdf
- Carignan, R., Cattaneo, A. et Planas, D. (2012). Effets de l'occupation humaine sur le phosphore, les cyanobactéries nuisibles, les macrophytes dans les Laurentides et en Estrie. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/PDF_tableau_FQRNT/Presentation_Carigna n.pdf
- Carignan, R. et CRE Laurentides. (2013). *Définition de l'hypsométrie. Disponible dans l'Atlas web des lacs des Laurentides*. http://crelaurentides.org/images/images_site/documents/atlas/Hypsometrie/definitionhypsometrie.pdf
- Cavalli, M., Trevisani, S., Comiti, F. et Marchi, L. (2013). Geomorphometric assessment of spatial sediment connectivity in small Alpine catchments. *Geomorphology*, *188*, 31-41. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.05.007
- CEHQ. (2022). Station 040406 De la petite Nation, Débit journalier en m³/s Valeurs moyennes mensuelles.

 https://www.cehq.gouv.qc.ca/depot/historique_donnees_som_mensuels/040406_Q_MOY.txt
- Choné, G. (2021). Calcul de l'indice de connectivité des sédiments sur le territoire de l'OBV RPNS. Outil géomatique.
- CRE Laurentides. (2011). Trousse des lacs, 2e édition, Glossaire. https://crelaurentides.org/old/dossiers/eau-lacs/trousse-des-lacs

- CRE Laurentides. (2013a). Schématisation des niveaux trophiques d'un lac, Trousse des lacs.
- CRE Laurentides. (2013b). Suivi complémentaire de la qualité de l'eau Programme Bleu Laurentides. https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/guides/Guide_Multisonde.pdf
- CRE Laurentides. (2019). Guide d'information sur la caractérisation des plantes exotiques et indigènes présentes dans les plans d'eau des Laurentides. Projet de Lutte contre l'introduction du myriophylle à épi dans les plans d'eau des Laurentides. https://crelaurentides.org/wp-content/uploads/2021/04/Document-identification-PA_2019.pdf
- CRE Laurentides et Carignan, R. (2019). Vulnérabilité des lacs du Parc national du Mont-Tremblant à la colonisation par le myriophylle à épi.
- Denis-Blanchard, A. (2015). Effet du développement résidentiel sur la distribution et l'abondance des macrophytes submergés dans la région des Laurentides et de Lanaudière [mémoire de maîtrise, Université de Montréal]. https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/13449/Denis-Blanchard_Ariane_2015_M%E9moire.pdf?sequence=2
- Derksen, C., Burgess, D., Duguay, C., Howell, S., Murdyk, L., Smith, S., Thackeray, C. et Kirchmeier-Young, M. (2019a). Évolution de la neige, de la glace et du pergélisol à l'échelle du Canada. https://doi.org/10.4095/314618
- Derksen, C., Burgess, D., Duguay, C., Howell, S., Murdyk, L., Smith, S., Thackeray, C. et Kirchmeier-Young, M. (2019b). Évolution de la neige, de la glace et du pergélisol à l'échelle du Canada, chapitre 5. Dans *Rapport sur le climat changeant du Canada* (E. Bush et D.S. Lemmen, p. 195-260). https://doi.org/10.4095/314618
- Diaz, R. J. et Rosenberg, R. (2008). Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems. *Science*, *321*(5891), 926-929. https://doi.org/10.1126/science.1156401
- Dodds, W. et Whiles, M. (2010). Freshwater ecology (Academic Press).
- Dupont, J. (2004). La problématique des lacs acides au Québec. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/lacs_acides/2004/lacs-acides-Qc.pdf
- Environnement Canada. (2013). *Quand l'habitat est-il suffisant ? Troisième édition. Environnement Canada, Toronto (Ontario).* https://publications.gc.ca/collections/collection_2013/ec/CW66-164-2013-fra.pdf
- Environnement et Changement climatique Canada. (2010). *Guide météorologique Météo à l'œil : chapitre 4.* https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/meteo-a-oeil/publications/guide-meteorologique/chapitre-4.html
- Environnement et Changement climatique Canada. (2022). *Changements de la température au Canada*. https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/changements-temperature.html
- Ferlatte, M., Tremblay, Y., Rouleau, A. et Larouche, U. F. (2014). Notions d'hydrogéologie Les eaux souterraines pour tous. *Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES)*, 64.

- Fondriest Environmental, Inc. (2013, 19 novembre). "Dissolved Oxygen." Fundamentals of Environmental Measurements. Environmental Measurement Systems. https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/dissolved-oxygen/
- G3E. (2013). Les capsules du G3E | Cours d'eau | Physicochimie | Oxygène dissous. https://www.g3e-ewag.ca/ressources-interactives/capsules/cours-eau/physicochimie/oxygene dissous.html
- Hébert, S. et Légaré, S. (2000). Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, 24.
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins.
- Inskip, P. D. (1982). Habitat Suitability Index Models: Northern Pike. Fish and Wildlife Service, US Department of the Interior. https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA323353.pdf
- Jenny, J.-P., Anneville, O., Arnaud, F., Baulaz, Y., Bouffard, D., Domaizon, I., Bocaniov, S. A., Chèvre, N., Dittrich, M., Dorioz, J.-M., Dunlop, E. S., Dur, G., Guillard, J., Guinaldo, T., Jacquet, S., Jamoneau, A., Jawed, Z., Jeppesen, E., Krantzberg, G., ... Weyhenmeyer, G. A. (2020). Scientists' Warning to Humanity: Rapid degradation of the world's large lakes. *Journal of Great Lakes Research*, *46*(4), 686-702. https://doi.org/10.1016/j.jglr.2020.05.006
- Kalff, J. (2002). Limnology: Inland Water Ecosystems (Prentice Hall).
- Kincaid, D. W. et Findlay, S. E. G. (2009). Sources of Elevated Chloride in Local Streams: Groundwater and Soils as Potential Reservoirs. *Water, Air, and Soil Pollution*, *203*(1-4), 335-342. https://doi.org/10.1007/s11270-009-0016-x
- Lambert, D. et Cattaneo, A. (2008). Monitoring periphyton in lakes experiencing shoreline development. *Lake and Reservoir Management*, 24(2), 190-195. https://doi.org/10.1080/07438140809354060
- Lavoie, C. (2019). 50 plantes envahissantes : protéger la nature et l'agriculture. Les Publications du Québec.
- Lavoie Lavallée, S. (2019). Étude de la dynamique hydrique du lac Papineau (Outaouais, Canada) [mémoire de maîtrise en sciences de la terre, Université du Québec à Montréal]. http://archipel.uqam.ca/id/eprint/13511
- MAMH. (2018). Système sur les découpages administratifs du Québec (SDA 20k) Municipalités et autres territoires.

 https://www.pes1.enviroweb.gouv.qc.ca/Atlas/Proxy.ashx?http://www.servicesasgeo.m380.pes.
 si.qc/asgeoguichet/rest/services/Consultation/Limites_administratives/MapServer/exts/MetaDon neesRestSOE/MetadataResource/3/AfficherMetadata?f=htm&guid=15a0b1e2-a4fe-4f16-817c-c14051efc4e5
- MAMH. (2022). Portrait provincial en aménagement du territoire (PPAT) [géodatabase].
- MAMH. (s. d.a). *Grandes affectations du territoire*. https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-duterritoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/planification/grandes-affectations-du-territoire/
- MAMH. (s. d.b). *Territoires*. https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/projet-sigat/territoires/

- MAMOT. (2016). Portrait provincial en aménagement du territoire (PPAT) Description du produit.
- MDDEFP. (2013). Outil d'aide à l'ensemencement des plans d'eau Le touladis (Salvelinus namaycush). https://mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/ensemencement/pdf/outils-aide/touladi.pdf
- MDDEP. (2011). Fiche technique sur la stabilisation des rives. https://www.environnement.gouv.gc.ca/eau/rives/fiche-tech-stabilisation-rives.pdf
- MDDEP et CRE Laurentides. (2009a). Outils de compilation de données et de présentation des résultats du Protocole de caractérisation de la bande riveraine. https://www.environnement.gouv.gc.ca/eau/rsvl/outil-compilation.pdf
- MDDEP et CRE Laurentides. (2009b). Protocole de caractérisation de la bande riveraine , 2e édition. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/bande riveraine.pdf
- MDDEP, CRE Laurentides, GRIL. (2012). Protocole de suivi du périphyton. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/protocole-periphyton.pdf
- MELCC. (2007). Guide d'élaboration d'un plan directeur de bassin versant de lac et adoption de bonnes pratiques. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf
- MELCC. (2019a). Cartographie des milieux humides potentiels Guide de l'utilisateur version 2019. https://stqc380donopppdtce01.blob.core.windows.net/donneesouvertes/Milieux humides potentiels/MH Potentiel 2019 Guide utilisateur.pdf
- MELCC. (2019b). *Milieux humides potentiels Jeu de données*. Données Québec. https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/milieux-humides-potentiels
- MELCC. (2021a). Aires protégées au Québec Les provinces naturelles. https://www.environnement.gouv.gc.ca/biodiversite/aires protegees/provinces/partie4c.htm
- MELCC. (2021b). Normales climatiques 1981-2010: Climat du Québec. https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/normales/climat-qc.htm
- MELCC. (2022a). Aide-mémoire: Méthodes de détermination de la limite du littoral. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/gestion-rives-littoral-zones-inondables/aide-memoire-methodes-determination-limite-littoral.pdf?1648239990
- MELCC. (2022b). Guide d'interprétation de l'indice de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP5 et IQBP6). https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/guide-interpretation-indice-qualite-bacteriologique-physicochimique-eau.pdf
- MELCC. (2022c). *Utilisation du territoire* [géodatabase]. Données Québec. https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/utilisation-du-territoire
- MELCC. (s. d.a). Glossaire. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/sys-image/glossaire1.htm
- MELCC. (s. d.b). Le bassin versant : un territoire pour les rivières. https://www.environnement.gouv.qc.ca/jeunesse/bassin_versant/glossaire.htm

- MELCCFP. (2022a). Août 2022: le neuvième plus chaud mois d'août complète le cinquième été le plus chaud, mais aussi le 18e plus pluvieux. https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/Faitssaillants/2022/aout.htm
- MELCCFP. (2022b). *Atlas de l'eau*. https://services-mddelcc.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=371faa9786634167a7bdefdead35 e43e
- MELCCFP. (2022c). Mai 2022: apport en eau record et inondations, malgré sécheresse, canicule hâtive et feux de forêt. https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/Faits-saillants/2022/mai.htm
- MELCCFP. (2023). Critères de qualité de l'eau de surface, coliformes fécaux. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=s0123
- MELCCFP. (s. d.a). *Critères de qualité de l'eau de surface : pH*. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0381
- MELCCFP. (s. d.b). Critères de qualité de l'eau de surface : turbidité. https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=s0485
- MERN. (2020a). *Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ)* [géodatabase]. Données Québec. https://mern.gouv.qc.ca/repertoire-geographique/reseau-hydrographique-grhq/
- MERN. (2020b). *Réseaux de transport du Québec (AQréseau+)* [géodatabase]. Données Québec. https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/adresses-quebec/resource/5c157b6b-b48a-407e-b9dd-eab45ee4809c
- MERN. (2022). *Titres miniers* [géodatabase].
- MFFP. (2013). Dépôt de surface SIEF 4e édition [shapefile].
- MFFP. (2017). Le touladi au lac Gagnon, rapport sommaire.
- MFFP. (2019). *LiDAR Modèles numériques de terrain* [géodatabase]. Données Québec. https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/produits-derives-de-base-du-lidar
- MFFP. (2020). Légende des dépôts de surface.

 https://diffusion.mffp.gouv.qc.ca/Diffusion/DonneeGratuite/Foret/DONNEES_FOR_ECO_SUD/D

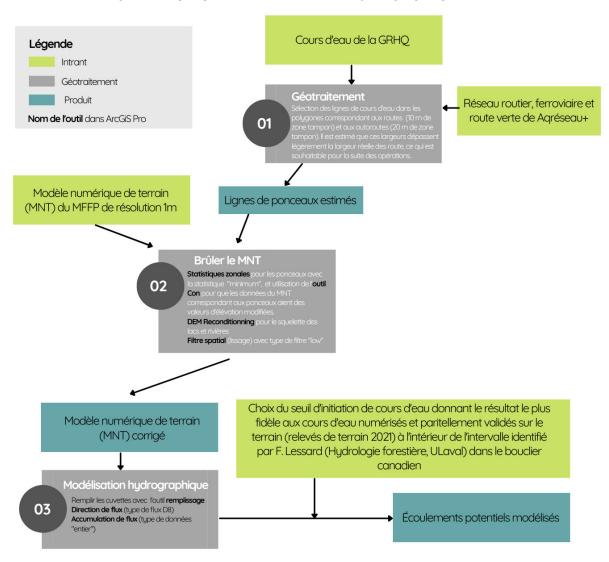
 epots surface/1-Documentation/Legende depots surface.pdf
- MFFP. (2021). Classification écologique du territoire québécois. https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/inventaire/classification_ecologique_territoire_quebecois.pdf
- Ministère des Transports. (2021). Saviez-vous que... https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/gestion-environnementale-sels-voirie/Pages/saviez-vous.aspx

- Municipalité de Duhamel. Règlement de zonage numéro 2013-05. , Codification administrative V-6 (2020-09-21) (2020). https://www.municipalite.duhamel.qc.ca/public_upload/files/R%C3%A8glements%20municipaux /Zonage.pdf?v=35702
- OBV RPNS. (2017). Caractérisation des herbiers de plantes aquatiques, municipalité de Duhamel : Lac Gagnon. https://www.rpns.ca/wp-content/uploads/2021/12/rapport_lac_gagnon_vf.pdf
- OBV RPNS. (2020). Plan de gestion des risques d'introduction du myriophylle à épis dans les lacs de Duhamel. https://www.rpns.ca/wp-content/uploads/2021/11/Plan_Gestion_risques_Myriophylle_epis.pdf
- Office québécois de la langue française. (1974). *bilan hydrologique*. https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8480985/bilan-hydrologique
- Office québécois de la langue française. (2019). *Anoxie*. https://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?ld_Fiche=26556979
- OQLF. (s. d.). Fiche terminologique till. https://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheoqlf.aspx?id_fiche=8409475
- O'Reilly, C. M., Sharma, S., Gray, D. K., Hampton, S. E., Read, J. S., Rowley, R. J., Schneider, P., Lenters, J. D., McIntyre, P. B., Kraemer, B. M., Weyhenmeyer, G. A., Straile, D., Dong, B., Adrian, R., Allan, M. G., Anneville, O., Arvola, L., Austin, J., Bailey, J. L., ... Zhang, G. (2015a). Rapid and highly variable warming of lake surface waters around the globe. *Geophysical Research Letters*, *42*(24). https://doi.org/10.1002/2015GL066235
- O'Reilly, C. M., Sharma, S., Gray, D. K., Hampton, S. E., Read, J. S., Rowley, R. J., Schneider, P., Lenters, J. D., McIntyre, P. B., Kraemer, B. M., Weyhenmeyer, G. A., Straile, D., Dong, B., Adrian, R., Allan, M. G., Anneville, O., Arvola, L., Austin, J., Bailey, J. L., ... Zhang, G. (2015b). Rapid and highly variable warming of lake surface waters around the globe. *Geophysical Research Letters*, *42*(24). https://doi.org/10.1002/2015GL066235
- Papon, P., Maleval, V. et Nedjaï, R. (2005). Le bilan sédimentaire en lac: l'influence de la course du vent sur l'érosion (Lake sedimentary balance: the fetch influence on the erosion). *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 82(2), 213-223. https://doi.org/10.3406/bagf.2005.2456
- Pinay, G., Gascuel, C., Ménesguen, A., Souchon, Y., (coord), M. L. M., Levain, A., Etrillard, C., Moatar, F., Pannard, A. et Souchu, P. (2018). *L'eutrophisation: manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'Expertise scientifique collective* (Éditions Quae). CNRS Ifremer INRA Irstea. https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/expertise-eutrophisation-synthese-148-p-2.pdf
- Plumb, J. M. et Blanchfield, P. J. (2009). Performance of temperature and dissolved oxygen criteria to predict habitat use by lake trout (Salvelinus namaycush)This paper is part of the series "Forty Years of Aquatic Research at the Experimental Lakes Area". *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(11), 2011-2023. https://doi.org/10.1139/F09-129
- Rasmussen, J. B., Godbout, L. et Schallenberg, M. (1989). The humic content of lake water and its relationship to watershed and lake morphometry. *Limnology and Oceanography*, *34*(7), 1336-1343. https://doi.org/10.4319/lo.1989.34.7.1336

- Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL). (s. d.). http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.htm
- RQES. (s. d.). Les principaux types de dépôts meubles. https://rqes.ca/les-principaux-types-de-depots-meubles/
- Sebille, E., Aliani, S., Law, K., Maximenko, N., Alsina, J., Bagaev, A., Bergmann, M., Chapron, B., Chubarenko, I., Cózar, A., Delandmeter, P., Egger, M., Fox-Kemper, B., Garaba, S., Goddijn-Murphy, L., Hardesty, B., Hoffman, M., Isobe, A., Jongedijk, C. et Wichmann, D. (2020). The physical oceanography of the transport of floating marine debris. *Environmental Research Letters*, 15. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6d7d
- Statistique Canada. (2022, 9 février). *Tableau de profil, Profil du recensement, Recensement de la population de 2021*. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2021/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=F
- Vadeboncoeur, Y., Moore, M. V., Stewart, S. D., Chandra, S., Atkins, K. S., Baron, J. S., Bouma-Gregson, K., Brothers, S., Francoeur, S. N., Genzoli, L., Higgins, S. N., Hilt, S., Katona, L. R., Kelly, D., Oleksy, I. A., Ozersky, T., Power, M. E., Roberts, D., Smits, A. P., ... Yamamuro, M. (2021). Blue Waters, Green Bottoms: Benthic Filamentous Algal Blooms Are an Emerging Threat to Clear Lakes Worldwide. *BioScience*, 71(10), 1011-1027. https://doi.org/10.1093/biosci/biab049
- von Einem, J. et Granéli, W. (2010). Effects of fetch and dissolved organic carbon on epilimnion depth and light climate in small forest lakes in southern Sweden. *Limnology and Oceanography*, *55*(2), 920-930. https://doi.org/10.4319/lo.2010.55.2.0920
- Wetzel, R. G. (1983). *Limnology* (2nd edition). Saunders College Publishing.
- Zone atelier Bassin du Rhône et Observatoire des lacs alpins. (2015). Le Tour des Grands Lacs Alpins Naturels en 80 questions. GRAIE. http://www.graie.org/zabr/OuvrageLacs/accueilLacs.htm

ANNEXES

Annexe 1 : Procédure géomatique pour la modélisation hydrographique



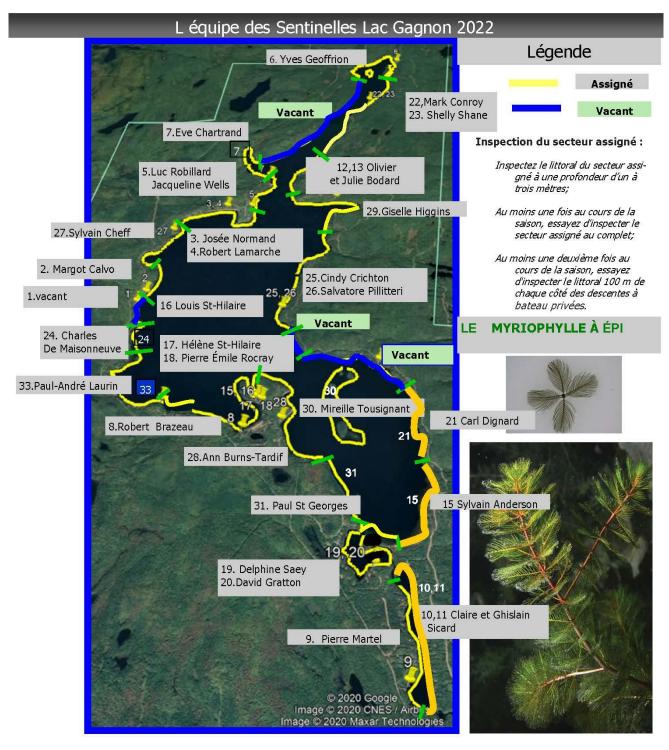
Réalisé par l'OBV Rouge, Petite Nation et Saumon dans le cadre de LACtion 2021.

Méthodologie adaptée de F.Lessard (2020).

Annexe 2 : Code d'éthique nautique produit par l'APLG en 2021

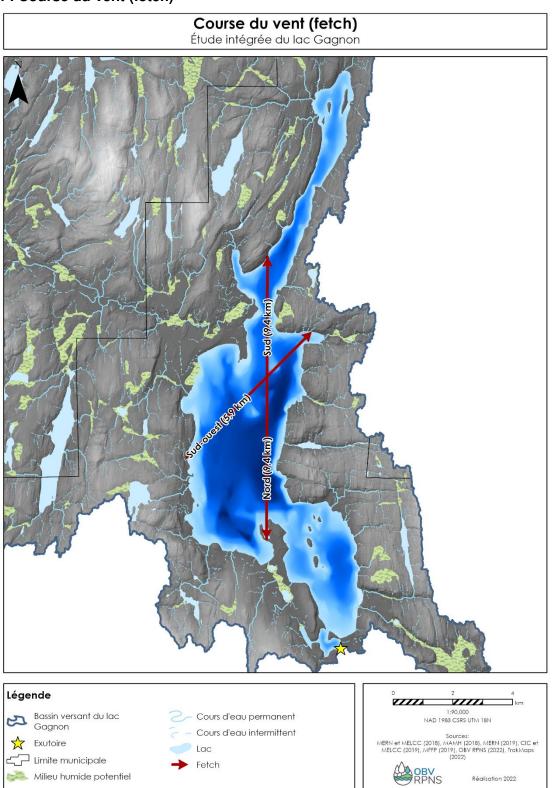


Annexe 3 : Distribution des sentinelles du lac Gagnon



*Carte produite par l'équipe de Sentinelles du lac Gagnon (2022)

Annexe 4 : Course du vent (fetch)



Annexe 5 : Roses des vents annuelle et été à la station automatisée de Papineau-Labelle

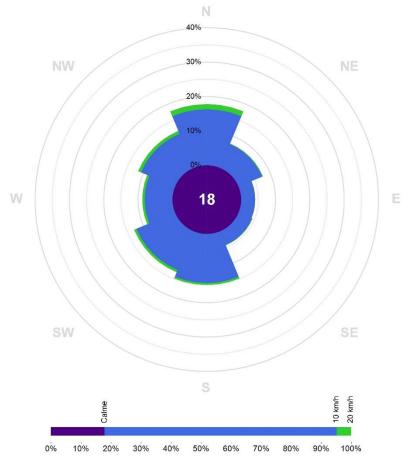
es changements survey and et Parcs

Québec Normales 2010-2022

Station : Papineau-Labelle (Propriétaire : MFFP) Coordonnées :46° 12' 59"/75° 11' 48"/300 m

7035788 Automatique **Ouverture**: 1997-01-01 -

Période : ANNÉE



Direction (fréquence %)	N	NE	E	SE	S	sw	W	NW	Toutes		
CALME	17,8										
> 0 km/h	17,8	7,7	4,1	4,4	14,8	12,9	8,8	11,6	82,2		
> 10 km/h	1,5	0,2	0,1	0,1	0,6	0,7	0,7	0,9	4,8		
> 20 km/h	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
> 30 km/h	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Vitesse moyenne (km/h)	4,8	2,8	2,3	3,3	4,5	4,2	4,6	4,7	4,3		

Direction générale du suivi de l'état de l'environnement

2022-11-10

Coordonnées :46° 12' 59"/75° 11' 48"/300 m

Environnement, Lutte contre les changements climatiques, Faune et Parcs

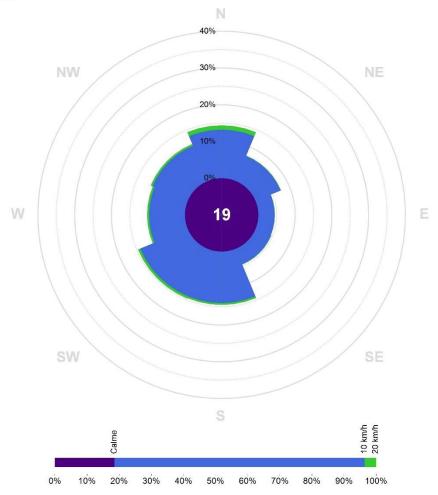


ROSE DES VENTS NORMALES 2010-2022

Station: Papineau-Labelle (Propriétaire: MFFP)

7035788 Automatique **Ouverture**: 1997-01-01 -

Période : Été



Direction (fréquence %)	N	NE	Ε	SE	S	SW	W	NW	Toutes
CALME				20				70	18,6
> 0 km/h	14,4	7,5	4,5	4,6	14,5	14,6	10,3	10,9	81,4
> 10 km/h	1,2	0,1	0,1	0,1	0,5	0,6	0,5	0,5	3,6
> 20 km/h	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
> 30 km/h	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vitesse moyenne (km/h)	4,7	2,8	2,0	2,9	4,4	4,3	4,3	4,2	4,1

Direction générale du suivi de l'état de l'environnement

2022-11-10

Annexe 6 : Fiches de caractérisation des bandes riveraines réalisée par l'OBV RPNS en août 2022

		Types	d'aménagement recouvrement)	Descript dégradati rive (% de de ri	ion de la Iongueur			
No de zone homogène	Utilisation du sol	Végétation naturelle	Végétation ornementale	Matériaux inertes	Sol dénudé et érosion	Murets et remblais	Longueur de la zone (m)	Commentaire
1	Naturelle	100	0	0	0	0	294,23	Cap rocheux, pente forte
2	Habitée	99	0	1	0	0	38,77	Une maison dans BR
3	Naturelle	100	0	0	0	0	268,87	
4	Habitée	70	5	25	0	0	27,69	Petite plage de sable naturelle, route, cabanon
5	Naturelle	100	0	0	0	0	155,47	Cap rocheux, pente forte
6	Habitée	99	0	1	0	0	536,27	Petite plage, beaucoup de végétation naturelle, chalet pas dans 15m, cap rocheux
7	Habitée	5	80	15	0	0	38,19	Pelouse
8	Naturelle	100	0	0	0	0	57,70	
9	Habitée	20	40	40	0	0	482,65	Murets en roches, pelouse, plusieurs maisons dans 15m
10	Naturelle	100	0	0	0	0	303,39	Pente forte
11	Habitée	95	0	5	0	0	188,96	Cap rocheux, coupe (à cause de la tempête?)
12	Habitée	25	35	40	0	0	280,32	Quai en béton, maisons, petites plages
13	Habitée	70	1	29	0	0	696,42	Cap rocheux, plage
14	Naturelle	100	0	0	0	0	404,61	Pente forte, chalet en hauteur pas dans BR
15	Habitée	80	5	15	0	0	394,45	Cabanon, pelouse
16	Naturelle	100	0	0	0	0	473,33	Cap rocheux, une dalle de béton pour bateau (négligeable dans zone)
17	Habitée	84	1	15	0	0	137,07	Maisons
18	Naturelle	100	0	0	0	0	191,89	Pente forte
19	Habitée	40	30	30	0	0	415,01	Maisons, cabanons
20	Naturelle	100	0	0	0	0	370,33	

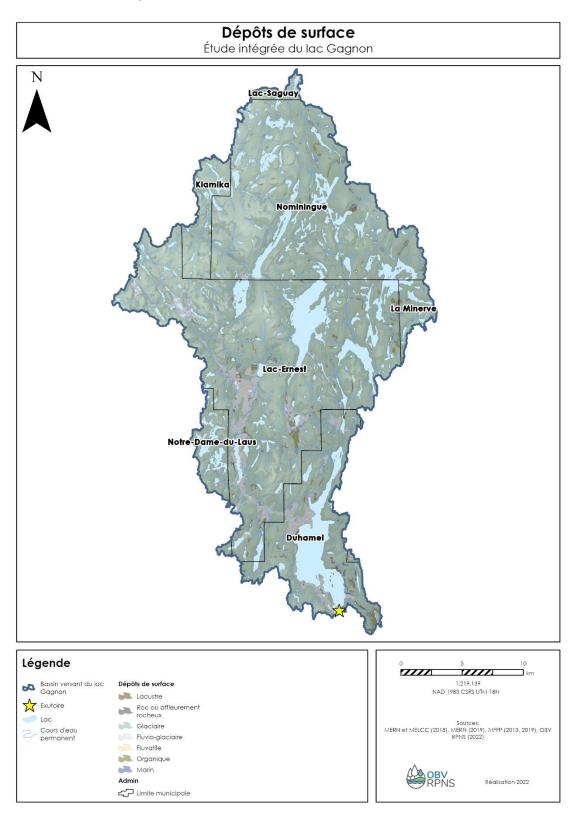
		Types	d'aménagement recouvrement)	(% de	Descript dégradati rive (% de de ri	ion de la Iongueur		
No de zone Utilisatio du sol	Utilisation du sol	Végétation naturelle	Végétation ornementale	Matériaux inertes	Sol dénudé et érosion	Murets et remblais	Longueur de la zone (m)	Commentaire
21	Habitée	95	0	5	0	0	1824,18	Beaucoup de végétation, chalets en haut de pente, cap rocheux, pente forte, grandes zones boisées entre chalets
22	Habitée	40	30	30	0	0	359,19	Maisons dans 15m
23	Habitée	95	2	3	0	0	993,70	Cap rocheux, chalets en haut de pente, pelouse
24	Habitée	35	30	35	0	10	142,88	Maisons, chemin gravier
25	Naturelle	100	0	0	0	0	251,97	
26	Habitée	50	0	50	0	0	112,50	Maisons, chemin, plage
27	Naturelle	100	0	0	0	0	437,89	Pente forte
28	Habitée	94	1	5	0	0	570,64	Chalets en haut de pente
29	Habitée	90	5	5	0	0	931,85	Grands espaces naturels entre chalets
30	Habitée	40	40	20	0	0	185,36	
31	Naturelle	100	0	0	0	0	803,95	
33	Habitée	99	1	0	0	0	271,20	Plage
31	Naturelle	100	0	0	0	0	529,75	
32	Habitée	99	0	1	0	0	114,55	Cabanon dans BR
34	Habitée	20	40	40	0	0	120,45	Pelouse, pente forte, cap rocheux
35	Naturelle	100	0	0	0	0	669,91	
36	Habitée	60	35	5	0	0	469,17	Pelouse
37	Naturelle	100	0	0	0	0	298,20	Milieu humide
38	Habitée	70	30	0	0	0	266,02	Maisons pas dans 15m
39	Naturelle	100	0	0	0	0	148,18	
40	Habitée	80	20	0	0	0	214,46	Pelouse
41	Naturelle	100	0	0	0	0	2082,83	
42	Habitée	60	35	5	0	0	112,91	Pelouse, maison dans BR
43	Naturelle	100	0	0	0	0	314,39	
44	Habitée	70	15	15	0	0	355,77	Cabanon, maison, pelouse

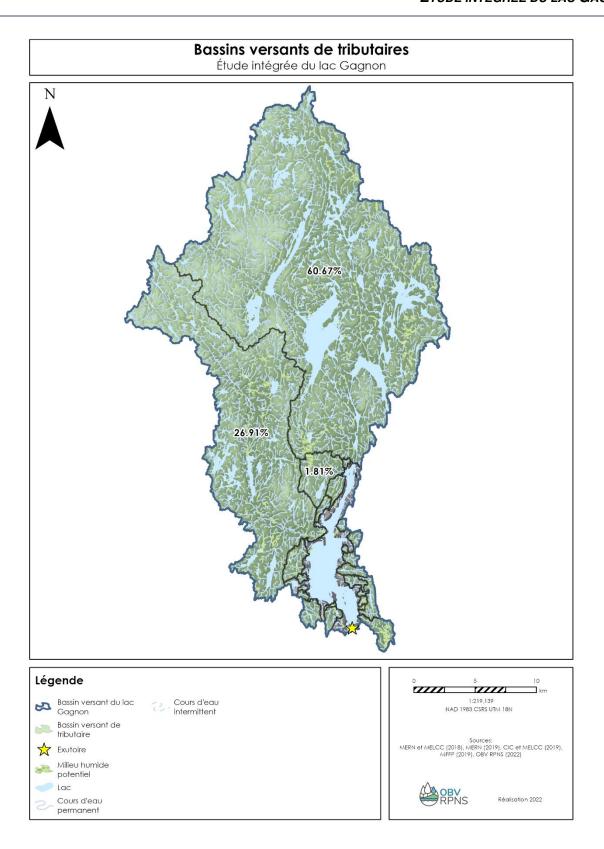
		Types d'aménagement (% de recouvrement)			Descript dégradati rive (% de de ri	ion de la Iongueur		
No de zone Utilisation homogène du sol	du sol	Végétation naturelle	Végétation ornementale	Matériaux inertes	Sol dénudé et érosion	Murets et remblais	Longueur de la zone (m)	Commentaire
45	Naturelle	100	0	0	0	0	1181,04	
46	Habitée	15	45	40	0	0	276,33	Chalets, petite plage, pelouse
47	Naturelle	100	0	0	0	0	138,25	
48	Habitée	80	19	1	0	0	1116,33	Pente forte
49	Habitée	40	15	45	0	1	1214,50	Pelouse, section de plage appelée « Cape Cod » par certains riverains, maisons dans BR, plages naturelles
50	Habitée	80	10	10	0	1	752,11	
51	Habitée	95	0	5	0	0	686,60	
52	Habitée	90	5	5	0	0	575,19	Pelouse
53	Habitée	10	0	90	0	0	586,41	Plage
54	Habitée	50	20	30	0	0	654,83	
55	Naturelle	100	0	0	0	0	550,25	
56	Habitée	75	10	15	0	0	432,56	
57	Infrastructur e	35	0	65	0	0	345,06	Chemin Lac Gagnon ouest, végétation en régénération
58	Habitée	50	20	30	0	0	362,21	Pelouse entretenue, plage (et une non naturelle)
59	Habitée	95	0	5	0	0	347,99	Pente forte, cap rocheux, escaliers et quai en béton
60	Habitée	50	20	30	0	0	555,65	Pelouse entretenue jusqu'au bord, maisons dans BR, murets
61	Habitée	65	25	10	0	15	376,97	
62	Habitée	50	5	45	0	30	1075,00	Plage, murets
63	Habitée	65	10	25	0	40	109,22	Chalet dans BR
64	Habitée	90	0	10	0	0	195,15	Naturelle entre les chalets, pente forte, chalets en hauteur
65	Naturelle	100	0	0	0	0	201,67	
66	Habitée	79	1	20	0	20	271,19	
67	Habitée	50	25	25	0	0	145,71	Plage, pelouse, cabanon

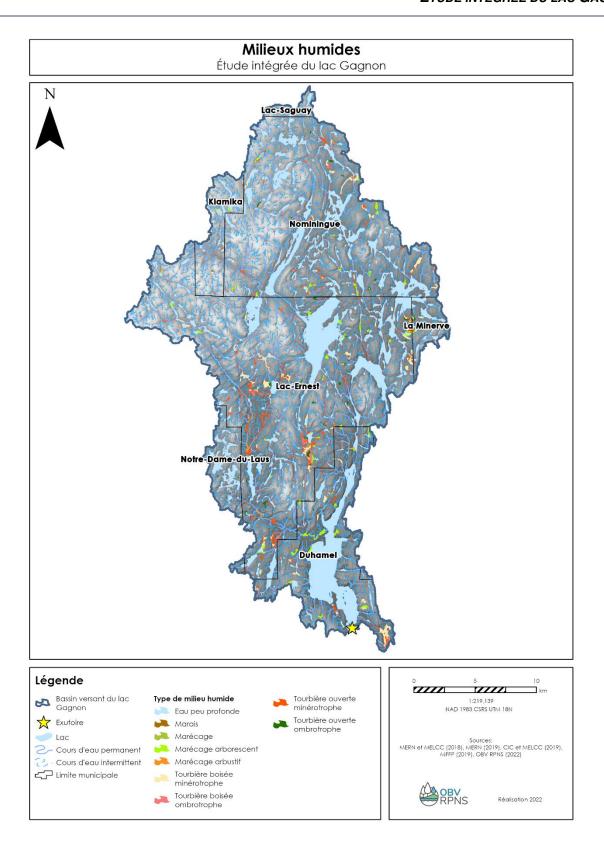
No de zone homogène	Utilisation du sol	Types d'aménagement (% de recouvrement)			Descripteurs de dégradation de la rive (% de longueur de rive)			
		Végétation naturelle	Végétation ornementale	Matériaux inertes	Sol dénudé et érosion	Murets et remblais	Longueur de la zone (m)	Commentaire
68	Habitée	70	10	20	0	1	410,31	Chalets dans BR
69	Habitée	90	0	10	0	0	918,08	Cap rocheux, chalet dans BR
70	Habitée	95	0	5	0	0	982,74	Grandes zones naturelles entre chalet
71	Habitée	98	1	1	0	0	420,96	
72	Habitée	40	0	60	0	0	265,72	Plage naturelle
73	Habitée	90	0	10	0	0	541,08	Cap rocheux, pente forte, chalets en hauteur
74	Naturelle	5	0	95	0	0	433,88	Plage (aire gérée par la SEPAQ)
75	Naturelle	100	0	0	0	0	1107,11	Presqu'île aux raisins
76	Habitée	95	0	5	0	0	294,84	Chalets peu denses, déboisée sur une propriété
77	Habitée	50	50	0	0	0	230,89	Pelouse dans pente et tondue jusqu'au bord, accès plus de 5m
78	Habitée	95	0	5	0	0	726,06	Déboisement, gazon dans la pente mais arbustes dans BR
79	Habitée	10	45	45	0	0	87,76	Une seule propriété
80	Habitée	99	0	1	0	0	433,10	
81	Naturelle	100	0	0	0	0	937,89	
82	Habitée	40	20	40	0	0	445,18	Plages naturelles, chalets denses, ornemental arbustif, pelouse
83	Habitée	90	5	5	0	0	324,07	Chalets denses
84	Habitée	20	40	40	0	0	430,42	Pelouse entretenue, plage
85	Habitée	45	50	5	0	0	260,14	Portion aménagée (ornementale)
86	Habitée	5	0	95	0	0	151,86	Plage naturelle
87	Habitée	95	0	5	0	1	417,09	Murets, quai en béton
88	Habitée	99	0	1	0	0	714,72	Cap rocheux, habitée mais très naturel
89	Habitée	0	0	100	0	0	25,62	Plage
90	Naturelle	100	0	0	0	0	983,86	-

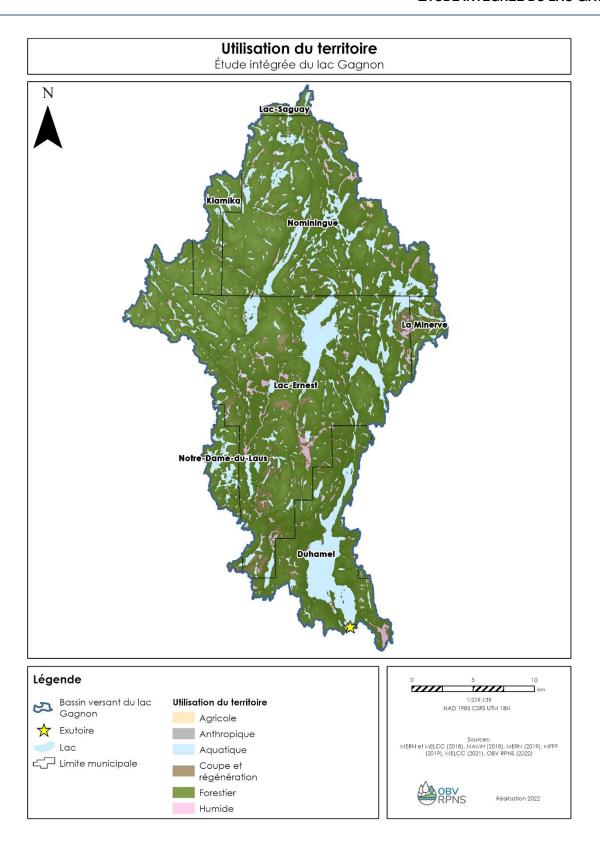
No de zone homogène	Utilisation du sol	Types d'aménagement (% de recouvrement)			Descripteurs de dégradation de la rive (% de longueur de rive)			
		Végétation naturelle	Végétation ornementale	Matériaux inertes	Sol dénudé et érosion	Murets et remblais	Longueur de la zone (m)	Commentaire
91	Habitée	5	65	30	0	0	72,30	Boat house, muret
92	Habitée	100	0	0	0	0	311,76	Habitée mais naturelle
93	Habitée	40	0	60	0	0	389,85	Plage privée, ancien camping
94	Habitée	100	0	0	0	0	751,84	Habitée, mais très naturelle
95	Habitée	10	0	90	0	0	366,72	Plages naturelles, pelouse dans pente
96	Habitée	99	1	0	0	0	376,85	Chalet loin du bord
97	Habitée	5	20	75	0	20	246,99	
98	Naturelle	100	0	0	0	0	171,69	
99	Habitée	10	10	80	0	50	120,83	Muret, plage, chalets dans BR
100	Habitée	55	40	5	0	50	415,12	1ere maison très bien, ornemental arbustif
101	Habitée	60	15	25	0	0	306,16	
102	Habitée	65	30	5	0	50	347,01	Aménagement, naturelle entre chalets, pelouse

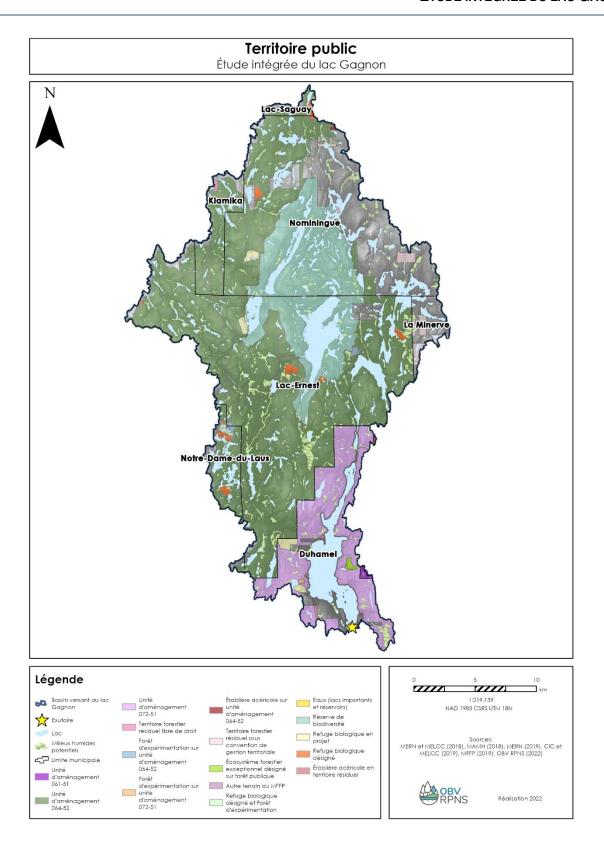
Annexe 7 : Cartes thématiques avec vue de l'ensemble du bassin versant

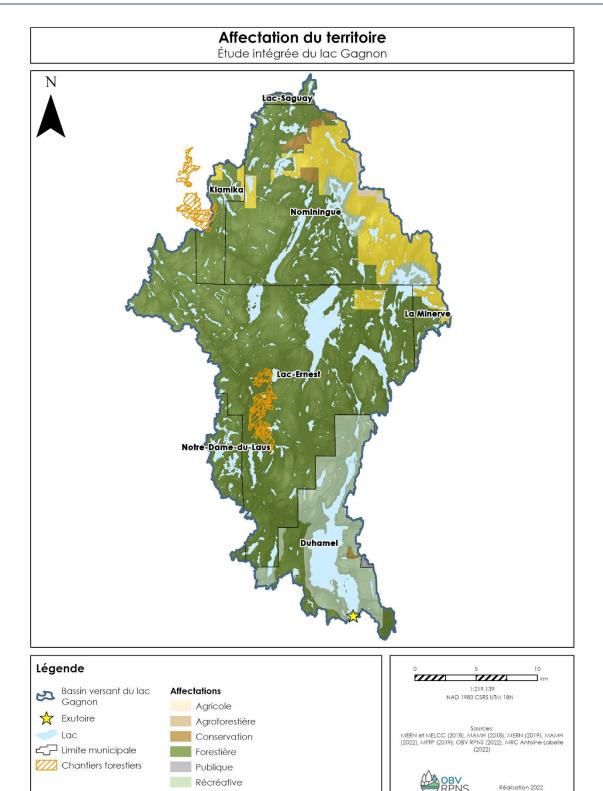












Résidentielle

