

2021



LAC  **TION**

Étude intégrée du lac Tremblant

31 janvier 2022



ÉQUIPE DE RÉALISATION

COORDINATION DU PROJET

- Stéphanie Massé, chargée de projets, OBV RPNS
- Guillaume Gendreau-Lefèvre, chargé de projets, OBV RPNS
- Alexia Couturier, directrice générale adjointe, OBV RPNS

ÉCHANTILLONNAGE

- Stéphanie Massé, Chargée de projets, OBV RPNS
- Guillaume Gendreau-Lefèvre, Chargé de projets, OBV RPNS
- Louis-Mathis Fortin, Agent de projets, OBV RPNS
- Jennifer McDonald, Stagiaire, Municipalité de Lac-Tremblant-Nord
- Gary Littlejohn, Vice-Président, Association Lac Tremblant (ALT)
- Marie-Lise Langevin, Inspectrice municipale, Municipalité de Lac-Tremblant-Nord (1^{re} sortie)
- Christian Beaudoin, Technicien de la faune, MFFP (profil physico-chimique du 22 juillet 2021)

CARTOGRAPHIE

- Guillaume Gendreau-Lefèvre, chargée de projets, OBV RPNS
- Catherine Baltazar, coordonnatrice de projets, OBV RPNS

RÉDACTION DU RAPPORT

- Stéphanie Massé chargée de projets, OBV RPNS
- Guillaume Gendreau-Lefèvre, chargé de projets, OBV RPNS
- Catherine Baltazar, coordonnatrice de projets, OBV RPNS

RÉVISION

- Alexia Couturier, directrice générale adjointe, OBV RPNS

COMITÉ DE TRAVAIL EXTERNE À L'OBV RPNS

- Annette Pankrac, Présidente, Association Lac Tremblant (ALT)
- Gary Littlejohn, Vice-Président, Association Lac Tremblant (ALT)
- Marie-Lise Langevin, Inspectrice municipale, Municipalité de Lac-Tremblant-Nord
- Kim Meyer, Mairesse, Municipalité de Lac-Tremblant-Nord
- Vincent Causse, Directeur du service de l'environnement et du développement durable, Ville de Mont-Tremblant
- Jacques Graton, Administrateur sur le conseil d'administration, Préservation Lac Tremblant Nord et Propriétaire, Entreprise Jake Graton inc.
- Roxane Mainville et Evelyne Marcotte, Secrétaires – Administration, Préservation Lac Tremblant Nord
- Yves Delvallet, Président, Croisières Mont-Tremblant
- Sylvie Mayrand, Propriétaire, Centre Nau tique Pierre Plouffe
- Martin Savard, Propriétaire, Entreprise Pêche sur le lac Tremblant
- Karl Nolin, Propriétaire, La Pisciculture Mont-Tremblant
- Hugues Tennier, Responsable du service de la conservation et de l'éducation, Parc national du Mont-Tremblant – Sépaq
- Mélinda Lalonde, Biologiste, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP)
- Christine Tremblay, Chargée de projet environnement, Station Mont Tremblant
- Mélanie Matte et Billie-Jeanne Graton, Conseillères municipales district 2, Ville de Mont-Tremblant
- Pascal de Bellefeuille et Tyler Cook, Conseillers municipales district 1, Ville de Mont-Tremblant

PARTENAIRES FINANCIERS

- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)
- Municipalité de Lac-Tremblant-Nord

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation	i
Table des Matières	iii
Liste des figures	v
Liste des tableaux.....	vii
Liste des annexes.....	vii
Liste des acronymes.....	viii
Glossaire	ix
1 Introduction.....	14
1.1 Contexte.....	14
2 Méthodologie	15
2.1 Comité de travail du lac Tremblant.....	15
2.2 Sommaire des travaux réalisés	17
2.2.1 Acquisition de données existantes.....	17
2.2.2 Acquisition de nouvelles données	20
3 Portrait du bassin versant	26
3.1 Contexte géomorphologique, géologique et pédologique	29
3.2 Contexte climatique et domaine bioclimatique	31
3.3 Contexte hydrographique	31
3.4 Milieux humides	33
3.5 Contexte anthropique.....	35
3.5.1 Occupation du territoire.....	35
3.5.2 Potentiel de développement des activités anthropiques	40
3.5.3 Barrage et source d'eau potable.....	43
3.5.4 Activités de plaisance	43
3.6 Indice de connectivité des sédiments, érosion et ruissellement	46
4 Portrait du lac Tremblant	56
4.1 Morphologie du lac Tremblant.....	56
4.2 Temps de renouvellement de l'eau.....	58
4.3 Physico-chimie de l'eau de surface du lac et des tributaires	58
4.3.1 Contexte climatique	58
4.3.2 Physico-chimie de l'eau (2009-2020) et niveau trophique du lac	63
4.3.3 Physico-chimie de l'eau (2021)	71
4.4 Périphyton	96

4.5	Phytoplancton	99
4.6	zooplancton.....	100
4.7	Plantes aquatiques et macroalgues.....	101
4.8	Poissons	107
4.9	Bandes riveraines.....	107
4.10	Installations septiques	110
5	Diagnostic des problématiques	110
6	Plan d'action	117
6.1	Atelier participatif en lien avec le plan d'action de l'étude intégrée du lac Tremblant	117
6.2	Plan d'action	117
6.3	Suivi du plan du plan d'action	122
7	Conclusion	123
8	Remerciements.....	126
	Références	127
	Annexes	133

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les différents volets de l'étude intégrée de lac	14
Figure 2 : Les différents volets du plan d'action	15
Figure 3 : Calcul de l'indice de connectivité des sédiments	25
Figure 4 : Limites du bassin versant du lac Tremblant	27
Figure 5 : Contexte géographique du bassin versant du lac Tremblant	28
Figure 6 : Dépôts de surface dans le bassin versant du lac Tremblant	30
Figure 7 : Tributaires échantillonnés dans le cadre de cette étude	32
Figure 8 : Localisation des milieux humides à haute valeur écologique dans le bassin versant du lac Tremblant	34
Figure 9 : Occupation du territoire dans le bassin versant du lac Tremblant	37
Figure 10 : Affectation du territoire public dans le bassin versant du lac Tremblant	38
Figure 11 : Carte de zonage du Parc national du Mont-Tremblant (MFFP, 2000)	39
Figure 12 : Affectation du territoire dans le bassin versant du lac Tremblant	41
Figure 13 : Potentiel de développement au nord du lac Tremblant	42
Figure 14 : Plan de zonage au nord du lac Tremblant	42
Figure 15 : Représentation cartographique de la réglementation sur la navigation au lac Tremblant	45
Figure 16 : Indice de connectivité des sédiments avec le lac Tremblant (vue sur tout le bassin versant)	47
Figure 17 : Indice de connectivité des sédiments avec le lac Tremblant (vue sur le lac seulement)	48
Figure 18 : Indice de connectivité des sédiments avec le réseau hydrographique	49
Figure 19 : Exemples des types d'observations répertoriés	50
Figure 20 : Observations liées à l'érosion et au ruissellement - Secteur Ouest	54
Figure 21 : Observations liées à l'érosion et au ruissellement - Secteur sud	55
Figure 22 : Bathymétrie du lac Tremblant	57
Figure 23 : Précipitations totales mensuelles et température moyenne (moyenne mensuelle) enregistrées en 2021 et entre 2010-2020 à la station La Macaza #7033939	59
Figure 24 : Pluie totale quotidienne (mm) mesurée entre le 1er mai et 30 septembre 2021 à la station La Macaza #7033939	60
Figure 25 : Pluie totale quotidienne (mm) mesurée entre le 1er mai et 30 septembre 2021 à la station St-Jovite #703GDKB	61
Figure 26 : Exemple de dommages aux infrastructures routières sur le territoire de la Ville de Mont-Tremblant et la Municipalité de Lac-Supérieur, 30 juin 2021	62
Figure 27 : Lac Tremblant vu du ciel à la suite des précipitations reçues sur la région à la fin du mois de juin 2021	63
Figure 28 : Schématisation des niveaux trophiques d'un lac	64
Figure 29 : Exemples de sources anthropiques de phosphores	66
Figure 30 : Stations suivies dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) du MELCC depuis 2009	68
Figure 31 : Concentrations de phosphore total, de chlorophylle a, profondeur du disque de Secchi et concentration en carbone organique dissous mesurées aux stations 0480A et 0480B dans le cadre du RSVL entre 2009 et 2020	69
Figure 32 : Concentrations de phosphore total, de chlorophylle a, profondeur du disque de Secchi et concentration en carbone organique dissous mesurées aux stations 0480A et 0480B dans le cadre du RSVL entre 2009 et 2020	70
Figure 33 : Localisation des stations échantillonnées sur le lac Tremblant au cours de l'été 2021	72
Figure 34 : Concentrations en phosphore total mesurées aux différentes stations le 28 juin 2021	73
Figure 35 : Zoom sur les stations situées à proximité ou dans des milieux humides (T1, T17, T6, T7, T13)	78
Figure 36 : Bassin versant du complexe de milieux humides situé au sud du lac Tremblant	79

Figure 37 : Comparaison entres les concentrations de phosphore total mesurées dans les baies, la fosse du lac et les tributaire toutes dates confondues	80
Figure 38 : Comparaison entres les concentrations de phosphore total mesurées dans le lac (baie et fosse) et les tributaires aux quatre dates échantillonnées	81
Figure 39 : Concentration de phosphore total à chaque station toutes dates confondues (juin à septembre 2021)	82
Figure 40 : Phosphore total aux stations 1 et 17 de juin à septembre 2021	83
Figure 41 : Concentrations en matières en suspension (MES) aux 17 stations mesurées entre juin et septembre 2021	84
Figure 42 : Photo prise à la station 13, le 20 septembre 2021, date à laquelle la concentration de matières en suspension était de 4 mg/L.....	85
Figure 43 : Valeurs de turbidité mesurées en juin et en août 2021 aux 17 stations	86
Figure 44 : Conductivité spécifique mesurée en surface aux stations 1-17 en juin, juillet, août et septembre 2021	87
Figure 45 : Concentrations en chlorures mesurées en surface à 6 des 13 stations échantillonnées entre juin et septembre	89
Figure 46 : Concentrations en chlorures mesurées à la station 12 de 1996 à 2000 et en 2021	89
Figure 47 : Conductivité mesurée à la station 12 de 1993 à 2000 et en 2021	90
Figure 48 : Conductivité mesurée à la station 13 de 1993 à 2000 et en 2021. Le code de couleur indique la saison lors de l'échantillonnage.....	90
Figure 49 : Concentration de chlorures mesurée à la station 13 entre 1993 et 2021	91
Figure 50 : Schématisation du profil thermique et de la stratification thermique	92
Figure 51 : Profils de température réalisés en juin, juillet et août à la fosse (station 9) du lac Tremblant....	93
Figure 52 : Nombre de jours avec glace entre 1952 et 2017 et tendance linéaire	94
Figure 53 : Profil d'oxygène dissous mesuré entre juin et août 2021 à la fosse (station 9) du lac Tremblant	95
Figure 54 : pH en fonction de la profondeur en juin, juillet et août 2021	96
Figure 55 : Mesure du périphyton à l'aide du protocole du RSVL	97
Figure 56 : Suivi du périphyton dans 10 stations	98
Figure 57 : Épaisseur du périphyton moyenne (mm) mesurés à 10 stations en 2014, 2015 et 2016 par la Ville de Mont-Tremblant	98
Figure 58 : Changement dans la communauté de phytoplancton (% de la biomasse total) en fonction de la concentration de phosphore total dans l'eau (µg/L)	99
Figure 59 : Exemple de zooplancton, majoritairement des cladocères du genre Bosmina	100
Figure 60 : Zone de croissance potentielle des macrophytes dans le lac Tremblant	102
Figure 61 : Localisation des herbiers de plantes aquatiques	104
Figure 62 : Caractérisation des bandes riveraines au lac Tremblant, été 2021	109

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Membres du comité de travail de l'étude intégrée du lac Tremblant.....	16
Tableau 2 : Études et suivis réalisés au lac Tremblant.....	18
Tableau 3 : Variables mesurées dans le cadre du projet LACtion.....	21
Tableau 4 : Caractéristiques des types d'observations liées au ruissellement et à l'érosion.....	22
Tableau 5 : Source des données géomatiques utilisées pour la production des cartes thématiques	23
Tableau 6 : Observations de type « érosion/ruissellement ».....	51
Tableau 7 : Observations de type « site à risque »	53
Tableau 8 : Observations de type « ponceau problématique »	53
Tableau 9 : Caractéristiques du lac Tremblant	56
Tableau 10 : Critères de classement du niveau trophique des lacs, basé sur la moyenne estivale des valeurs.....	65
Tableau 11 : Étendue, médiane et moyenne des quatre paramètres suivis dans le cadre du RSVL entre 2009 et 2020 aux stations 0480A et 0480B	71
Tableau 12 : Date des prélèvements d'eau et de la collecte de données physico-chimiques en fonction de la date et de la station	74
Tableau 13 : Caractéristiques des 11 stations échantillonnées entre juin et septembre 2021	76
Tableau 14 : Espèces et groupes d'espèces de plantes aquatiques et autres organismes observés dans le lac Tremblant en 2018	105
Tableau 15 : Espèces capturées lors des pêches expérimentales réalisées entre 1993 et 2019	107
Tableau 16 : Définition des éléments diagnostic : forces, faiblesses, opportunité et menaces (FFOM) ..	110
Tableau 17 : Forces, faiblesses, opportunité et menaces (FFOM) du lac Tremblant et de son bassin versant	111
Tableau 18 : Participants à l'atelier participatif pour la création du plan d'action.....	117
Tableau 19 : Actions, responsables et échéanciers composant le plan d'action du lac Tremblant	118

LISTE DES ANNEXES

A1. Modélisation hydrographique	A1-1
A2. Aires de protection du site de prélèvement d'eau au lac Tremblant	A2-1
A3. Code environnemental et de courtoisie du lac Tremblant	A3-1
A4. Photos des observations relatives à l'érosion et au ruissellement	A4-1
A5. Photos des stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau	A5-1
A6. Résultats de qualité de l'eau.....	A6-1
A7. Profils de conductivité	A7-1
A8. Plancton autotrophe et hétérotrophe du lac Tremblant.....	A8-1
A9. Zooplancton	A9-1

LISTE DES ACRONYMES

CEHQ	Centre d'expertise hydrique du Québec
Chl α	Chlorophylle α
COD	Carbone organique dissous
CMH	Complexe de milieux humides
CRE	Conseil régional de l'environnement
FFOM	Forces, faiblesses, opportunités, menaces
ICS	Indice de connectivité des sédiments
pH	Potentiel hydrogène
LIDAR	Light Detection And Ranging, détection et télémétrie par ondes lumineuses (acronyme anglais)
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MES	Matières en suspension
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
MNT	Modèle numérique de terrain
MRC	Municipalité régionale de comté
OBV RPNS	Organisme de bassins versants des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon
OD	Oxygène dissous
PLTN	Préservation Lac Tremblant-Nord
PT	Phosphore total
RPEP	Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection
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

Absence d'oxygène

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.³

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.⁴

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 surfaces³.

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

¹ MELCC. Glossaire <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/sys-image/glossaire1.htm>

² MELCC. Le bassin versant : un territoire pour les rivières http://www.environnement.gouv.qc.ca/jeunesse/bassin_versant/glossaire.htm

³ CRE Laurentides (2001). Glossaire, Trousse de lacs, 2^e édition. https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/troussedeslacs/Carnet/glossaire.pdf

⁴ Ferlatte, M., Tremblay, Y., Rouleau, A., & Larouche, U. F. (2014). Définitions du Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES)

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, BENTHOS, 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.¹

DÉBIT

Volume de liquide s'écoulant à travers une section transversale d'un cours d'eau par unité de temps. Le débit s'exprime par exemple en L/s ou en m³/s⁴.

DÉPÔT GLACIAIRE

Sédiment glaciaire ou dépôt meuble formé de matériau transporté et déposé par les glaciers³.

ÉCOSYSTÈME - ÉCOSYSTÈME AQUATIQUE

Unité naturelle composée d'éléments vivants (biocénose) et non vivants (biotopie) qui interagissent afin de former un système stable dans lequel on observe un échange cyclique de matières entre les éléments vivants et non vivants¹.

ÉLÉMENTS 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 saison⁵.

ÉROSION

Arrachement et transport d'éléments du sol par l'eau courante, les glaciers, le vent et les vagues¹.

ÉTIAGE

Niveau minimal atteint par un cours d'eau ou un lac en période sèche⁴.

⁵ CRE Laurentides (2009) La stratification thermique, Trousse de lacs.
https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/troussedeslacs/Fiches/fiche_stratification.pdf

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 comblement⁶.

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 température⁶.

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.

HYPOXIE

Définit le 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.

HYPOLIMNION

Dans les lacs stratifiés (voir stratification thermique), couche d'eau profonde et plus froide, situé 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.

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 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 filtration¹.

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.

⁶ Pinay, G. et al. (2018). L'eutrophisation : Manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'Expertise scientifique collective. CNRS - Ifremer - INRA - Irstea (Édition Quae) <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/expertise-eutrophisation-synthese-148-p-2.pdf>

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 abondant⁵.

PÉRIPHYTON

Le périphyton désigne les algues microscopiques vivant à la surface des objets (roches, branches, piliers de quai, etc.) et des plantes submergées que l'on retrouve dans les cours d'eau et les lacs. 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 nutritives³.

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 évitées¹.

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 aquatique¹. 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.

PHOTOSYNTÈSE

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 développement¹.

PLANTE INDIGÈNE

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).

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 lumière¹.

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 dominé principalement par des macrophytes⁷.

ZONE PÉLAGIQUE, LACUSTRE OU LIMNÉTIQUE

Zone d'eau libre au-delà de la zone littorale⁷.

⁷ Kalf, J. (2002). Limnology : Inland Water Ecosystems (Prentice Hall).

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 entraîner 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. Le bassin versant étant le territoire, géographiquement délimité physiquement 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). 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., 2015).

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 1.

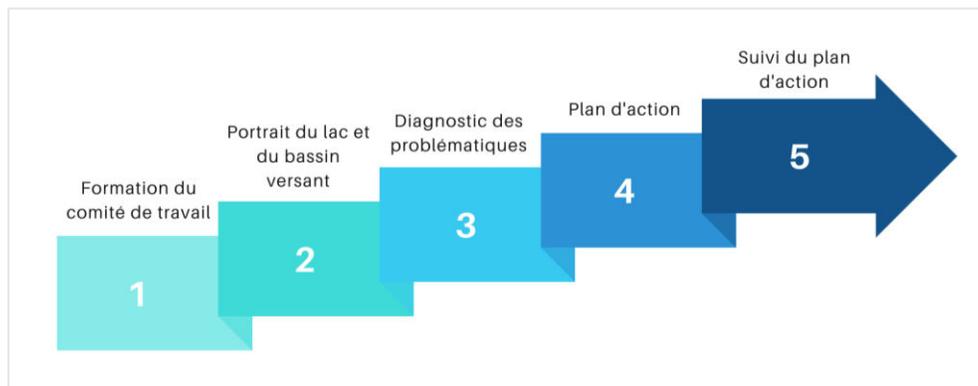


Figure 1 : Les différents volets de l'étude intégrée de lac

La présente étude a permis de :

- Mobiliser les intervenants concernés et former un comité de travail formé des représentants des différents groupes d'acteurs concernés par la santé du lac Tremblant;
- 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;
- Déterminer 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.

Ainsi, une étude intégrée de lac se veut un outil de réflexion qui permet de mieux connaître et comprendre les problèmes pouvant affecter un 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 2022 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 2 . Dans cette démarche, l'Organisme de bassins versants des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon (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 2 : Les différents volets du plan d'action

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 COMITÉ DE TRAVAIL DU LAC TREMBLANT

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 Tremblant. C'est pourquoi au printemps 2021, l'OBV RPNS a sollicité la participation de deux 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 27 mai 2021 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 2021. Une deuxième rencontre a eu lieu le 12 janvier 2022 et a permis de cocréer le plan d'action puis de définir le suivi de ce dernier.

Tableau 1 : Membres du comité de travail de l'étude intégrée du lac Tremblant

Nom	Secteur	Poste
Annette Pankrac	Association Lac Tremblant (ALT)	Présidente
Gary Littlejohn	Association Lac Tremblant (ALT)	Vice-Président
Hugues Tennier	Parc national du Mont-Tremblant - Sépaq	Responsable du service de la conservation et de l'éducation
Jacques Graton	Préservation Lac Tremblant Nord	Administrateur sur le conseil d'administration
	Entreprise Jake Graton inc.	Propriétaire
Karl Nolin	La Pisciculture Mont-Tremblant	Propriétaire
Kim Meyer	Municipalité de Lac-Tremblant-Nord	Mairesse
Marie-Lise Langevin	Municipalité de Lac-Tremblant-Nord	Inspectrice municipale
Martin Savard	Entreprise Pêche sur le lac Tremblant	Propriétaire
Mélanie Matte Billie-Jeanne Graton	Ville de Mont-Tremblant	Conseillère municipale, district 2
Pascal de Bellefeuille Tyler Cook	Ville de Mont-Tremblant	Conseiller municipal, district 1
Roxane Mainville Evelyne Marcotte	Préservation Lac Tremblant Nord	Secrétaire - Administration
Sylvie Mayrand	Centre Nautique Pierre Plouffe	Propriétaire
Vincent Causse	Ville de Mont-Tremblant	Directeur du service de l'environnement et du développement durable
Yves Delvallet	Croisières Mont-Tremblant	Président
Mélinda Lalonde	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP)	Biologiste
Christine Tremblay	Station Mont-Tremblant	Chargée de projet environnement

2.2 SOMMAIRE DES TRAVAUX RÉALISÉS

2.2.1 Acquisition de données existantes

Plusieurs études et suivis ont été réalisés sur le lac Tremblant, certains d'entre eux portant seulement sur la partie du lac située dans la Ville de Mont-Tremblant alors que d'autres portant sur l'ensemble du lac. Le lac Tremblant appartient également au *Réseau de surveillance volontaire des lacs* (RSVL) du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) depuis 2009. 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 (MELCC, s. d.). Dans le cadre du RSVL, deux stations sont suivies. Le Tableau 2 énumère la documentation disponible portant sur le lac Tremblant.

Tableau 2 : Études et suivis réalisés au lac Tremblant

Type	Titre	Auteurs ou responsable du programme	Année
Rapport	Étude limnologique du lac Tremblant	Arsenault et al. (EXXEP consultants)	1997
	Rapport-synthèse. Suivi de la qualité de l'eau. Avril 1993-Novembre 2000.	Tremblay (Station Mont Tremblant)	2001
	Plan directeur en environnement	Del Degan, Massé et associés inc	2003
	Inventaire des bandes riveraines et vérification des installations sanitaires au Lac Tremblant	Ville de Mont-Tremblant	2004
	Programme d'évaluation et de surveillance des lacs, rapport synthèse	BIOFILIA	2004
	Programme triennal de suivi des lacs de la ville de Mont-Tremblant, 2007	Del Degan, Massé et associés, en collaboration avec Pro Faune	2007
	Plan d'actions 2007-2008, programme Bleu Laurentides à Mont-Tremblant	Laniel (Conseil régional de l'environnement (CRE Laurentides) en collaboration avec Ville de Mont-Tremblant	2008
	Suivi des lacs de Mont-Tremblant - Programme quinquennal	GENIVAR	2012
	Projet de caractérisation des rives du Lac Tremblant, rapport d'échantillonnage - Été 2015	Mercier-Blais, S.	2016
	Suivi quinquennal de la qualité de l'eau des lacs de Mont-Tremblant	Groupe Hémisphere	2018
	Détection et identification des plantes aquatiques exotiques et indigènes dans les plans d'eau des Laurentides	CRE Laurentides	2019
	Reconstruction de l'évolution du niveau (2012-2019) du lac Tremblant à partir des données de l'usine de filtration en omettant les mois de novembre et décembre et Gestion du niveau d'autres lacs de la région par le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ)	Carignan, R.	2019
	Projet d'acquisition de données physicochimiques lac Tremblant	Ministère de L'Agriculture, des Pêcheries et de	2020

Type	Titre	Auteurs ou responsable du programme	Année
		l'Alimentation du Québec (MAPAQ)	
	Analyse de la vulnérabilité de la source pour le prélèvement d'eau de surface n°X0008875-1 (données non publiques)	Akifer	2021
	État de situation du touladi au lac Tremblant – Bilan des inventaires de 1993 à 2019	MFFP	2021
	Caractérisation des installations septiques sur le territoire de Mont-Tremblant (données non publiques)	Groupe Hémispheres	2010-2012
Programme de suivi	Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)	MELCC	2009-2021
	Inventaire et recouvrement des herbiers aquatiques	Ville de Mont-Tremblant	2018
	Suivi du périphyton dans le cadre du RSVL	Ville de Mont-Tremblant	2014-2016

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 2021, entre les mois de juin et septembre afin d'acquérir de nouvelles données sur le lac Tremblant et son bassin versant. Ces données comprennent : (1) la physico-chimie de l'eau et des tributaires, (2) la caractérisation des sites d'érosion et (3) la caractérisation des bandes riveraines.

2.2.2.1.1 Physico-chimie de l'eau et des tributaires

L'eau du lac Tremblant et de ses tributaires a été échantillonnée en moyenne toutes les quatre semaines entre le mois de juin et septembre 2021. Les stations d'échantillonnage ont été sélectionnées en concertation avec le comité de travail afin de couvrir l'hétérogénéité spatiale au sein du lac, du point de vue de la végétation, de la profondeur, de l'occupation du bassin versant ainsi que la qualité de l'eau de certains tributaires.

Le Tableau 3 résume les variables mesurées dans le cadre de l'échantillonnage du lac Tremblant et de ses tributaires entre le mois de juin et septembre 2021. Les méthodes de prélèvement sont décrites dans les sections suivantes.

Tableau 3 : Variables mesurées dans le cadre du projet LACtion

Types	Variables
Général	Heure
	Coordonnées géographiques
	Transparence avec un disque de Secchi (m)
Physico-chimie (sonde multiparamètres)	Profondeur (m)
	Température (°C)
	Oxygène dissous (mg/L)
	Conductivité spécifique (µS/cm)
	pH
	Turbidité (UTN ⁸)
Chimie (analyse d'eau en laboratoire)	Phosphore total (PT) (µg/L)
	Matières en suspension (MES) (mg/L)
	Chlorures (Cl) (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 de Secchi 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 YSI ProDSSI le 28 juin et 24 août 2021 et une sonde multiparamètres YSI 600QS le 22 juillet 2021. 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 (PT), de la chlorophylle *a* (Chl *a*), du carbone organique dissous (COD), des chlorures et des matières en suspension (MES) 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 prélèvements en profondeur (dans le métalimnion et l'hypolimnion) ont été réalisés au moyen d'une bouteille Van Dorn horizontale de 2,2 L. Les échantillons

⁸ La turbidité se mesure en unités de turbidité néphalométriques (UTN). L'instrument qui mesure la turbidité envoie un rayon de lumière à travers un échantillon d'eau et mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par les particules dans l'eau (Gestion des ressources hydriques Manitoba et Santé Manitoba, s. d.)

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 MELCC ont récemment démontré que cette méthode contribue à produire des résultats plus bas que la concentration réelle (MELCC, s. d.). 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. Le laboratoire H2Lab devrait prochainement offrir des analyses avec ce nouveau protocole.

2.2.2.1.2 Caractérisation des foyers d'érosion et traces de ruissellement

L'identification des sites d'érosion a été réalisée le 22 juillet, 30 juillet et le 2 août 2021. Les routes situées dans la première couronne entourant le lac ont été parcourues à pied ou en voiture.

Dans le cas du lac Tremblant, il s'agit des chemins suivants :

- Lac Tremblant N.
- Thomas-Robert
- De la Chapelle
- Duplessis
- De L'ermite
- Desmarais
- Une partie du chemin du Village
- Rues Viau, Franceschini et Cuttle
- Montée Ryan
- Impasse des cascades

Les caractéristiques définissant les types d'observations recensées sont décrites au Tableau 4. Pour chaque observation, un point GPS et une photo étaient saisis.

Tableau 4 : Caractéristiques des types d'observations liées au ruissellement et à l'érosion

Type d'observation	Caractéristiques identifiées
Érosion/ruissellement	<ul style="list-style-type: none"> - Creusement dans le sol par ruissellement (rigole, sillon, etc.) - Sur route pavée : bitume érodé ou effondré - Sur route non pavée : disposition de matériaux (cailloux, roches, sable) permettant de constater les zones d'écoulement de l'eau lors des pluies - Racines des végétaux exposées (racines à nu)
Site à risque	<ul style="list-style-type: none"> - Forte pente et/ou sol à nu ou peu végétalisé sans que des signes de ruissellement soient visibles
Ponceau problématique	<ul style="list-style-type: none"> - Accumulation de sédiments à la sortie du ponceau - Signes d'érosion (affaissements, racines à nu, rigoles) autour du ponceau

2.2.2.1.3 Caractérisation des bandes riveraines

La caractérisation des bandes riveraines a été effectuée par un membre de l'OBV RPNS et la stagiaire de la municipalité de Lac-Tremblant-Nord le 16 et 21 juillet 2021 à bord d'une embarcation en suivant le *Protocole de caractérisation de la bande riveraine* élaboré dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) (MDDEP et CRE Laurentides, 2009).

2.2.2.2 Cartographie

Plusieurs cartes ont été réalisées afin de dresser le portrait et le diagnostic du lac Tremblant. Les données utilisées pour leur production sont disponibles au

Tableau 5. 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
- Bathymétrie du lac avec les données numériques du CRE Laurentides et Richard Carignan
- Dépôts de surface
- Priorisation des milieux humides (données préliminaires fournies par Conservation de la nature Canada pour le Plan régional des milieux humides et hydriques de la MRC des Laurentides)
- Localisation des types de milieux humides
- Utilisation du territoire
- Affectation du territoire
- Représentation graphique de la caractérisation des bandes riveraines
- Zone de croissance potentielle des macrophytes, basée sur la zone littorale avec une profondeur inférieure à 6 m
- Bassins versants des tributaires échantillonnés
- Foyers d'érosion, traces de ruissellement et secteurs susceptibles de contribuer à la sédimentation du lac et des cours d'eau.

Tableau 5 : Source des données géomatiques utilisées pour la production des cartes thématiques

Élément cartographié	Sources	Notes
Bassin versant, réseau hydrographique	(Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), 2019)	Modélisation à partir des données dérivées du LiDAR
Bathymétrie	(CRE Laurentides et Carignan, 2012)	Extrapolation à partir des données d'isobathes
Dépôts de surface	(Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), 2017)	Dérivé des données écoforestières
Milieux humides (priorisation)	(Conservation de la Nature Canada, 2021)	Exercice effectué pour le diagnostic du PRMHH de la MRC des Laurentides
Milieux humides (localisation)	(Canards Illimités Canada, 2020)	

Élément cartographié	Sources	Notes
Lacs	(Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2020)	Géobase du réseau hydrographique du Québec
Utilisation du territoire, affectation du territoire, division cadastrales	(MRC des Laurentides et Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), 2021)	
Routes	(Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2019)	AQ réseau+
Limites municipales	(Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) et Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), 2018)	

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 des tributaires du lac. 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 (voir Annexe 1 pour plus de détails). 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 : aire de drainage de 2,25 ha à 25 ha
- Cours d'eau permanent : aire de drainage de 25 ha et plus

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 de Borselli et al., 2008 et de Cavalli et al., 2013. Le concept général est illustré à la Figure 3. 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).

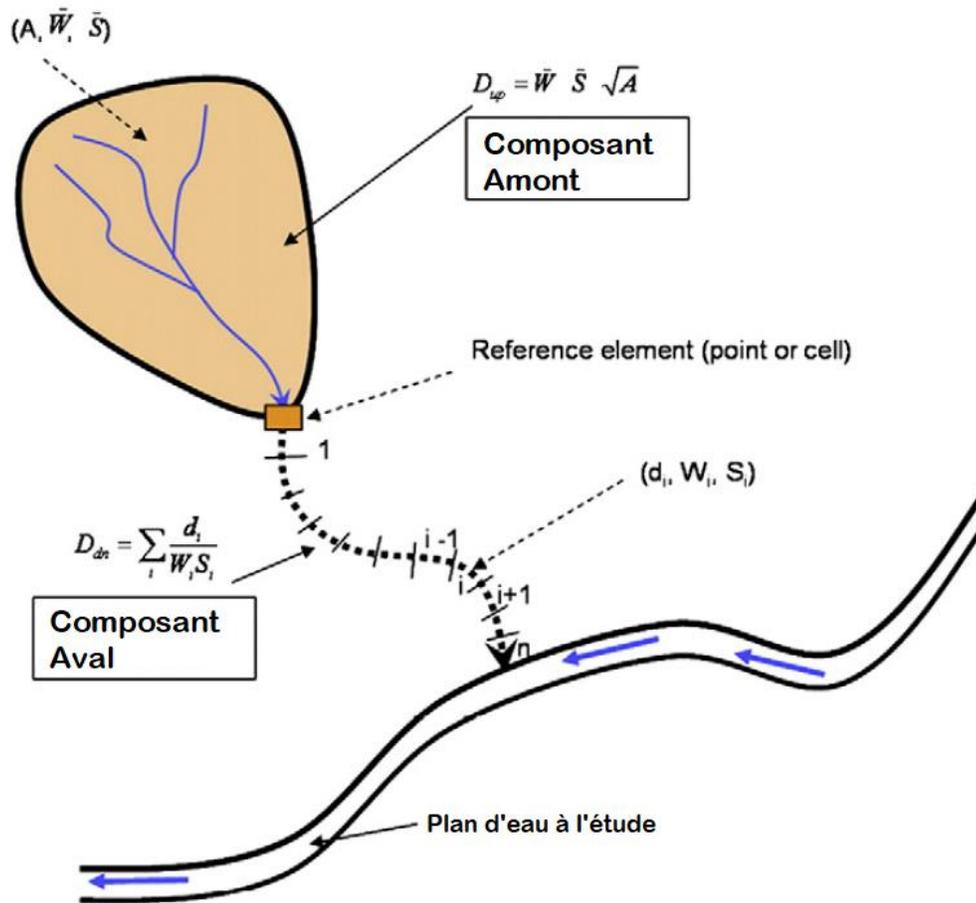


Figure 3 : Calcul de l'indice de connectivité des sédiments

*Image de (Borselli, Cassi et Torri, 2008)

La méthodologie pour calculer l'ICS avec le logiciel ArcGIS Pro et les données disponibles sur le territoire de l'OBV RPNS a été développée par Guérolé 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 (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (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 (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2017)) :

- Milieux humides : 1
- Surfaces anthropiques : 6
- Terres agricoles : 5
- Forêts : 2
- Opérations forestières : 5
- Arbustes, 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.

Une catégorie spéciale a été attribuée aux pentes de ski de la Station Mont Tremblant. Le jeu de données d'utilisation du territoire a classifié ce secteur en utilisation anthropique, ce qui avait pour effet probable de surestimer son imperméabilisation. Comme les pentes de ski peuvent quand même permettre un certain niveau d'infiltration de l'eau de ruissellement, un poids de 4 leur a été attribué, et un poids de 2 a été concédé aux massifs forestiers entre les pentes.

Afin de 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 deux milieux récepteurs d'intérêt :

- Le lac Tremblant seulement afin de connaître les secteurs les plus susceptibles d'apporter des sédiments dans le lac spécifiquement ;
- 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.

3 PORTRAIT DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant du lac Tremblant est d'une superficie 232,7 km², dont 9,67 km² sont occupés par le lac. Le territoire couvert par le bassin versant s'étend sur les municipalités de Mont-Tremblant, Lac-Tremblant-Nord, Labelle, Lac-Supérieur, La Macaza et du territoire non organisé de la Baie-des-Chaloupes, dans les municipalités régionales de comté (MRC) des Laurentides et d'Antoine-Labelle. Au niveau hydrologique, il se situe dans le bassin versant de la rivière Rouge. Les limites du bassin versant peuvent être visualisées à la Figure 4 alors que le contexte géographique de l'étude peut être visualisé à la Figure 5.

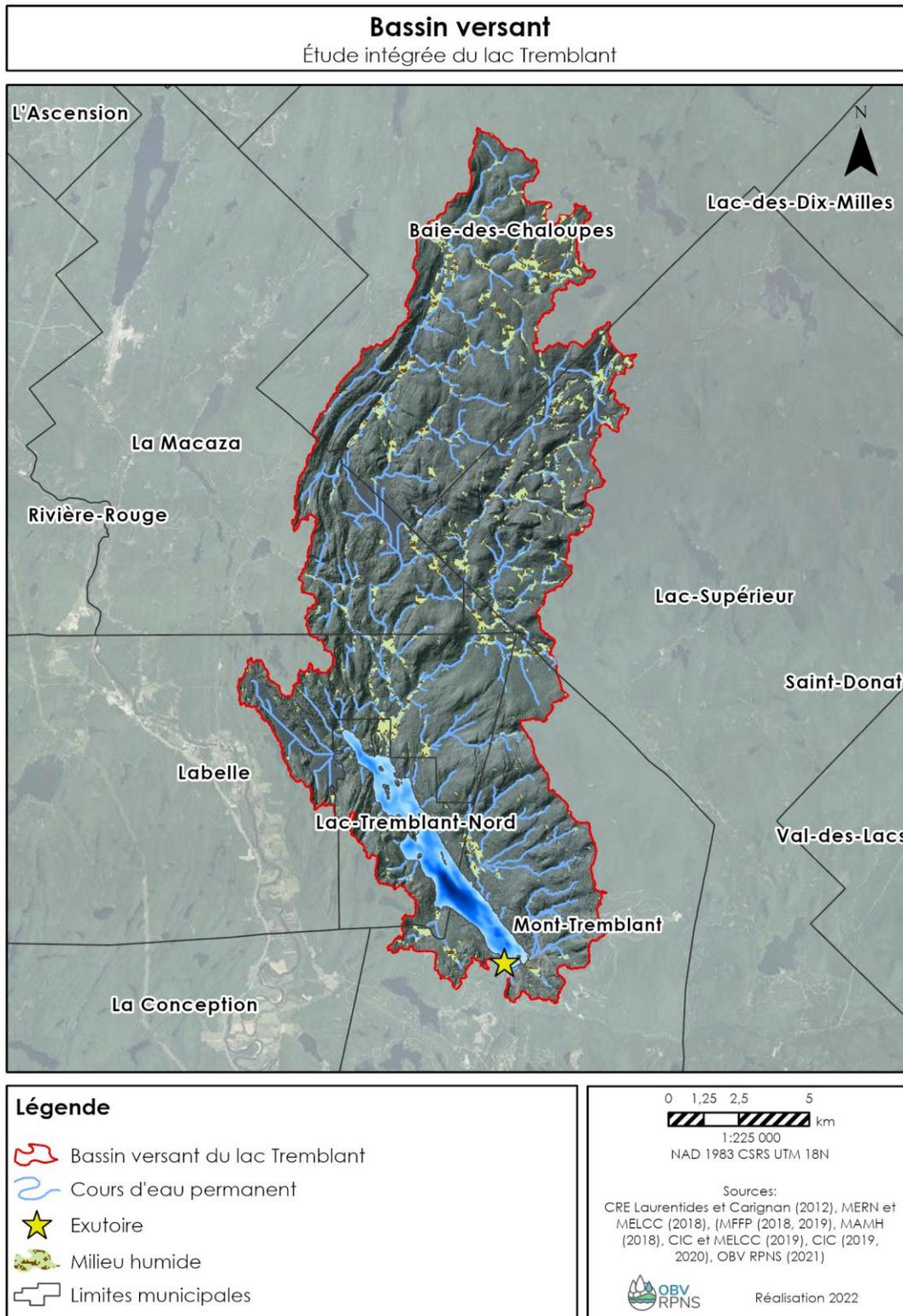


Figure 4 : Limites du bassin versant du lac Tremblant

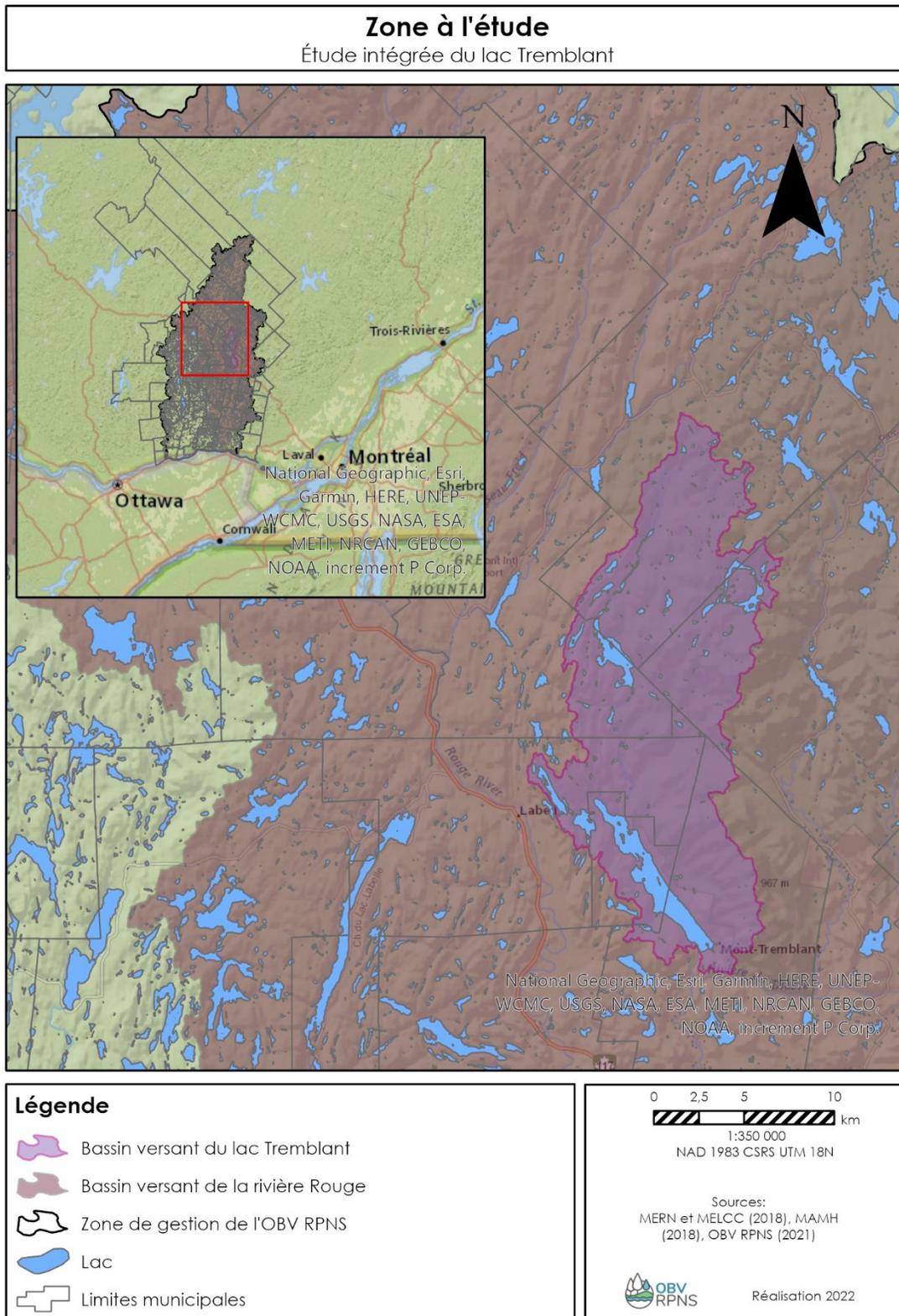


Figure 5 : Contexte géographique du bassin versant du lac Tremblant

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 structurale 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 Tremblant sont illustrés à la Figure 6. Le bassin versant du lac Tremblant est principalement recouvert de dépôts glaciaires sans morphologie particulière, mais souvent associés aux massifs montagneux et dépôts de roc et d'affleurements rocheux. Ce type de dépôts de surface est généré par le passage des glaciers (OQLF, 2013). Le principal type de dépôts glaciaires trouvés sur le territoire à l'étude sont des dépôts de loam, qui sont généralement des sols bien drainés. Quelques dépôts fluvioglaciaires et organiques sont également présents dans le bassin versant.

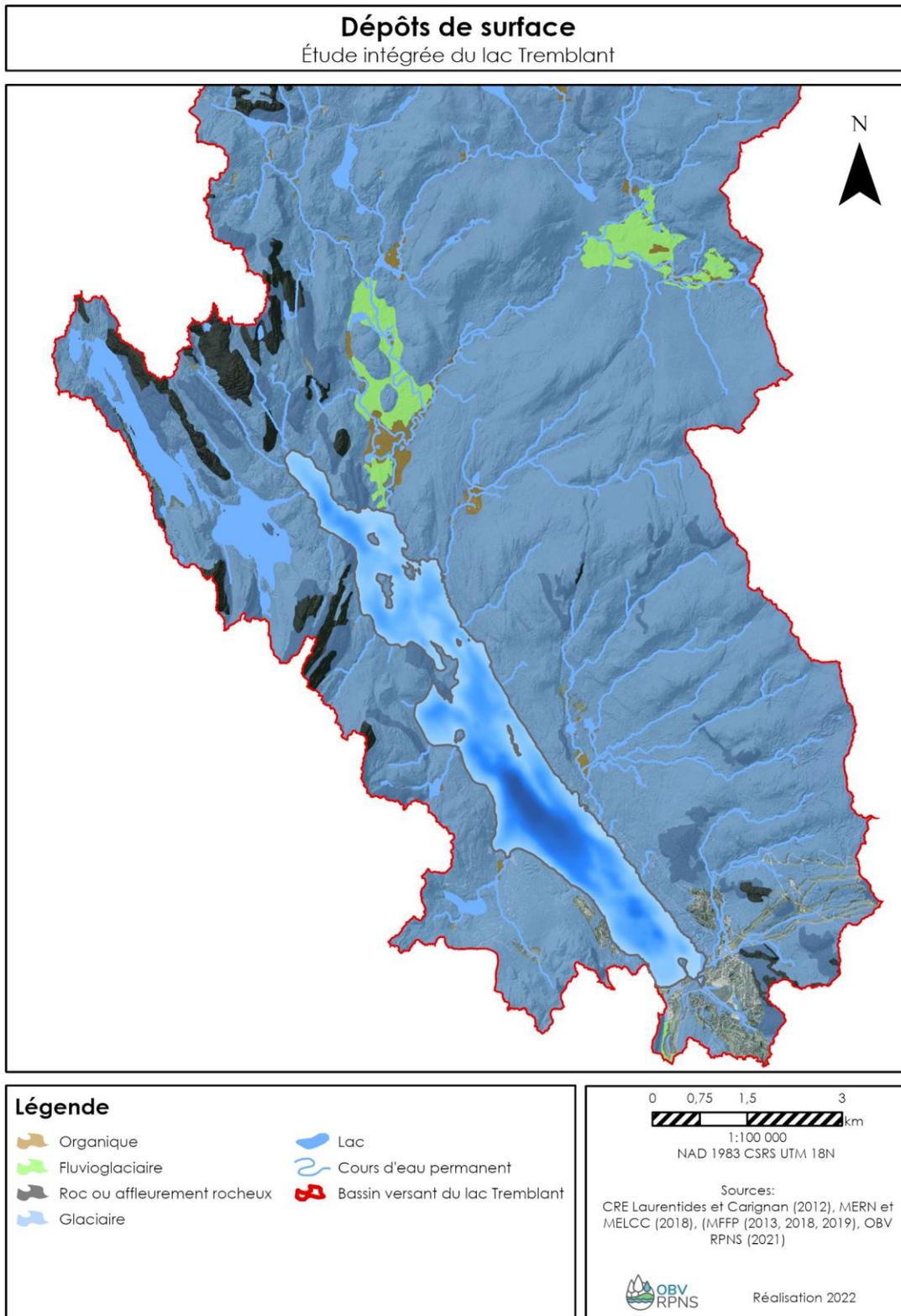


Figure 6 : Dépôts de surface dans le bassin versant du lac Tremblant

3.2 CONTEXTE CLIMATIQUE ET DOMAINE BIOCLIMATIQUE

Il existe trois types de climats au Québec, et celui associé au bassin versant du lac Tremblant est le climat continental froid humide. Ce climat du sud de la province se définit par une température annuelle moyenne en-dessous du point de congélation, des précipitations à longueur d'année et un été chaud (MELCC, 2021f).

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 Tremblant se trouve dans la province naturelle des Laurentides méridionales. La température au sud de cette province naturelle se dit clémente. La température minimum moyenne atteinte est de $-0,2\text{ °C}$ et de $4,2\text{ °C}$ pour la température maximum moyenne (MELCC, 2021a).

Pour ce qui est des températures spécifiques au secteur du lac Tremblant, les données utilisées sont celles prises à la station météorologique d'Environnement Canada à La Macaza entre 1981 et 2010, située à un peu moins de 15 km du lac Tremblant. La quantité de pluie annuelle moyenne enregistrée entre 1981 et 2010 est de 828,4 mm et la quantité de neige est de 200,5 cm. La température moyenne annuelle est 4 °C . Puis, pour les températures moyennes annuelles minimum et maximum, elles sont de $-2,1\text{ °C}$ et 10 °C respectivement (Environnement Canada, 2016).

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 Tremblant fait partie de 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 dominant. Le hêtre à grandes feuilles, le chêne rouge et la pruche du Canada sont également des espèces d'arbres fréquentes dans le domaine (MFFP, 2003). Plus précisément à l'intérieur des limites du bassin versant du lac Tremblant, le type de couvert de végétation est constitué majoritairement de peuplements de feuillus et de peuplements mixtes.

3.3 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

À partir des données dérivées du LiDAR, une modélisation hydrographique a été réalisée et a permis d'identifier plusieurs tributaires permanents au lac Tremblant. Les tributaires échantillonnés dans le cadre de cette étude ainsi que le territoire drainé par chacun d'eux peuvent être visualisés sur la Figure 7.

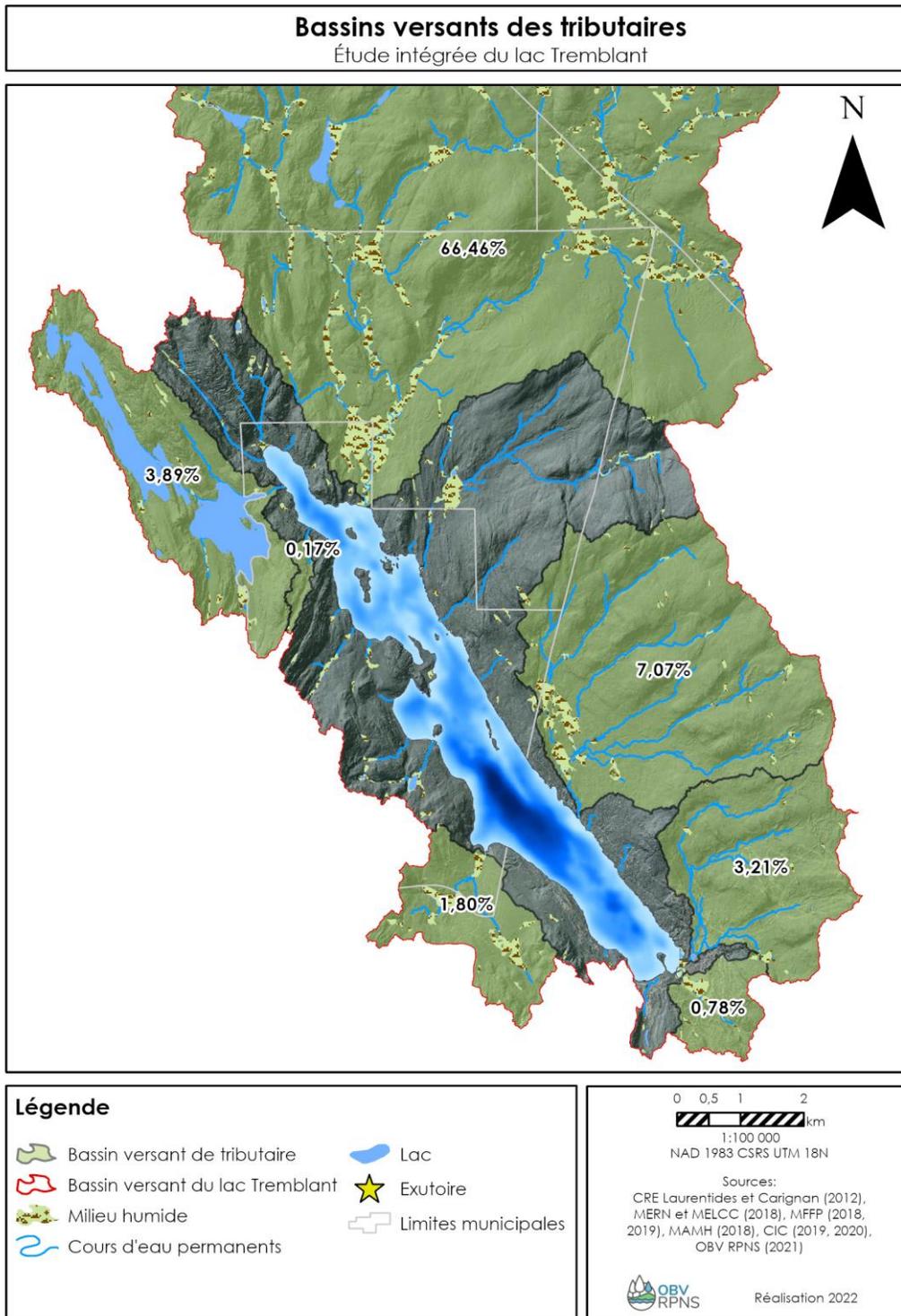


Figure 7 : Tributaires échantillonnés dans le cadre de cette étude

*Le pourcentage associé à chaque bassin versant de tributaire est le pourcentage par rapport au bassin versant total du lac Tremblant.

La densité de drainage du réseau hydrographique indique 3,95 kilomètres de tributaires pour chaque kilomètre carré du bassin versant du lac Tremblant. Il est généralement considéré qu'une densité de drainage supérieure à 2,5 km/km² correspond à un bassin versant bien drainé (Horton, 1945). Cela pourrait également indiquer que le réseau hydrographique est ramifié, c'est-à-dire qu'il y a un grand réseau de tributaires et de sous-tributaires en amont du lac.

En ce qui concerne le ratio de drainage, soit le ratio entre la superficie du bassin versant et celle du plan d'eau, une valeur de 24,06 est obtenue au lac Tremblant. Il est généralement considéré qu'un ratio de drainage supérieur à 10 correspond à des apports naturels en phosphore et en COD élevés (CRE Laurentides, 2013b). Ainsi, à l'état naturel, le lac Tremblant est susceptible d'être enrichi par le phosphore et le COD du bassin versant provenant des eaux de ruissellement, puisque l'eau ruisselle sur de longues distances avant d'atteindre le lac.

3.4 MILIEUX HUMIDES

Sur la Figure 8, il est possible de visualiser l'emplacement des milieux humides dans le bassin versant du lac Tremblant. Environ 8 % du bassin versant est constitué de milieux humides. Conservation de la Nature Canada a effectué un exercice de priorisation des milieux humides pour la conservation dans la MRC des Laurentides (Conservation de la Nature Canada, 2021). Cette priorisation est basée uniquement sur des critères environnementaux. Environ 90 % des milieux humides dans le bassin versant seraient de priorité 1, 6 % de priorité 2 et 3 % de priorité 3. Les critères ayant servi à la priorisation des complexes de milieux humides (CMH) sont les suivants :

- Critère 1 : CMH à l'intérieur ou à proximité d'une aire protégée (publique ou privée) ou d'un site de conservation volontaire.
- Critère 2 : CMH est à l'intérieur d'un habitat d'écosystèmes forestiers exceptionnels publics ou privés.
- Critère 3 : CMH inclut un habitat avec occurrence variable d'espèce faunique ou floristique désignée au provincial à haute valeur de conservation.
- Critère 4 : CMH inclut d'autres habitats fauniques à haute valeur de conservation.
- Critère 5 : CMH est un site d'intérêt régional selon le Schéma d'aménagement et de développement et les connaissances de la MRC et des municipalités.
- Critère 6 : CMH est considéré un écosystème unique ou rare selon la combinaison des différents types de milieux humides à l'échelle de la MRC.
- Critère 7 : CMH inclut dans un corridor écologique identifié par les études de l'Université de Montréal, d'Éco-Corridors laurentiens et de Conservation de la Nature Canada.
- Critère 8 : CMH est retenu dans l'Atlas des milieux naturels pour la conservation dans les Laurentides méridionale

Il est important de mentionner que la majorité des milieux humides à l'est et nord-est du lac Tremblant serait de priorité 1 en raison de leur proximité avec le Parc national du Mont-Tremblant puisque selon le critère 1, un CMH situé à l'intérieur d'une aire protégée obtient automatiquement la priorité 1.

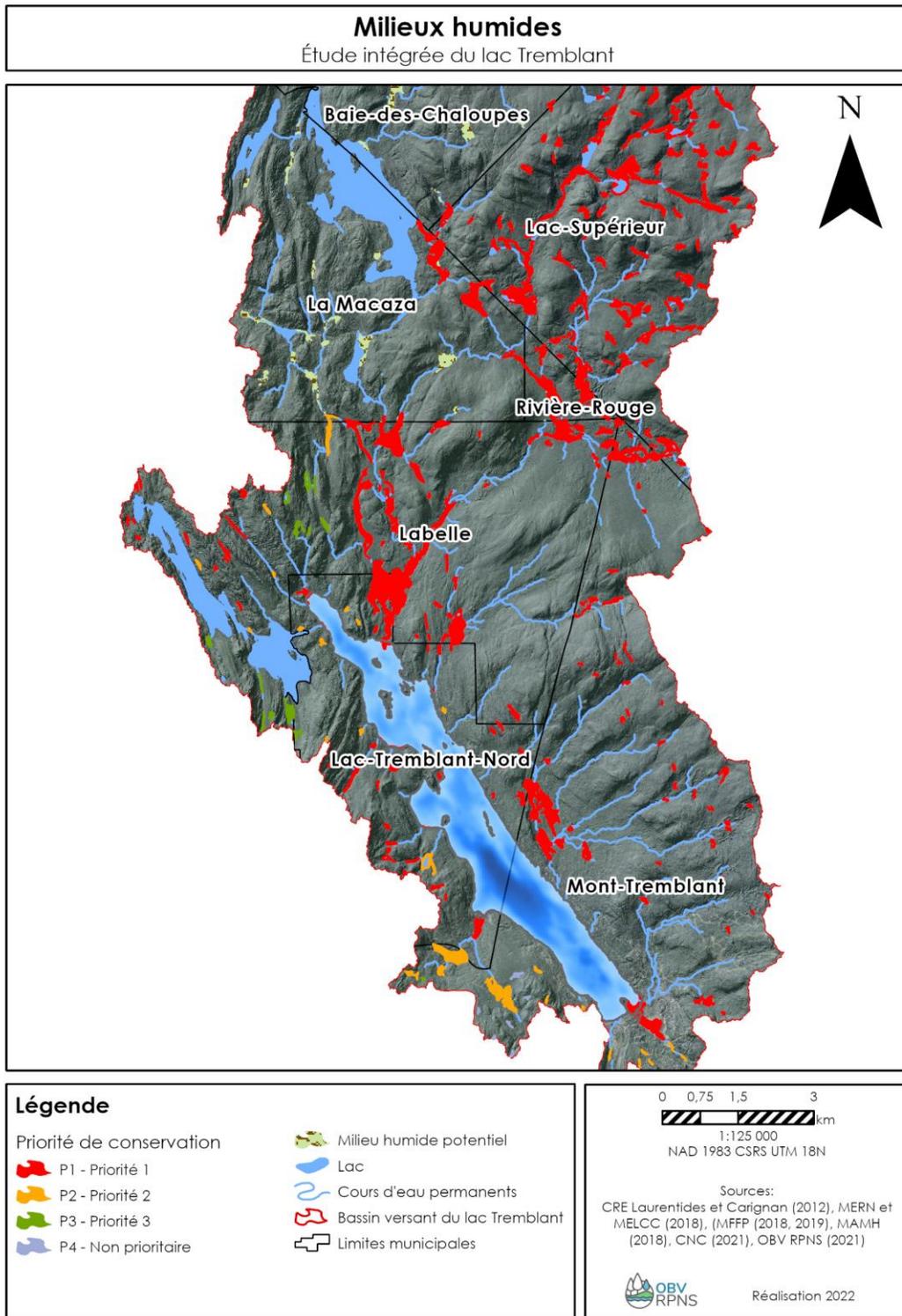


Figure 8 : Localisation des milieux humides à haute valeur écologique dans le bassin versant du lac Tremblant

3.5 CONTEXTE ANTHROPIQUE

3.5.1 Occupation du territoire

La Ville de Mont-Tremblant est l'une des destinations les plus populaires des Laurentides, notamment en raison de ses plans d'eau et de la station de ski. Au total, on y compte environ 10 500 résidents permanents, 10 000 villégiateurs et plus de 3 000 000 de visiteurs annuellement (Communication personnelle, Vincent Causse, 2021). La municipalité de Lac-Tremblant-Nord, située au nord de la Ville de Mont-Tremblant, compte, quant à elle, 55 résidents permanents et 184 résidents saisonniers (classifiés « villégiature ») (communication personnelle, Josée Roy, 13-12-2021).

On compte deux associations de riverains : l'association du lac Tremblant qui compte, en 2021, 129 membres et 12 administrateurs au conseil d'administration (Communication personnelle, Annette Pankrac, 2021) et l'association Préservation Lac-Tremblant-Nord (PLTN). L'association Préservation Lac-Tremblant-Nord administre notamment la marina du lac Tremblant sur le territoire de la municipalité de Lac-Tremblant-Nord et sa station de lavage.

La Figure 9 montre l'utilisation actuelle du territoire dans le bassin versant du lac Tremblant (donnée de 2018). Le pourtour du lac est principalement utilisé par des terrains résidentiels ou non exploités. La majorité de la partie sud du lac est occupée par des activités commerciales, des résidences de villégiature et par la station touristique Mont Tremblant. À noter qu'un important chantier de construction était en cours lors de cette étude, au sud-ouest du lac, pour la construction d'un projet immobilier de 72 condominiums (LAGO Tremblant).

La majorité du bassin versant du lac Tremblant se trouve en territoire public. La Figure 10 montre les différentes affectations de ce territoire. L'utilisation des ressources, comme l'exploitation forestière, est permise dans les zones au nord et à l'ouest avec l'affectation « utilisation multiple ». Les zones avec l'affectation « protection » ont pour objectif de sauvegarder les lacs d'observation aux fins d'interprétation des tendances causées par des phénomènes climatiques ainsi que l'habitat du cerf de Virginie. Le territoire situé à l'intérieure des limites du Parc national du Mont-Tremblant représente environ 69 % de la superficie du bassin versant du lac Tremblant et est, quant à lui, en « protection stricte ». Cette affectation permet de préserver le territoire et ses écosystèmes forestiers tout en le rendant accessible au public à des fins d'éducatives et de récréation.

La Figure 11 montre le zonage du Parc national du Mont-Tremblant. Une partie de la rivière Cachée se situe dans la zone de préservation P1. Le territoire du Parc comprend également la Station Mont Tremblant, dont l'organisme gestionnaire est détenteur d'un bail de superficie conclu avec le Ministère (MFFP, s. d.).

Certaines activités anthropiques dans le lac Tremblant ou son bassin versant pourraient affecter la qualité de l'eau du lac :

- Navigation d'embarcations à moteurs :
 - Matières en suspension
 - Hydrocarbures pétroliers, huiles, graisses
 - Risque d'introduction d'espèces exotiques envahissantes
- Routes et stationnements
 - Matières en suspensions
 - Sels de voirie (chlorure de sodium) et abrasif, abat-poussières

- Hydrocarbures pétroliers, huiles, graisses
- Résidences non connectées au réseau d'égout municipal
 - Coliformes fécaux
 - Nutriments (phosphore et azote)
- Centre de ski alpin
 - Production de neige artificielle (nitrites et nitrates)
 - Apport de sédiment
- Entretien des terrains de golf et des pelouses sur les propriétés privées
 - Nutriments (phosphore et azote)
 - Pesticides
 - Herbicides

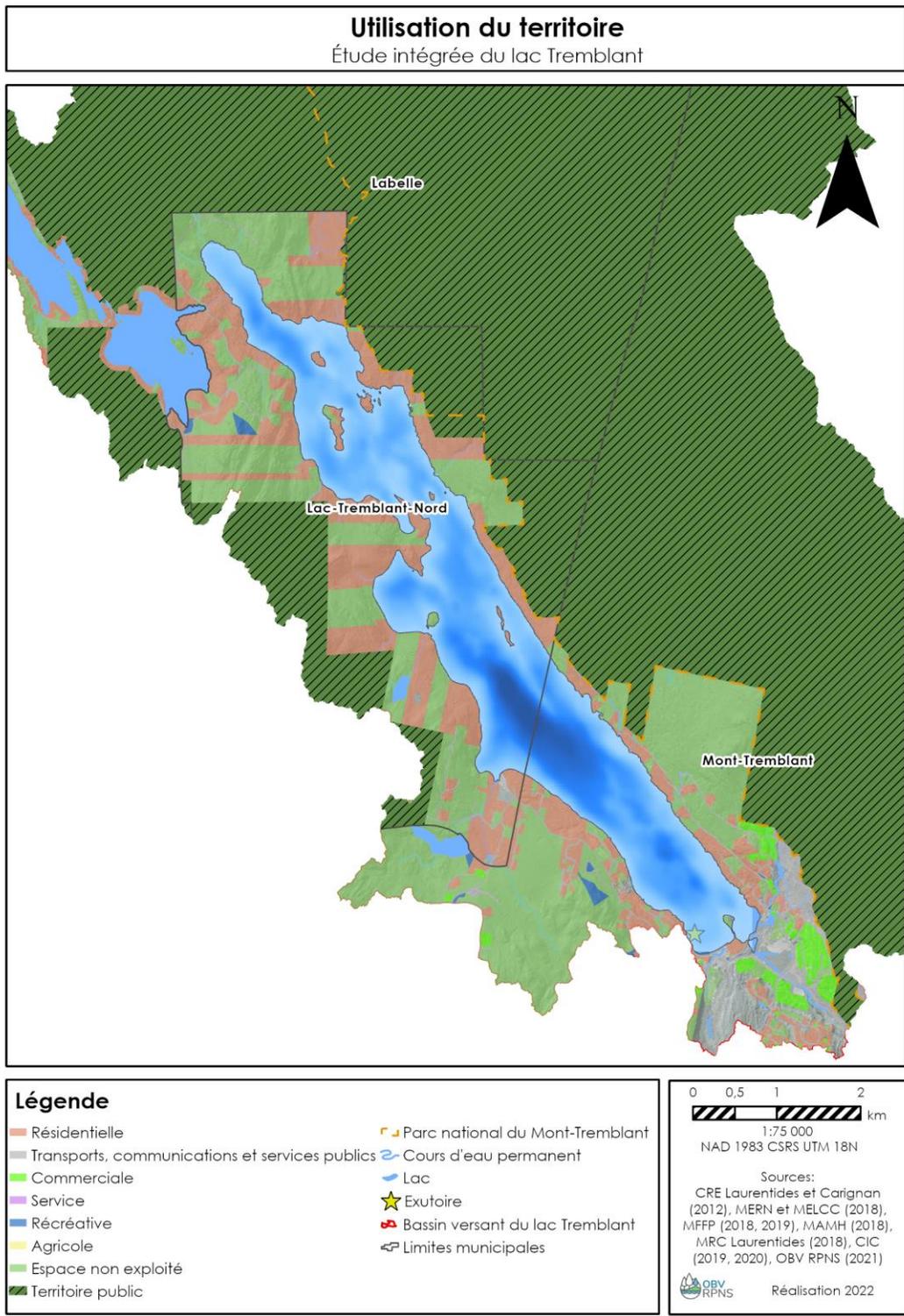


Figure 9 : Occupation du territoire dans le bassin versant du lac Tremblant

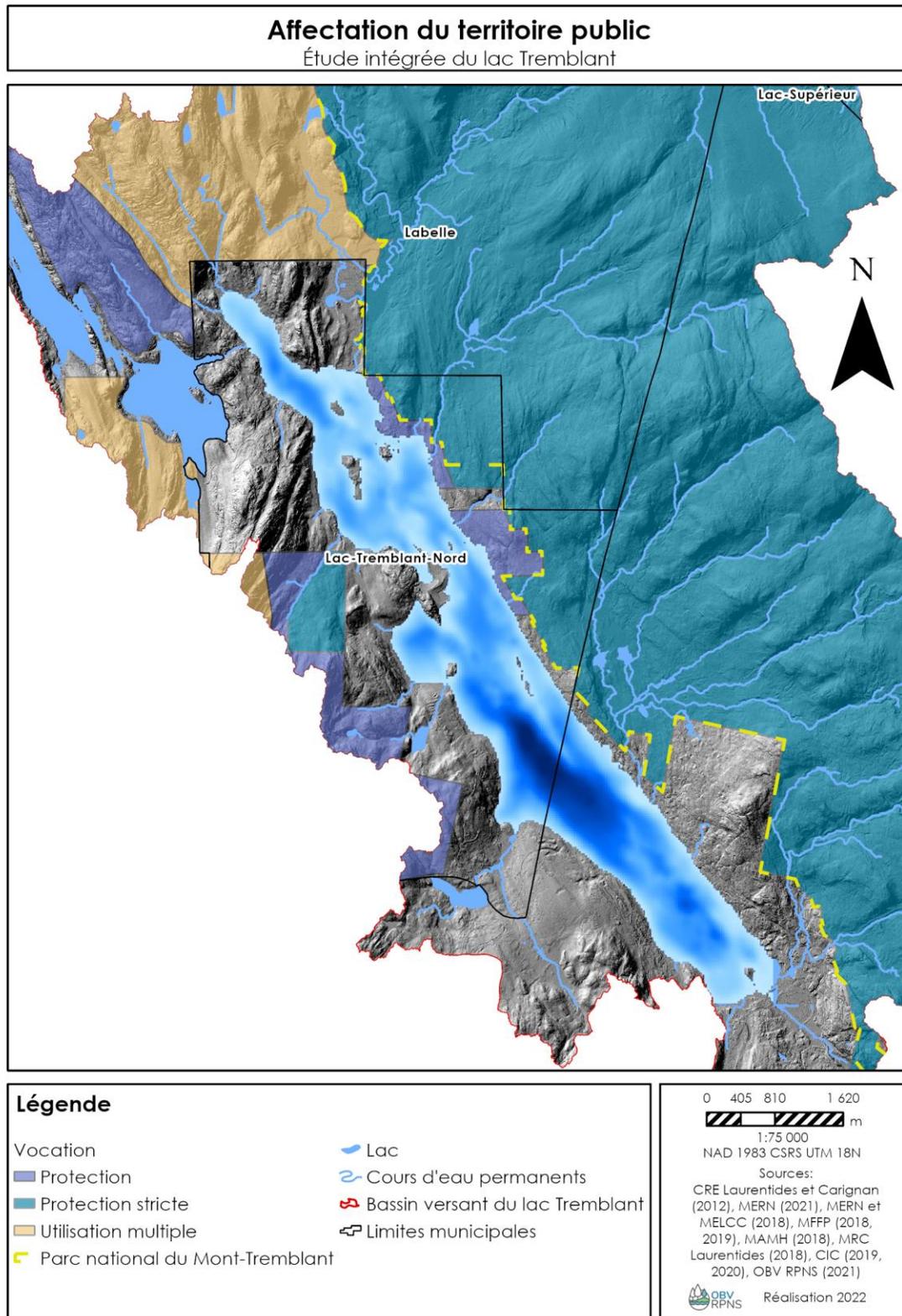


Figure 10 : Affectation du territoire public dans le bassin versant du lac Tremblant

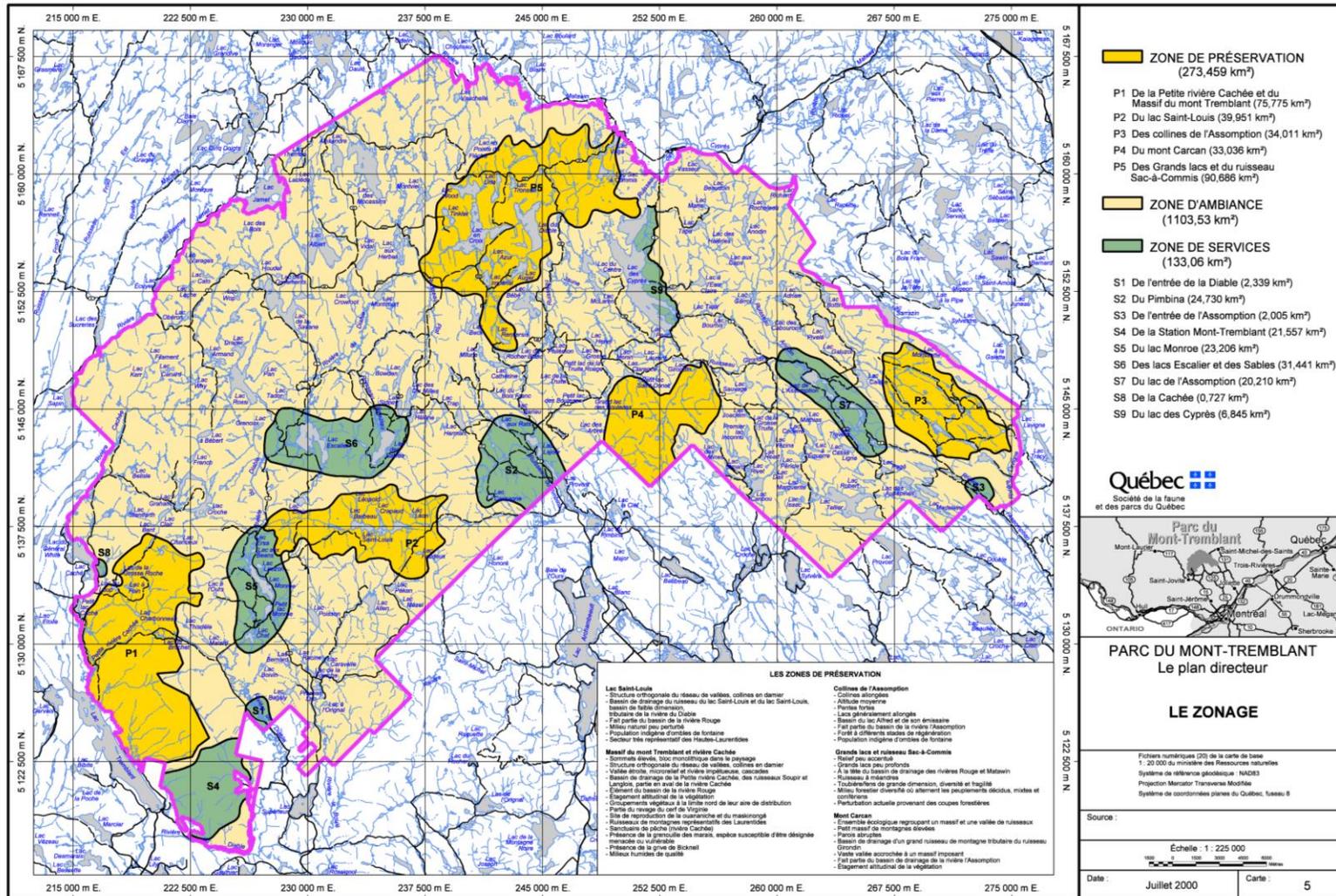


Figure 11 : Carte de zonage du Parc national du Mont-Tremblant (MFFP, 2000)

3.5.2 Potentiel de développement des activités anthropiques

La Figure 12 montre les différentes affectations du territoire pour le bassin versant du lac Tremblant. La partie est du lac est protégée par le Parc national du Mont-Tremblant (zoné Récréation ou Récréation et conservation) alors que le pourtour du lac est zoné Villégiature, ce qui signifie que le développement immobilier est permis.

Sur le territoire de la ville de Mont-Tremblant, les secteurs zonés « touristique faunique », « villégiature faunique » permettent le développement avec certaines restrictions afin de protéger l'habitat de la faune. Par exemple, la superficie minimale d'un terrain pour permettre la construction d'une habitation est plus grande dans ces zones dans le but de préserver au maximum l'habitat de la faune. De plus, la Ville de Mont-Tremblant est présentement dans une démarche de révision majeure de sa réglementation municipale afin d'en arriver à une refonte de son plan d'urbanisme (Ville de Mont-Tremblant, s. d.). Cette démarche se fait de façon graduelle, de concert avec la démarche de changement du schéma d'aménagement de la MRC des Laurentides (Communication personnelle, Vincent Causse, 11 janvier 2022).

La Figure 13 illustre le potentiel de développement au nord du lac Tremblant. Toute la partie en rouge est zonée Villégiature (Va-7, Va-13, Va-15)), dans laquelle la construction d'habitations unifamiliales est notamment permise. Cependant, dans la zone Va-7 (Figure 14), des contraintes doivent être respectées afin de préserver l'état naturel de l'espace (notamment un très grand terrain pour une habitation, peu visible du lac) alors qu'à l'intérieur de la zone Va-13 (Figure 14), des travaux sont permis (construction, abattage d'arbres, fosse septique, etc.) à condition que le secteur ait fait l'objet au préalable d'une étude de caractérisation environnementale et ce en raison de sa proximité avec la rivière Cachée (Règlement numéro 2013-003 relatif au Zonage, Lac-Tremblant-Nord). Le terrain appartenant à la Municipalité (Figure 13) a été acheté à des fins de conservation (communication personnelle, Kim Meyer, 30 novembre 2021). Bien que des contraintes doivent être respectées, notamment en raison d'un complexe de milieux humides, la construction d'une route est autorisée à l'intérieur de la zone Va-7.

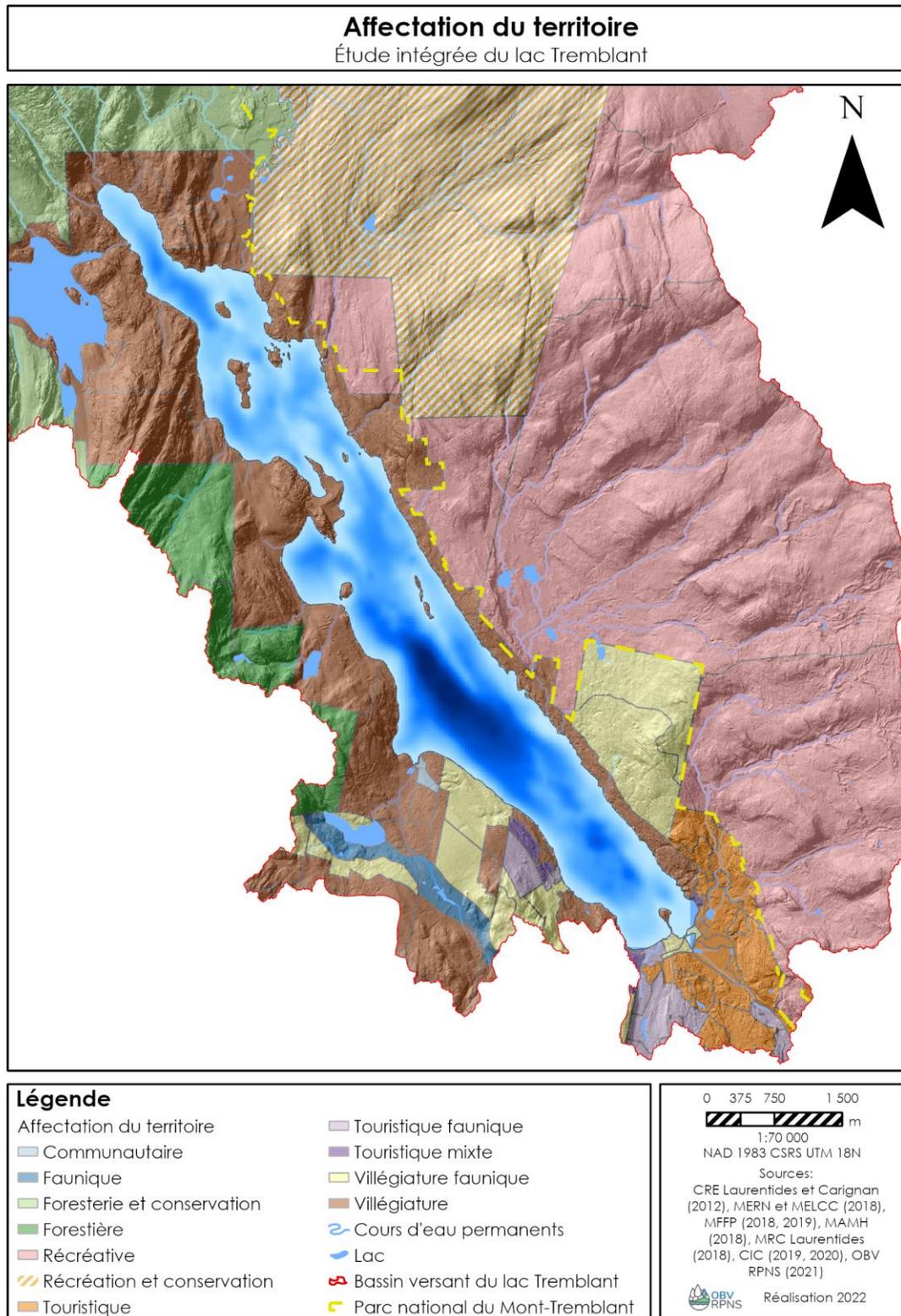


Figure 12 : Affectation du territoire dans le bassin versant du lac Tremblant

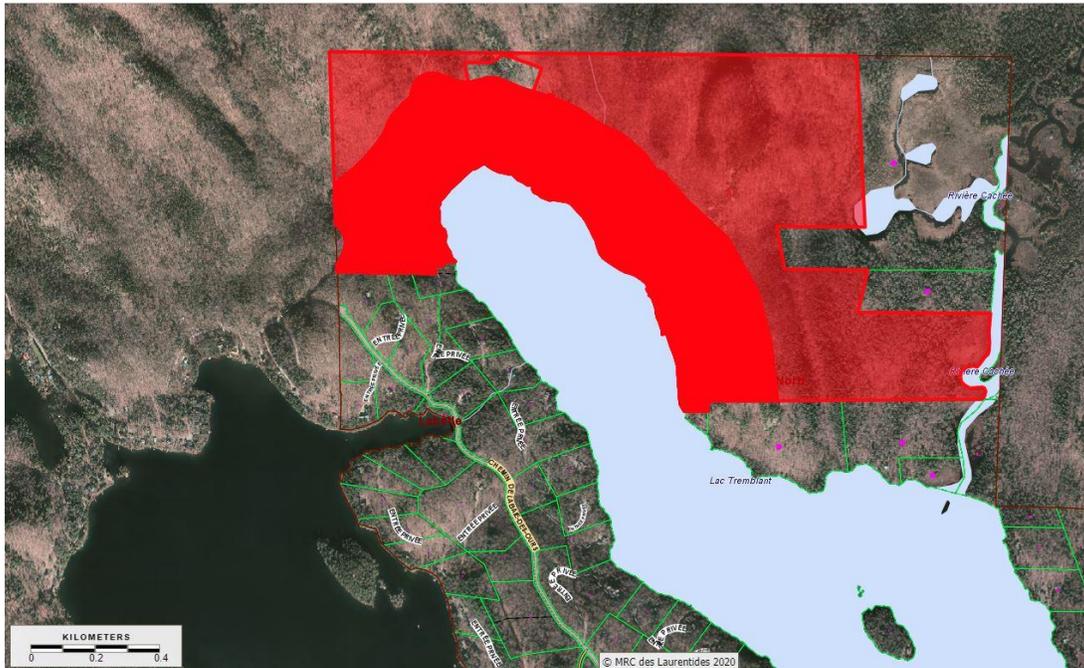


Figure 13 : Potentiel de développement au nord du lac Tremblant

*Matrice graphique MRC des Laurentides

*La partie en rouge opaque représente les terrains privés, celle en rouge transparent, les terrains de la Municipalité

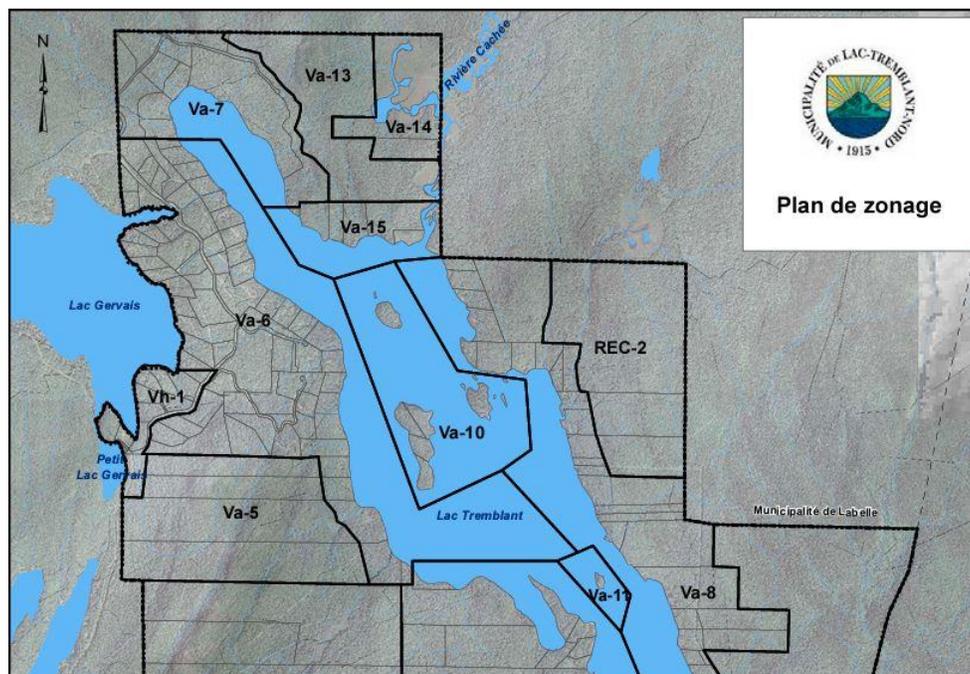


Figure 14 : Plan de zonage au nord du lac Tremblant

*Tiré du plan de zonage de Lac-Tremblant-Nord

3.5.3 Barrage et source d'eau potable

Le *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (RPEP) stipule que toute municipalité présentant un système d'aqueduc desservant plus de 500 personnes dont au moins une résidence doit procéder à une analyse de vulnérabilité des sites de prélèvement en eau potable. La Ville de Mont-Tremblant possède deux de ces sites, l'un sur la rivière du Diable, l'autre dans le lac Tremblant. Ce dernier dessert principalement deux secteurs, soit le Village et la Station Mont Tremblant. De façon générale, la prise d'eau potable du lac Tremblant constitue un site utilisé de manière permanente, alimentant près de 4 400 personnes pour un débit de prélèvement moyen s'élevant à 4 131 m³/jour. Elle est localisée sur le Chemin de la Chapelle et placée à une profondeur de 8,7 mètres (Primeau, Sanchez et Caron, 2021).

Le RPEP définit trois aires de protection à partir du site en tant que tel selon les caractéristiques suivantes :

- Immédiate : 300 mètres autour du site de prélèvement. Il s'agit des berges du lac Tremblant ainsi que d'une portion du cours d'eau menant au lac Miroir
- Intermédiaire : 3 kilomètres autour du site, soit plusieurs cours d'eau intermittents non nommés qui se jettent dans le lac
- Éloignée : bassin versant complet du site de prélèvement, d'une superficie recouvrant 232,5 km² et incluant des secteurs appartenant à plusieurs autres municipalités

La localisation des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée est présentée en Annexe 2. Basé sur six indicateurs, le niveau de vulnérabilité de la source d'eau potable du lac Tremblant est « faible », selon la firme Akifer, qui a réalisé l'étude pour la Ville de Mont-Tremblant. Cette donnée vient affirmer que ce site de prélèvement est considéré comme peu vulnérable aux différents risques de contamination (Primeau, Sanchez et Caron, 2021).

L'eau du lac Tremblant est également prélevée pour l'enneigement artificiel des pistes de ski sur le Versant Sud de la station Tremblant, l'irrigation du Golf Le Géant et la pisciculture Mont-Tremblant (Comité Consultatif en Environnement de la Ville de Mont-Tremblant, 2007).

Construit en 1948 et modifié en 2016, le barrage localisé en aval du lac Tremblant appartient à la Ville de Mont-Tremblant. D'une hauteur de 4,52 mètres pour une hauteur de retenue d'eau de 1,75 mètre, il se trouve dans la catégorie des barrages de forte contenance (classe D) selon la classification du CEHQ, en permettant la rétention de plus de 16 millions de mètres cube d'eau. Son exutoire est situé dans la partie aval de la rivière Cachée (MELCC, 2021 g).

3.5.4 Activités de plaisance

Plusieurs activités de plaisance prennent place au niveau du lac Tremblant, pouvant présenter des degrés variables d'impact sur ce dernier.

En lien avec les activités directes sur le plan d'eau, dont la navigation, le Code environnemental et de courtoisie nautique du lac (Association du lac Tremblant et Préservation Lac Tremblant Nord, 2013) mentionne que le lavage des embarcations, accompagné de l'accréditation remise suite au procédé, est obligatoire. Ce document contient également des indications visant à favoriser la protection des rives et de la qualité du plan d'eau, ainsi qu'à maintenir l'accessibilité tout en garantissant la quiétude des résidents. En vertu de ce code de courtoisie, l'utilisation de motomarines est prohibée sur le lac. De plus, les bateaux à moteurs sont interdits dans la Baie Charron en raison de la prise d'eau potable dans le lac (Municipalité de Lac-Tremblant-Nord, s. d.) et dans la rivière Cachée en raison de son statut de conservation. Le code environnemental et de courtoisie nautique du lac est présenté à la Figure 15 et à

l'Annexe 3. À noter que l'obligation de laver les embarcations à moteurs et à voile (incluant les remorques) fait partie de la réglementation de la Ville de Mont-Tremblant et de la Municipalité de Lac-Tremblant-Nord (Municipalité de Lac-Tremblant-Nord, 2019 ; Ville de Mont-Tremblant, s. d.).

La mise à l'eau d'embarcation (motorisée ou non) est possible à la marina du lac Tremblant (454 chemin du Lac-Tremblant-Nord) pour les membres de Préservation Lac-Tremblant-Nord et pour les résidents de la Ville de Mont-Tremblant qui détiennent la carte Accès ou Vivre Mont-Tremblant et les résidents de la municipalité de Lac-Tremblant-Nord. Les non-résidents peuvent quant à eux louer une embarcation à moteur ou non au Centre nautique Pierre Plouffe. Le nombre d'embarcations à moteur maximum pouvant être mises à l'eau à la marina est de 15 par jour selon la politique du premier arrivé premier servi (Municipalité de Lac-Tremblant-Nord, s. d.). Une étude sur la capacité portante du lac en termes de navigation est en cours.

Les Croisières Mont-Tremblant offre des croisières publiques sur le lac, entre juin et octobre, ainsi qu'une possibilité de pêche (Croisières Mont-Tremblant, s.d.), tout comme l'entreprise Guide de pêche Mont-Tremblant (Savard, s.d.)

Le lac Tremblant comprend également deux plages publiques sur le lac soit celle du Beach & Tennis (Tourisme Mont-Tremblant, s.d.), ainsi que celle du Parc plage (Station Mont Tremblant, 2021).

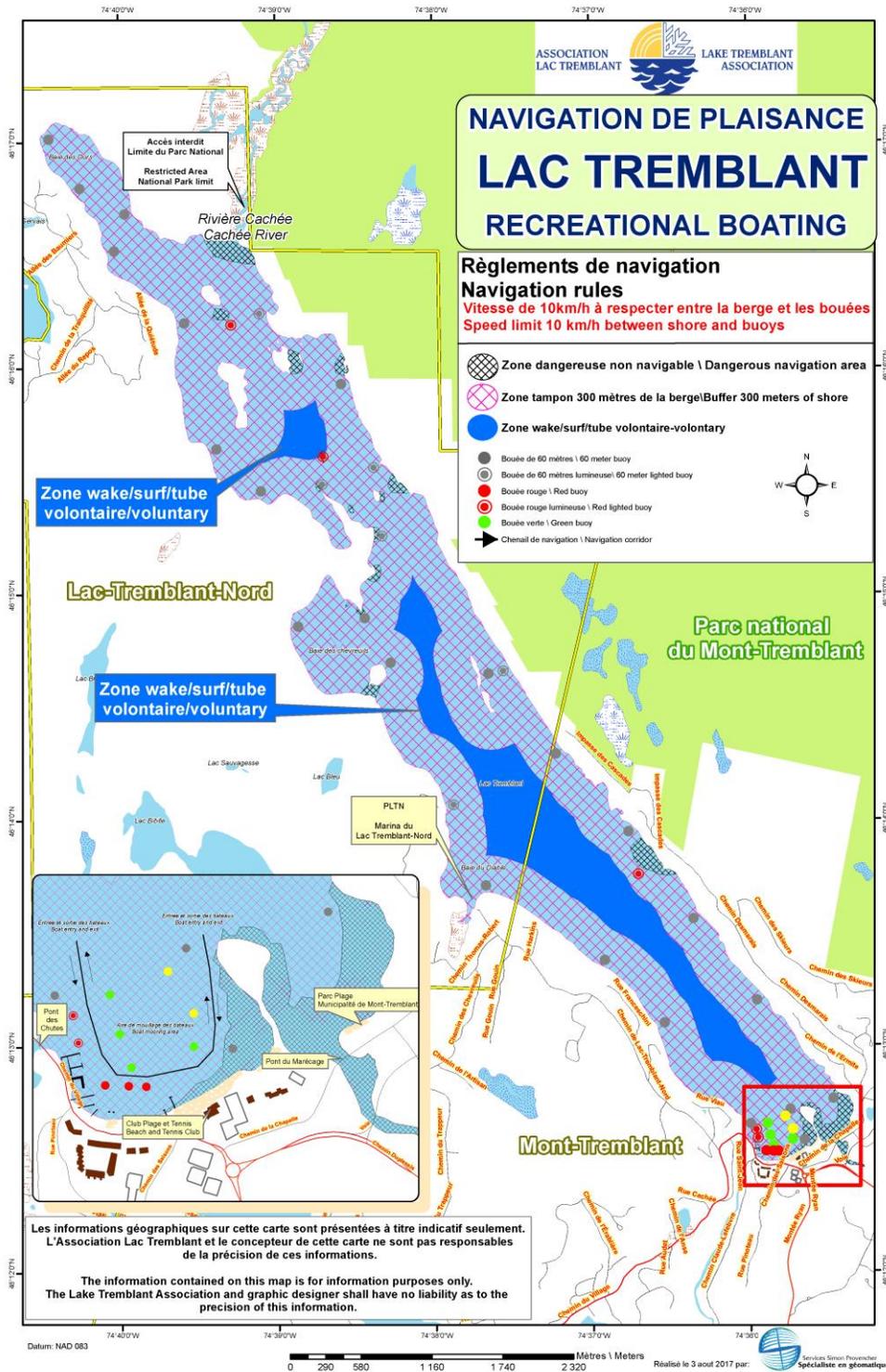


Figure 15 : Représentation cartographique de la réglementation sur la navigation au lac Tremblant

*(Services Simon Provencher, 2017)

3.6 INDICE DE CONNECTIVITÉ DES SÉDIMENTS, ÉROSION ET RUISSELLEMENT

La Figure 16 (vue sur le bassin versant) et Figure 17 (vue sur le lac) illustrent les secteurs présentant un ICS plus élevé avec le lac Tremblant. Les zones en jaune, orange et rouge sont des portions de territoire plus susceptibles d'être des sources de sédiments qui atteignent le lac par ruissellement. Ces secteurs sont localisés presque partout en bordure du lac (niveau faible), et un secteur à plus forte connectivité des sédiments est localisé au sud-ouest du lac (niveaux faible, moyen et élevé).

La Figure 18 illustre les secteurs présentant un ICS plus élevé avec l'ensemble du réseau hydrographique, soit les lacs, cours d'eau ou milieux humides. Selon cette modélisation, le secteur de la Station Mont-Tremblant ainsi que le secteur au sud du lac Tremblant (près des chemins Duplessis, des Voyageurs et Montée Ryan) sont plus susceptibles d'être des sources de sédiments qui atteignent le réseau hydrographique par ruissellement. D'autres secteurs de moins grande envergure ressortent aussi de cette analyse, notamment dans le secteur du lac Joly.

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. 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.

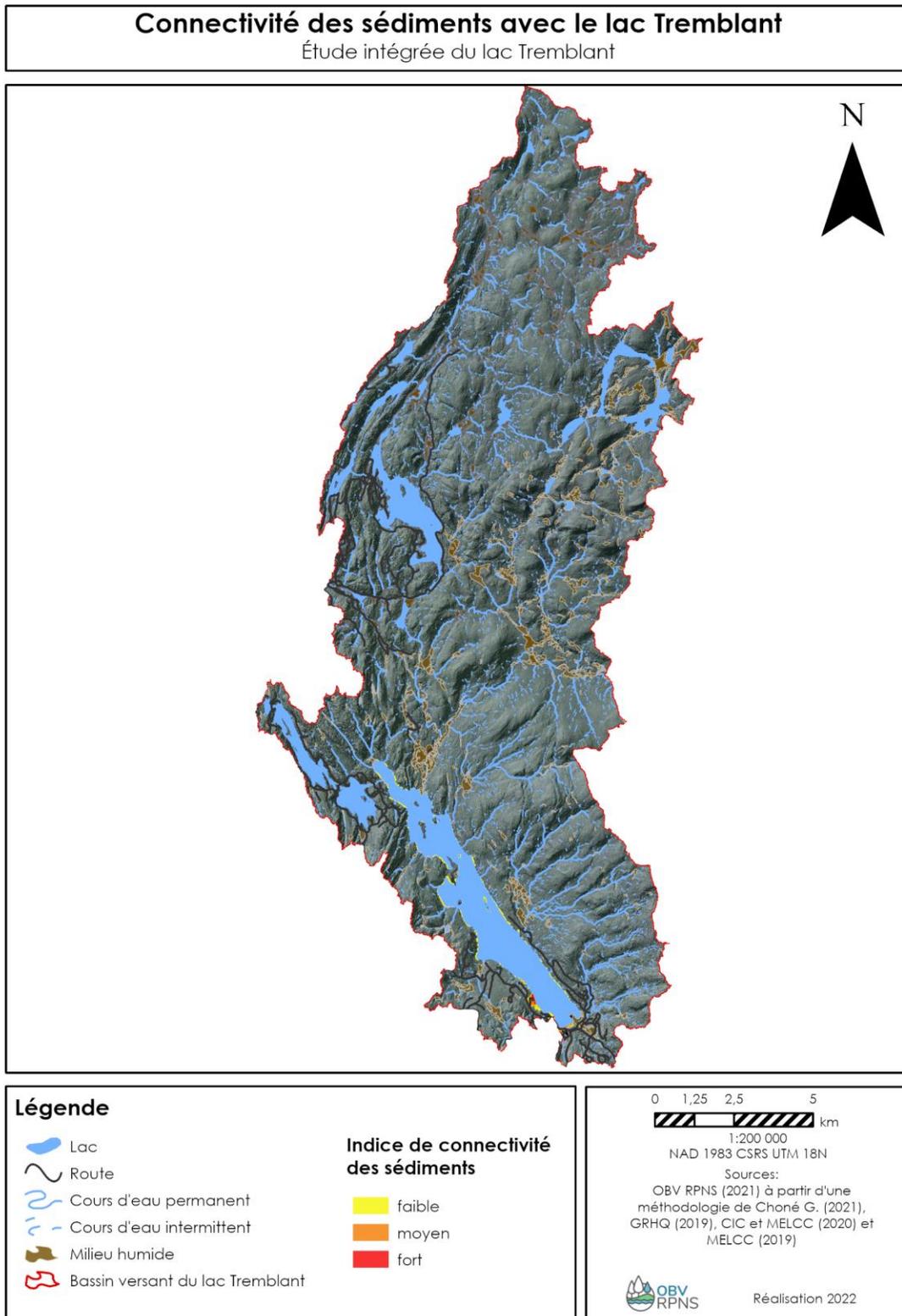


Figure 16 : Indice de connectivité des sédiments avec le lac Tremblant (vue sur tout le bassin versant)

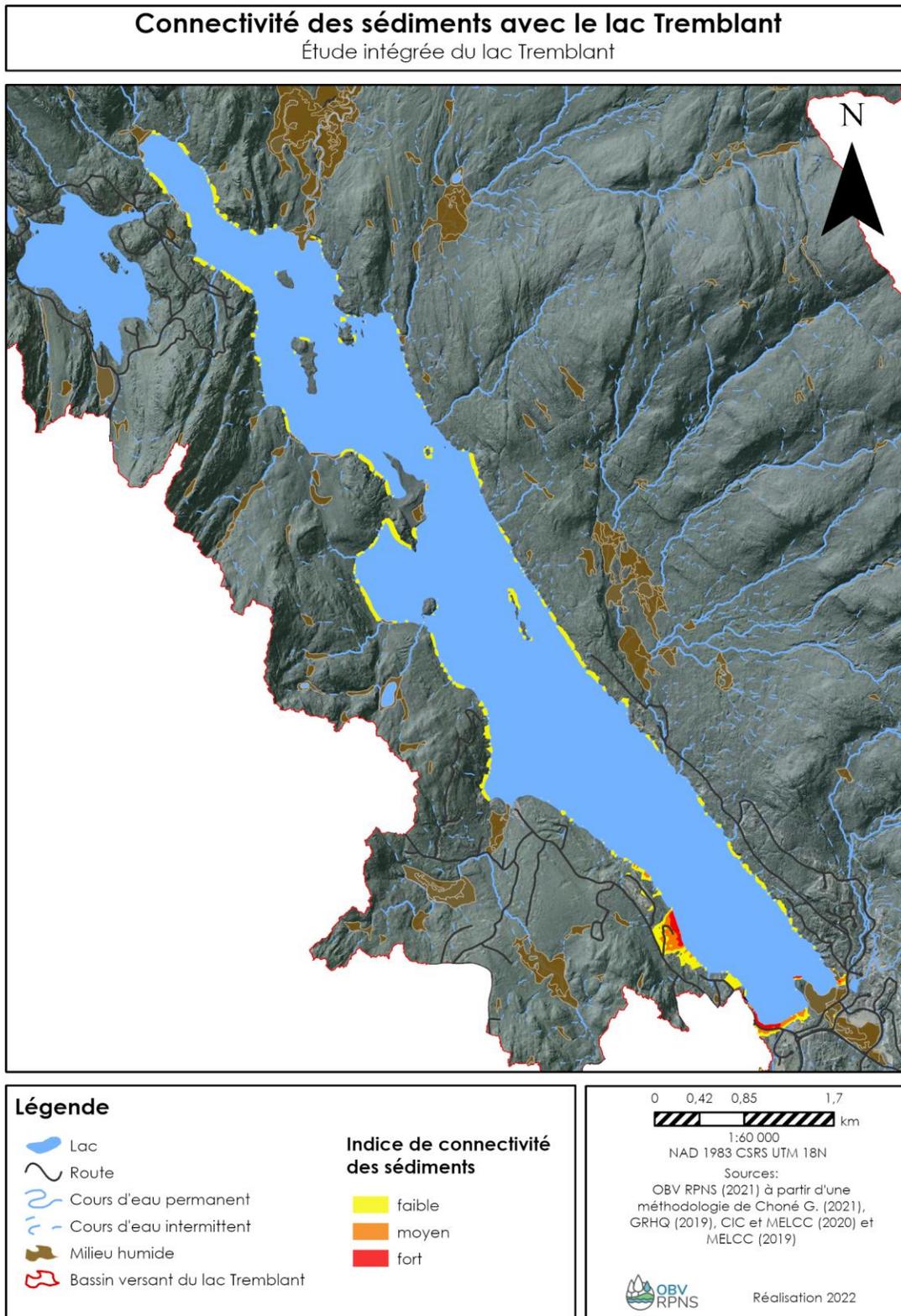


Figure 17 : Indice de connectivité des sédiments avec le lac Tremblant (vue sur le lac seulement)

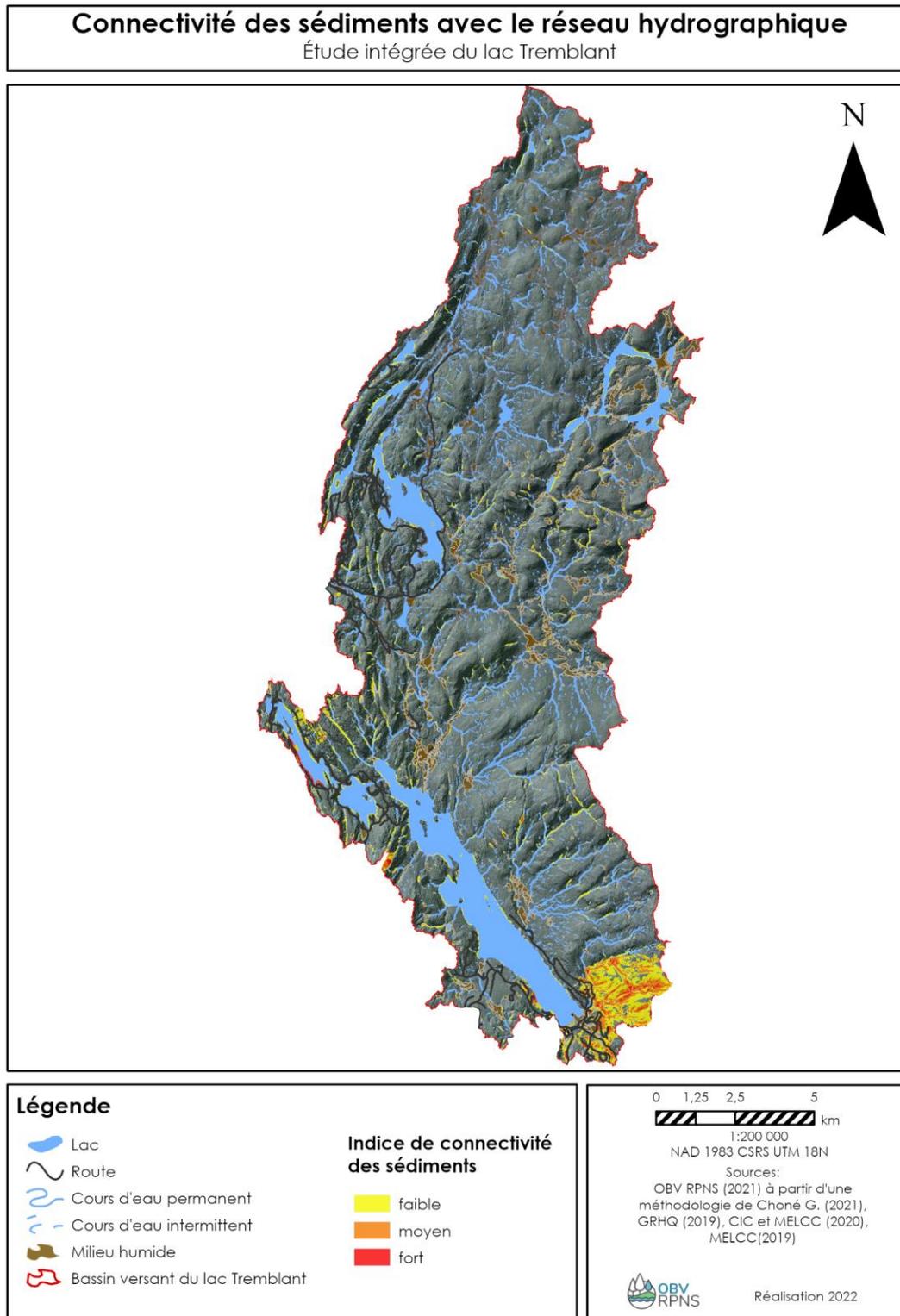


Figure 18 : Indice de connectivité des sédiments avec le réseau hydrographique

La caractérisation sur le terrain des foyers d'érosion, effectuée sur la première couronne autour du lac Tremblant, a permis d'identifier trois principaux types d'observations :

- 1) Érosion/ruissellement : Sites avec traces apparentes de ruissellement et/ou d'érosion, majoritairement sur des routes non pavées, les bas-côtés de routes pavées ou des sites dévégétalisés ;
- 2) Site à risque : Sites présentant une forte pente, peu de végétation, longeant un fossé ou une route, mais où des traces de ruissellement n'étaient pas apparentes au moment de la caractérisation ;
- 3) Ponceau problématique : notamment en raison d'une accumulation de sédiments d'intensité légère à sévère et/ou des signes d'érosion autour de l'infrastructure.

La Figure 19 montre des exemples de ces cas de figure au lac Tremblant.



Figure 19 : Exemples des types d'observations répertoriés

Le Tableau 6 fournit les détails de chaque observation de la catégorie érosion/ruissellement, le Tableau 7 décrit les sites à risque d'érosion et le Tableau 8 décrit les ponceaux problématiques. Les Figure 20 et Figure 21 permettent de localiser ces observations. Des photos de chaque site se trouvent à l'Annexe 4, à la page indiquée au dans chacun des tableaux. Les sites localisés dans des secteurs où l'ICS calculé par rapport à l'ensemble du réseau hydrographique était de niveau faible, moyen ou élevé se trouvent en caractères gras. Ces sites sont à risque de contribuer plus significativement à l'apport de sédiments dans le réseau hydrographique et pourraient nécessiter une attention plus prioritaire dans une optique de protection de la qualité de l'eau.

Tableau 6 : Observations de type « érosion/ruissellement »

No	Description	No page de la photo (Annexe 4)
ER1	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-1
ER2	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-1
ER3	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-1
ER4	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-1
ER5	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-1
ER7	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-1
ER8	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-1
ER9	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-2
ER10	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-2
ER11	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-2
ER12	Sillon causé par ruissellement de 20 cm de large sur 2,5 m de longueur	A4-3
ER13	Sillon sur 10 m de longueur	A4-3
ER14	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-5
ER15	Érosion due à du ruissellement sur pente abrupte	A4-5
ER16	Ruissellement apparent	A4-5
ER17	Ruissellement important sur 20 m de pente des deux côtés de la route	A4-6
ER18	Ruissellement important créant rigole de 30 cm de large	A4-3
ER19	Rigole de ruissellement sur 15 m	A4-6
ER20	Érosion sur pente abrupte et dévégétalisée/sol à nu	A4-7
ER21	Érosion sur pente dévégétalisée	A4-7
ER22	Érosion sur le bas-côté due à une pente dévégétalisée	A4-5
ER23	Érosion apparente due à une forte pente anthropisée	A4-7
ER24	Bitume affaissé par ruissellement	A4-7
ER25	Érosion sur pente dévégétalisée	A4-7
ER26	Effondrement de la route sur le côté par érosion passée	A4-8
ER27	Érosion apparente, tributaire asséché	A4-8
ER28	Bitume grugé par ruissellement	A4-9
ER29	Bitume effondré	A4-9
ER30	Bord de route en sable, grugé par ruissellement passé	A4-9
ER31	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-11
ER32	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-11
ER33	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-11
ER34	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-11
ER35	Ruissellement apparent et érosion de la route	A4-11
ER36	Érosion de la route, pente abrupte remblayée (efficacité douteuse)	A4-12
ER37	Pente entraînant ruissellement potentiel	A4-12
ER38	Côté dévégétalisé, ruissellement apparent sur 15 m	A4-12
ER39	Pente dévégétalisée entraînant une érosion graduelle par ruissellement	A4-12
ER40	Trace de ruissellement sur une pente	A4-12

No	Description	No page de la photo (Annexe 4)
ER41	Érosion due à un ruissellement et talus et bas-côté de la route dévégétalisés	A4-12

**Les lignes en caractères gras correspondent à des observations situées dans des zones d'ICS faible, moyen ou élevé. Ces points pourraient contribuer plus fortement à l'apport de sédiments dans le réseau hydrographique.*

Tableau 7 : Observations de type « site à risque »

No	Description	No page de la photo (Annexe 4)
S1	Pente abrupte susceptible d'érosion, pas de végétation naturelle dans la pente	A4-2
S2	Pente abrupte susceptible d'érosion, absence de végétation à l'endroit le plus abrupte	A4-2
S3	Pente abrupte susceptible d'érosion, dévégétalisée	A4-2
S4	Bas-côté avec possibilité d'érosion, pente très forte et absence de végétation dans la pente	A4-4
S5	Pente abrupte susceptible d'érosion	A4-5
S6	Pente abrupte susceptible d'érosion et sol à nu	A4-2
S7	Pente abrupte susceptible d'érosion	A4-11

*Les lignes en caractères gras correspondent à des observations situées dans des zones d'ICS faible, moyen ou élevé. Ces points pourraient contribuer plus fortement à l'apport de sédiments dans le réseau hydrographique

Tableau 8 : Observations de type « ponceau problématique »

No	Description	No page de la photo (Annexe 4)
P1	Ponceau bouché à 75% par sédiments	A4-3
P2	Ponceau aval bouché à 10% par sédiments	A4-3
P3	Ponceau aval, traces d'érosion autour du ponceau	A4-3
P4	Ponceau amont, érosion autour de l'enrochement	A4-4
P5	Ponceau aval, ruissellement ayant presque obstrué le ponceau de sédiments	A4-4
P6	Ponceau bouché à 90% par sédiments	A4-6
P7	Ponceau bouché à 75% par sédiments	A4-6
P8	Signe d'érosion autour du ponceau	A4-5
P9	Ponceau à 80% enterré	A4-8
P10	Érosion importante visible autour des ponceaux	A4-10
P11	Ponceau avec traces d'érosion et présence de sol à nu	A4-10
P12	Ponceau avec ruissellement important : sol à nu et érosion importante, importante qté de matière en suspension dans l'écoulement	A4-10

*Les lignes en caractères gras correspondent à des observations situées dans des zones d'ICS faible, moyen ou élevé. Ces points pourraient contribuer plus fortement à l'apport de sédiments dans le réseau hydrographique.

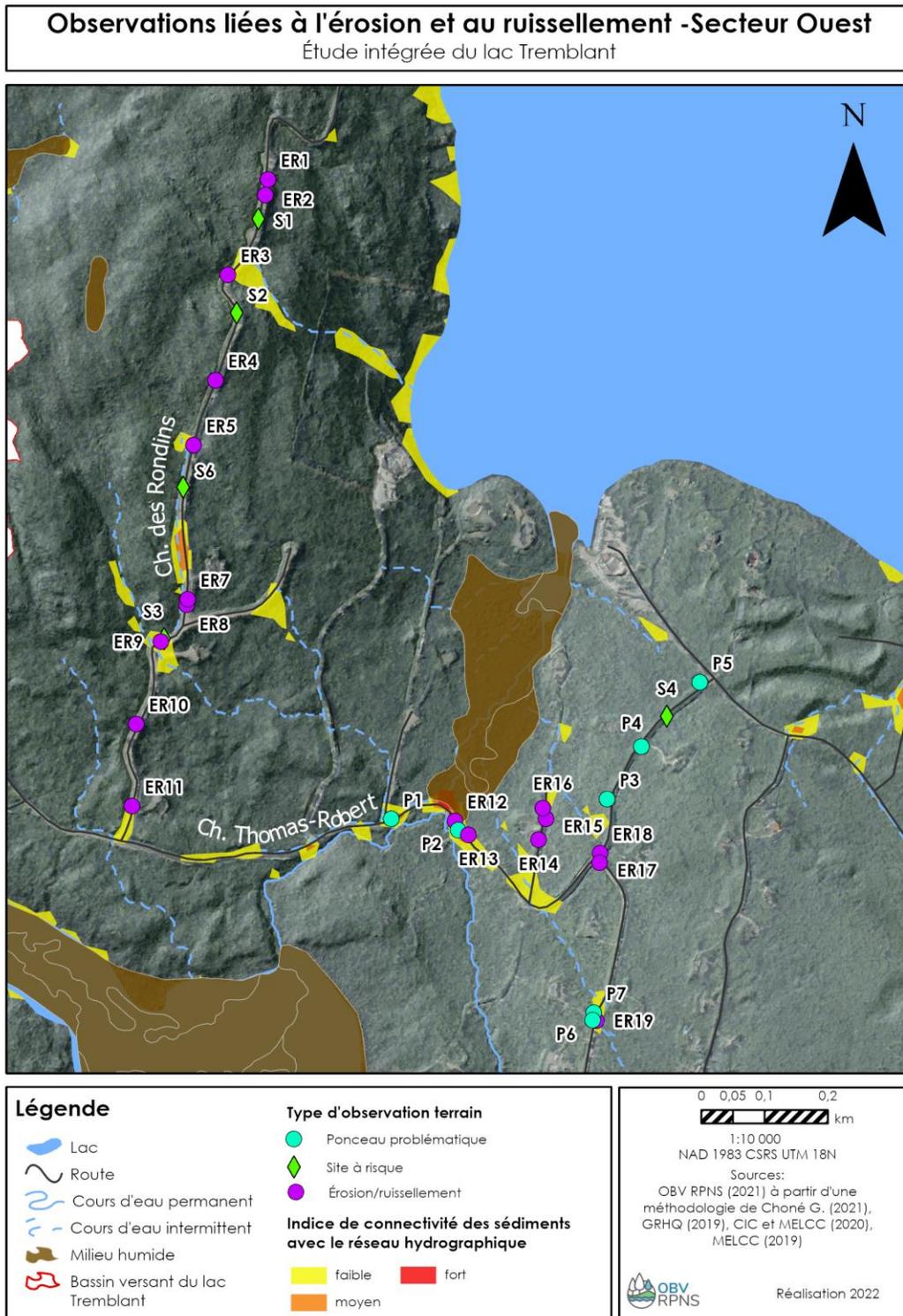


Figure 20 : Observations liées à l'érosion et au ruissellement - Secteur Ouest

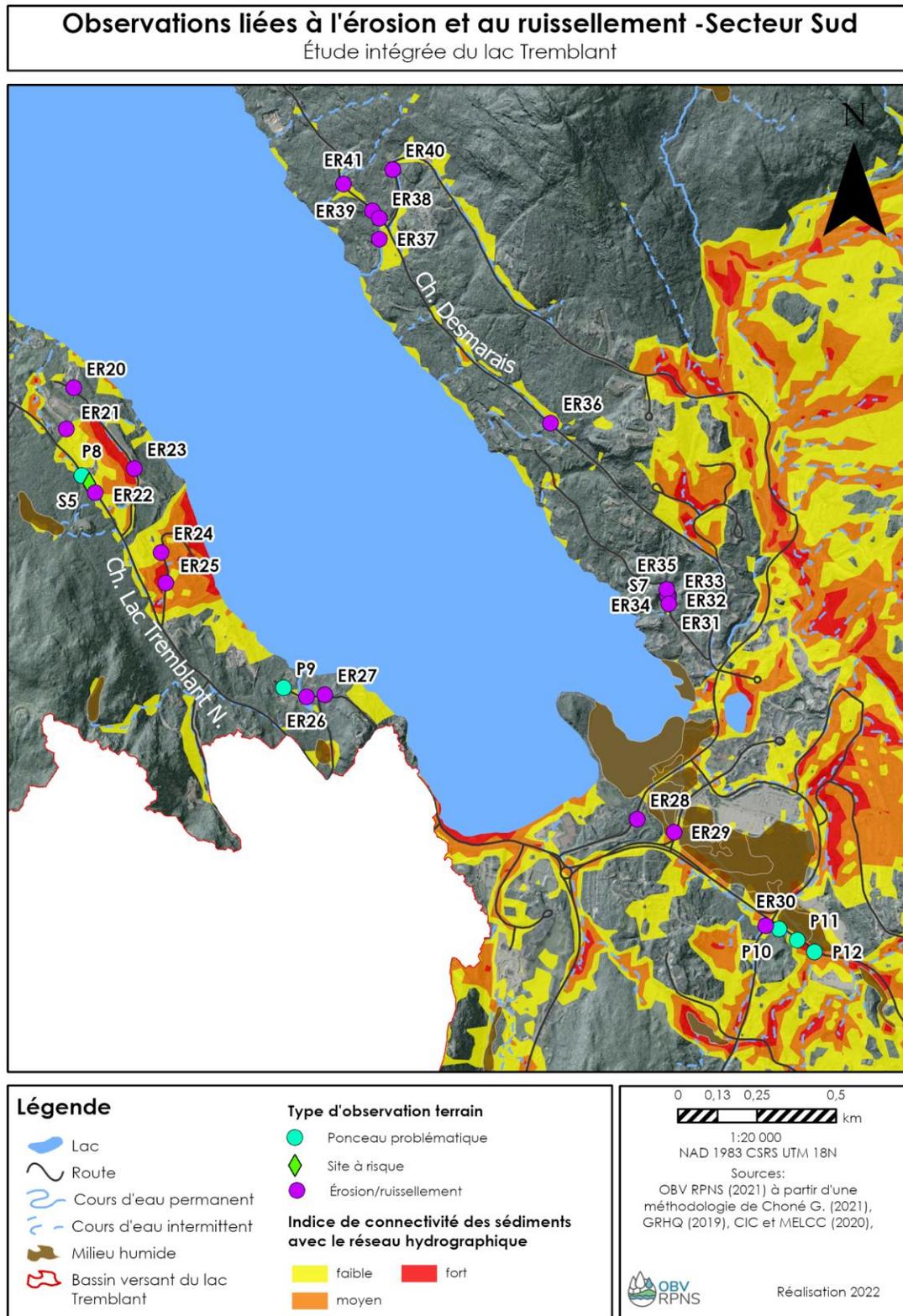


Figure 21 : Observations liées à l'érosion et au ruissellement - Secteur sud

4 PORTRAIT DU LAC TREMBLANT

4.1 MORPHOLOGIE DU LAC TREMBLANT

Le Tableau 9 présente les caractéristiques du lac Tremblant. Ce dernier possède une superficie de 9,67 km², un périmètre de 35,6 km et est situé à une altitude de 226 mètres par rapport au niveau de la mer. La plus récente bathymétrie du lac, qu'il est possible de la visualiser à la Figure 22, a été réalisée en 2012 par le CRE Laurentides et Richard Carignan (2012). À l'aide de cette donnée, il est possible d'acquérir des informations, notamment la localisation des fosses, dont la plus profonde est de 97,4 mètres. En calculant l'indice de développement du rivage, qui est le rapport entre le périmètre réel du lac et celui d'un cercle parfait ayant la même superficie que le lac, une valeur de 3,22 est obtenue. Les valeurs se situent généralement entre 1,5 et 2,5 (Kalff, 2002). Une valeur de 1 indique que la surface du lac est parfaitement circulaire alors qu'une valeur élevée indique une grande zone littorale, possédant plusieurs baies dont les paramètres physico-chimique et biologique peuvent différer de la zone pélagique. La zone littorale de 6 mètres de profondeur peut être visualisée à la Figure 6. Le rapport entre la profondeur moyenne et la profondeur maximale permet d'estimer la forme du lac. Une valeur inférieure à 0,35 est caractéristique des grands lacs glaciaires oligotrophes ayant une ou plusieurs fosses (Kalff, 2002). C'est le cas du lac Tremblant, dont le rapport entre la profondeur moyenne et la profondeur maximale est de 0,24.

Tableau 9 : Caractéristiques du lac Tremblant

Paramètre	Valeur	Formule/méthode	Notes
Altitude (A)	226 m	Modèle numérique de terrain (MNT)	Données LiDAR
Superficie du bassin versant (Sbv)	232,7 km ²	Modélisation hydrographique	Dérivée des données du LiDAR
Superficie du lac (Slac)	9,67 km ²		Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ)
Périmètre (P)	35,6 km		Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ)
Longueur maximale (Lm)	7,6 km		CRE Laurentides et Richard Carignan
Indice de développement du périmètre (ID)	3,22	$ID = P / (2 \sqrt{\pi S_{lac}})$	Calcul avec les données GRHQ
Profondeur maximale	97,4 m		CRE Laurentides et Richard Carignan
Profondeur moyenne	22,9 m		CRE Laurentides et Richard Carignan
Volume du lac	221 500 000 m ³		CRE Laurentides et Richard Carignan
Temps de renouvellement	1,67 année	$V_{lac} / V_{arrivant\ au\ lac}$	Constante du CRE Laurentides (570 000 m ³ /km ²)

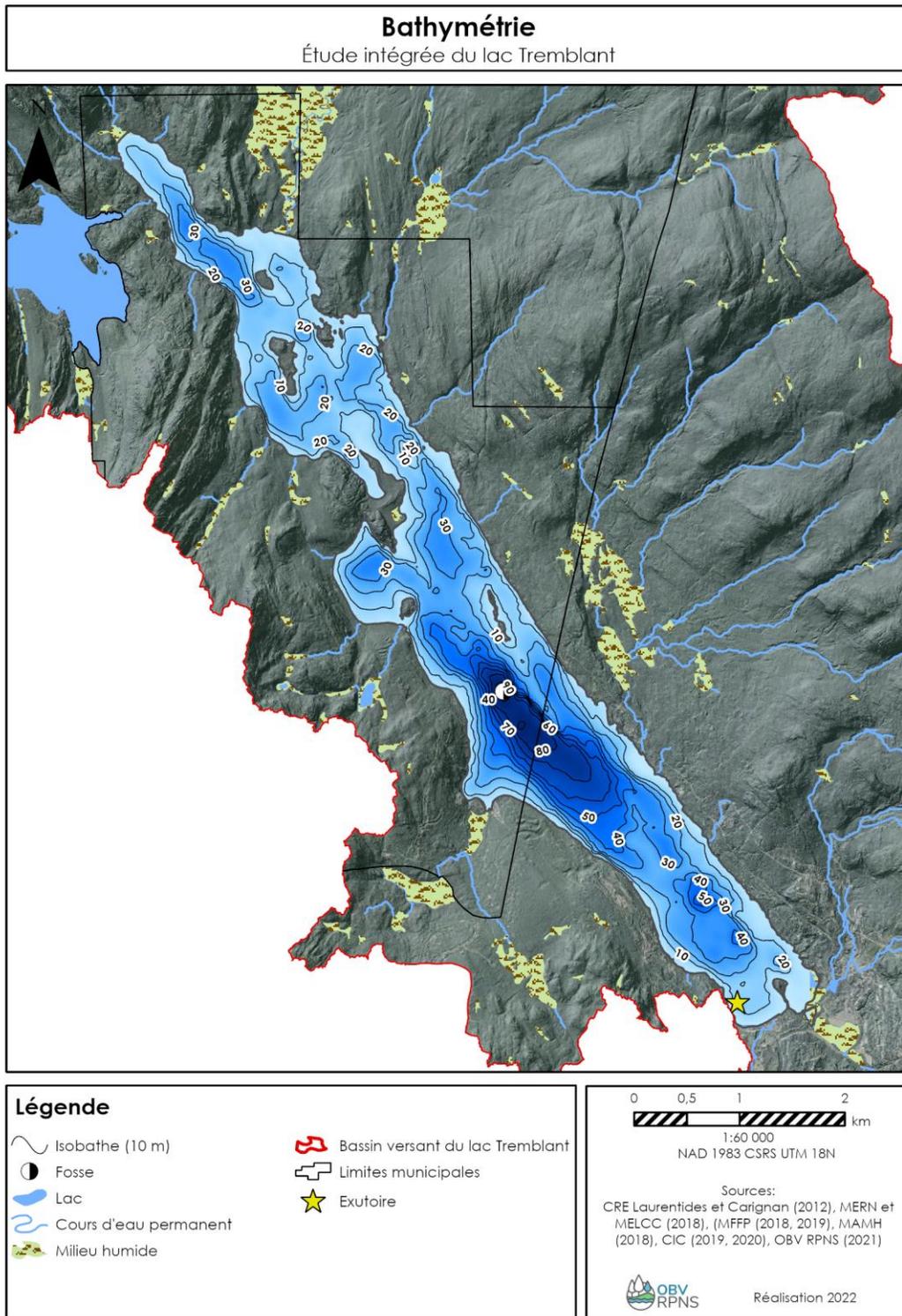


Figure 22 : Bathymétrie du lac Tremblant

4.2 TEMPS DE RENOUVELLEMENT DE L'EAU

Le temps de renouvellement de l'eau (T_r), aussi appelé temps de séjour ou de résidence de l'eau, correspond au temps que l'eau passe dans le lac avant d'être complètement renouvelée. Ce temps dépend du volume et des débits entrants du lac et se calcule de la façon suivante :

$$T_r = V_{\text{lac}} / V_{\text{arrivant au lac}}$$

Où V_{lac} est le volume d'eau du lac, et $V_{\text{arrivant au lac}}$ est le volume d'eau qui entre dans le lac, soit l'ensemble des eaux de pluie s'écoulant directement ou par les tributaires vers le lac. Le CRE des Laurentides utilise une constante pour tous les lacs des Laurentides afin d'estimer l'écoulement annuel moyen. Il est évalué que cette constante, d'une valeur de 570 000 m³/km², peut varier de plus ou moins 20 % selon les précipitations annuelles et l'altitude des bassins versants (CRE Laurentides, 2013b). En la multipliant par la superficie calculée du bassin versant du lac, il est possible d'obtenir une approximation de la quantité d'eau arrivant au lac annuellement. Selon le CRE des Laurentides, un temps de renouvellement se situant entre 2 et 5 ans est considéré modérément long (CRE Laurentides, 2013b).

Le temps de renouvellement du lac Tremblant a été calculé selon une méthode d'estimation du volume d'eau arrivant au lac décrite plus haut. Si l'on insère les valeurs associées au lac Tremblant dans la formule ci-dessus, on estime le temps de renouvellement au lac Tremblant à 1,67 an, soit un temps de renouvellement modérément court. En d'autres mots, une goutte d'eau réside environ 1,67 an dans le lac avant d'approcher l'exutoire.

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

4.3.1 Contexte climatique

L'objectif de ce paragraphe est de replacer les échantillonnages réalisés à l'été 2021 dans un contexte climatique plus large en comparant l'année 2021 aux 10 années précédentes (2010-2020). On note que l'année 2021 est particulière (Figure 23). S'y sont enregistrés un mois d'avril plus chaud que la moyenne (2010-2020), un déficit de pluie record en mai et une sécheresse qui s'intensifie durant la première moitié du mois de juin. S'ensuit un épisode de pluie fin juin qui augmente le total mensuel des précipitations au-dessus de la moyenne (125 mm de pluie entre le 25-29 juin enregistré à la station La Macaza (Figure 24); 174 mm de pluie entre le 26-30 juin à la station de St-Jovite (Figure 25)). Ces fortes pluies ont entraîné des inondations et des dommages aux infrastructures routières notamment sur le territoire de Mont-Tremblant (Figure 26) avec un apport en sédiments visible au sud du lac Tremblant (Figure 27). Le mois de juillet est plus frais, avec une température moyenne inférieure à la moyenne de 2010-2020, le mois d'août est, quant à lui chaud, et sec, suivi d'un mois de septembre pluvieux.

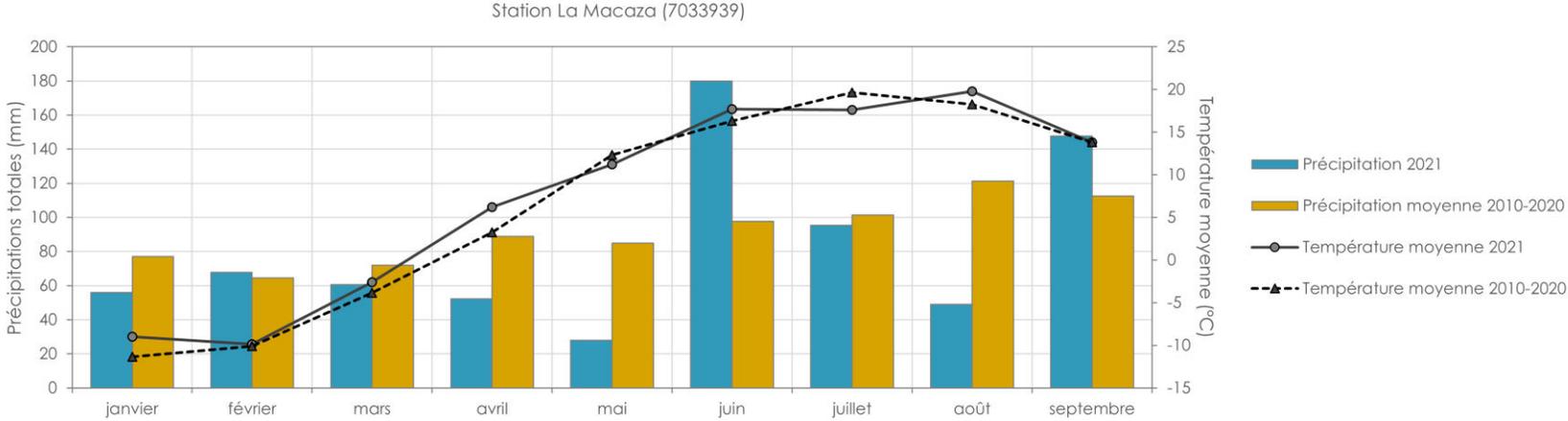


Figure 23 : Précipitations totales mensuelles et température moyenne (moyenne mensuelle) enregistrées en 2021 et entre 2010-2020 à la station La Macaza #7033939

*Données MELCC

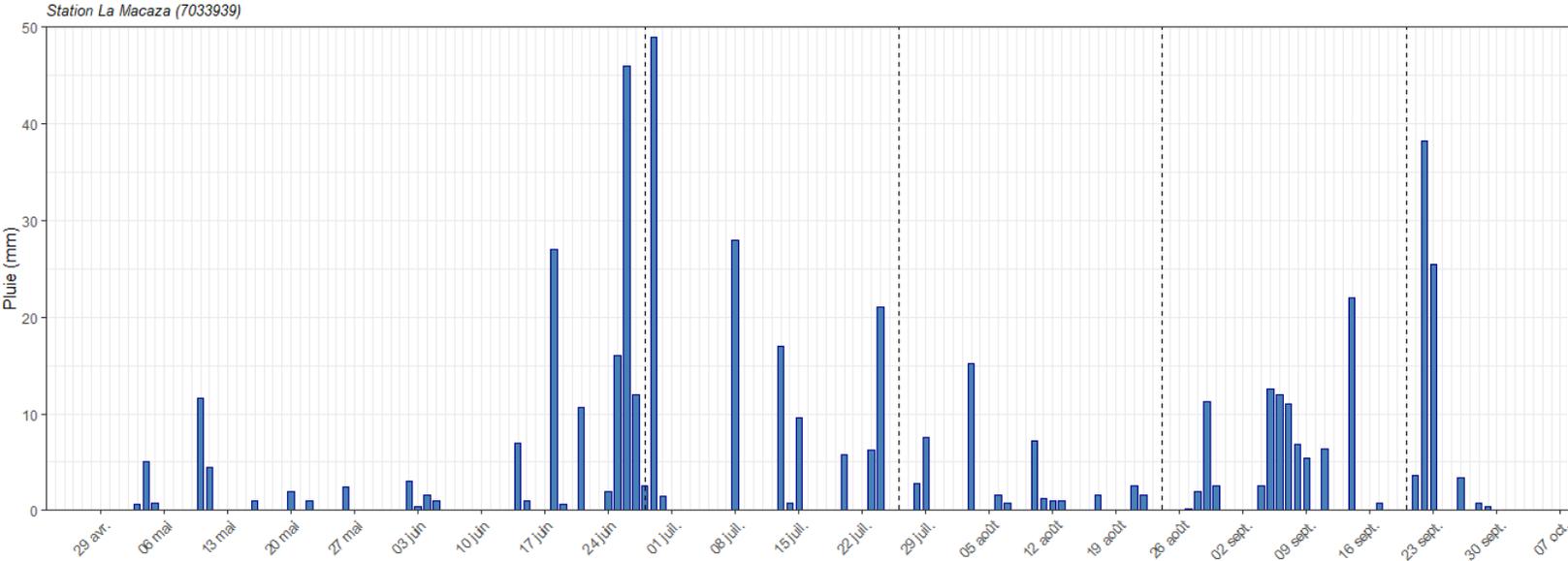


Figure 24 : Pluie totale quotidienne (mm) mesurée entre le 1er mai et 30 septembre 2021 à la station La Macaza #7033939

*Données MELCC
*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.

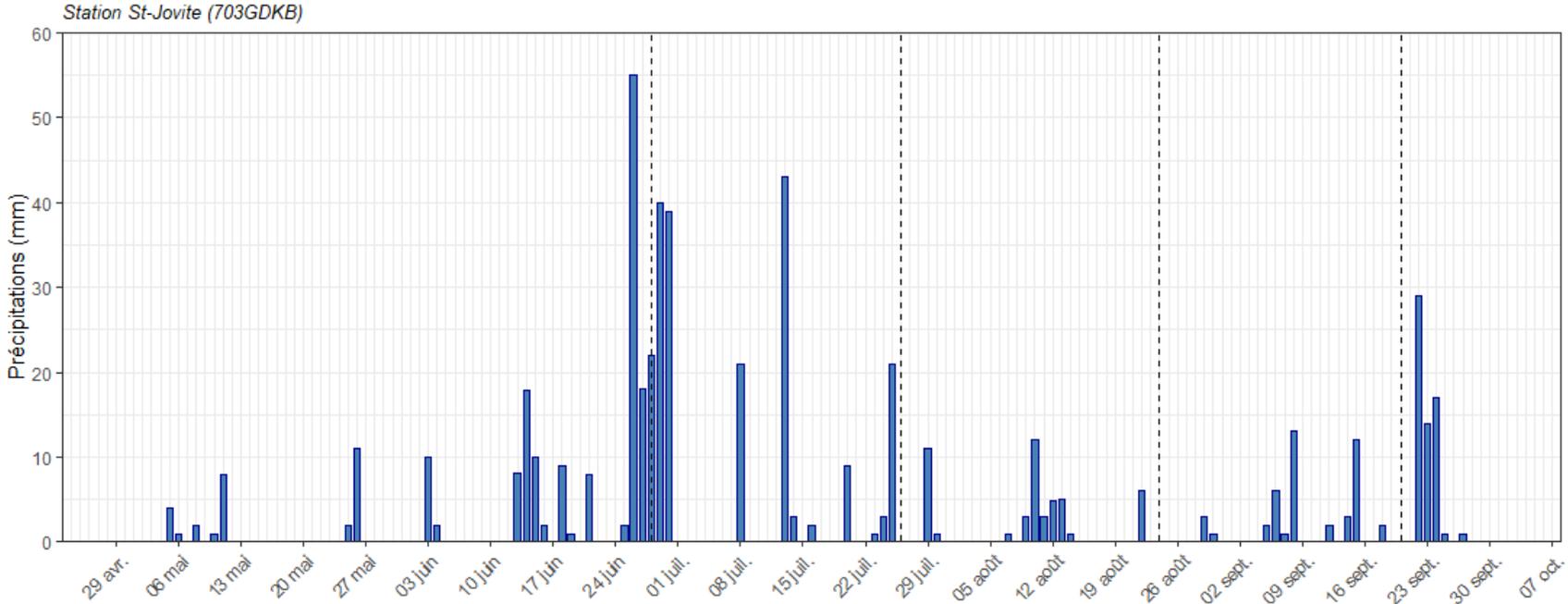


Figure 25 : Pluie totale quotidienne (mm) mesurée entre le 1er mai et 30 septembre 2021 à la station St-Jovite #703GDKB

*Données Gouvernement du Canada

*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 26 : Exemple de dommages aux infrastructures routières sur le territoire de la Ville de Mont-Tremblant et la Municipalité de Lac-Supérieur, 30 juin 2021

*Crédit photo : Jean-Marie Savard / reproduction interdite



Figure 27 : Lac Tremblant vu du ciel à la suite des précipitations reçues sur la région à la fin du mois de juin 2021

*Crédit photo : L'Info du Nord – Dominic Bouffard / reproduction interdite

4.3.2 Physico-chimie de l'eau (2009-2020) et niveau trophique du lac

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, entraîne une augmentation de la production biologique, notamment des plantes aquatiques et du phytoplancton, ce qui entraîne une accumulation de matière organique (ex. végétaux morts) qui, couplé à l'accumulation de matières minérales, mène éventuellement au comblement du lac. L'eutrophisation anthropique peut se produire quant à elle sur une échelle de temps beaucoup plus courte (moins d'un siècle).

Les apports d'azote et de phosphore, liés aux activités humaines, comme l'utilisation d'engrais, le rejet d'eaux usées, la déforestation, l'érosion, entraîne 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 28). 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 naturellement 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). Trois paramètres sont utilisés pour évaluer le niveau trophique d'un lac :

- La concentration de phosphore total (PT)
- La concentration de chlorophylle *a* (Chl *a*)
- La transparence

Il existe des valeurs guides pour chacun de ces paramètres, présentées dans le Tableau 10.

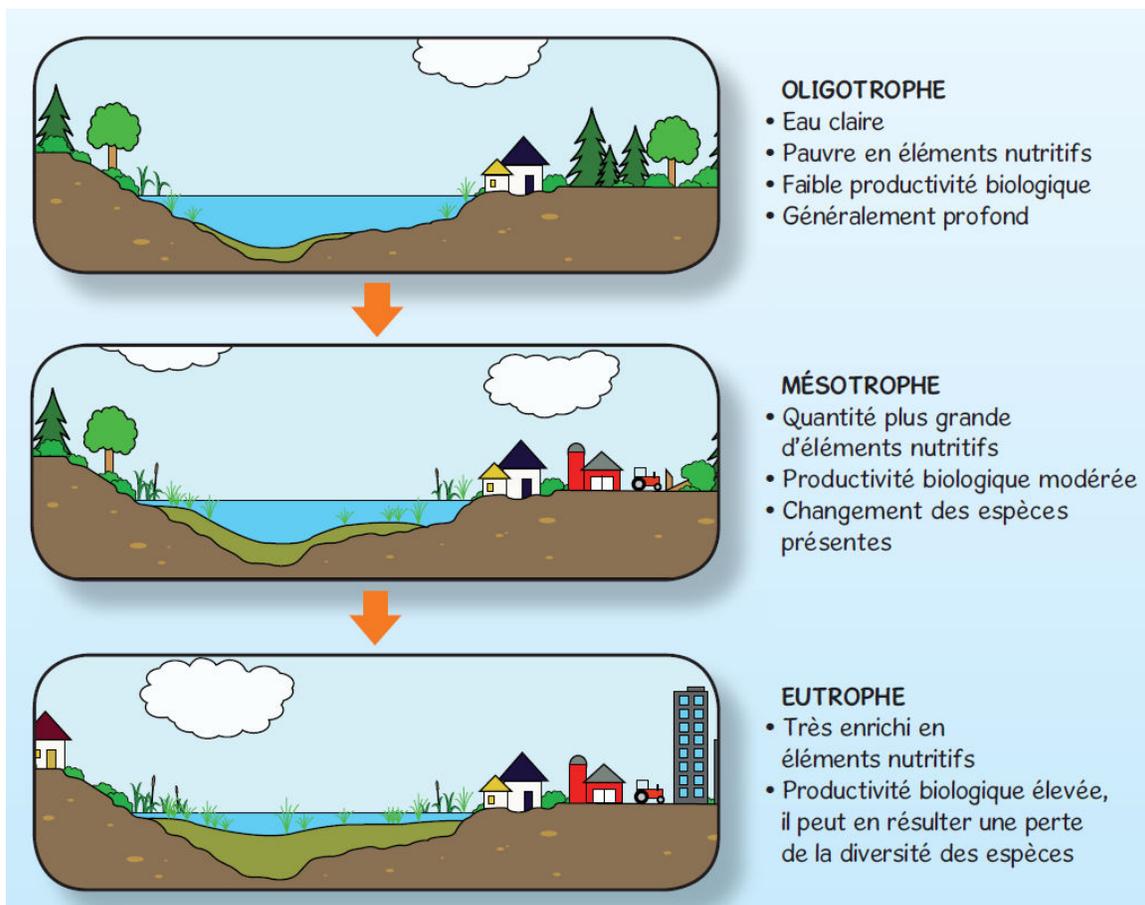


Figure 28 : Schématisation des niveaux trophiques d'un lac

*Tirée de la Trousse des lacs (CRE Laurentides, 2013a)

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 (zone de transition)	7 - 13	2,5 - 3,5	6 - 4
Mésotrophe	10 - 30	3 - 8	5 - 2,5
Méso-eutrophe (zone de transition)	20 - 35	6,5 - 10	3 - 2
Eutrophe	30 - 100	8 - 25	2,5 - 1
Hyper-eutrophe	> 100	> 25	< 1

*(MELCC, s. d.)

Phosphore total (PT)

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 29). 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).

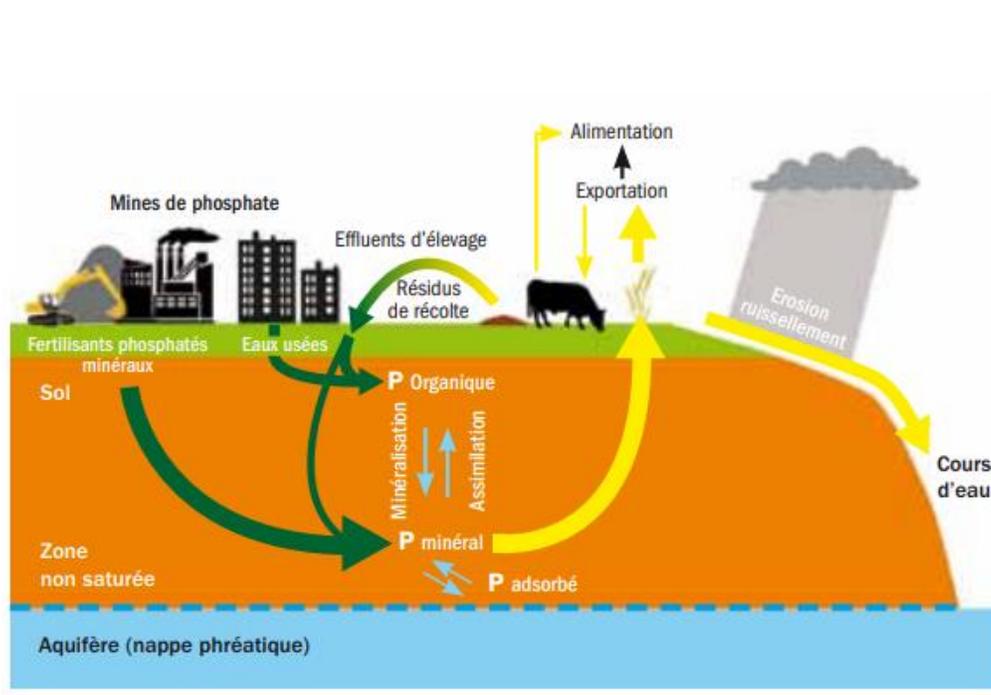


Figure 29 : Exemples de sources anthropiques de phosphores

*Figure provenant de Pinay et al., (2018)

Chlorophylle a (Chl a)

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

Transparence

Ce paramètre est mesuré avec un disque de Secchi. La mesure de la transparence de l'eau 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, sa teneur en matières en suspension (particules et organismes microscopiques) et sa concentration en COD. Plus le niveau trophique d'un lac est avancé, plus sa transparence aura tendance à diminuer.

Carbone organique dissous (COD)

Le carbone organique dissous (COD) peut être produit dans le lac par le phytoplancton et les plantes aquatiques. Plus précisément, il provient des composés émis par le métabolisme de ces derniers ainsi que de leur décomposition par les microorganismes. C'est ce qu'on appelle le COD autochtone. Le COD peut également provenir du bassin versant, et est alors appelé allochtone. Il provient notamment de la dégradation des plantes terrestres, mais peut également 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. La concentration de COD

influence la couleur et la transparence de l'eau. En effet, le COD est lié à la présence de matières qui teintent l'eau, comme l'acide humique (résidus de la décomposition végétale) qui donne une couleur jaunâtre ou brunâtre à l'eau, faisant ainsi diminuer la transparence. Il est mesuré en mg/L et les valeurs obtenues se situent généralement entre 2,3 et 11,2 mg/L. Plus la valeur est élevée, plus l'eau est colorée et affecte la transparence de l'eau.

Depuis 2009, le lac Tremblant fait partie du RSVL et compte deux stations de surveillance (Figure 30). Les concentrations de PT, de Chl *a* et la transparence (profondeur du disque de Secchi) mesurées aux deux stations entre 2009 et 2020 sont présentées à la Figure 31. À l'exception de quelques données atypiques, on observe peu de différence entre les deux stations. La Figure 32 illustre les tendances dans l'évolution des concentrations de PT, Chl *a*, transparence COD aux deux stations. On observe globalement peu de différence, d'une année à l'autre, dans les concentrations de Chl *a*, la transparence et le COD. Les concentrations de PT sont, quant à elles, légèrement plus élevées à partir de 2018, ce qui concorde avec la mise en place d'un nouveau protocole de prélèvement et d'analyse du MELCC. Les données de phosphore de 2004 à 2017 sont en cours de vérification dû à un biais à la baisse (MELCC, s. d.).

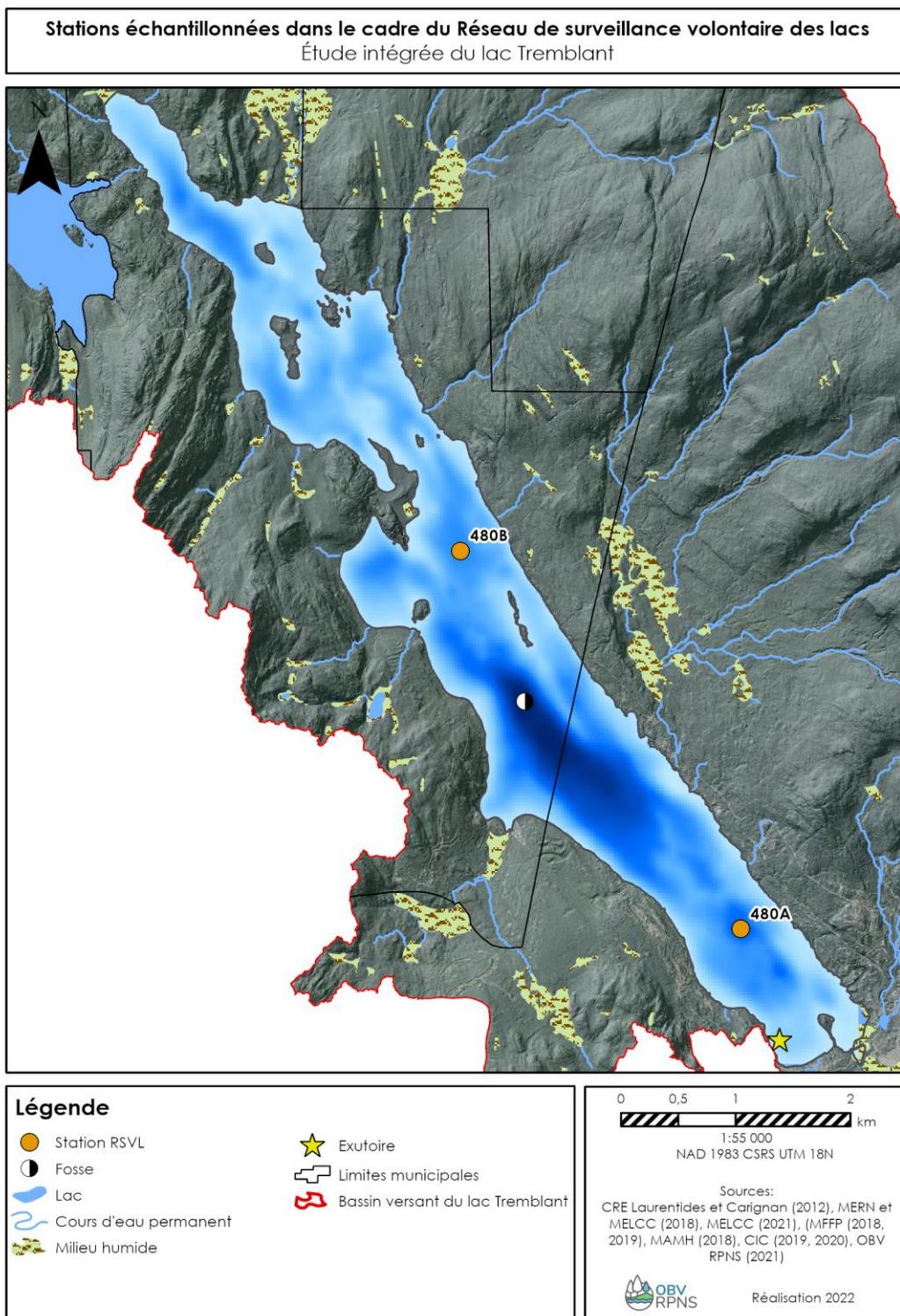


Figure 30 : Stations suivies dans le cadre du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) du MELCC depuis 2009

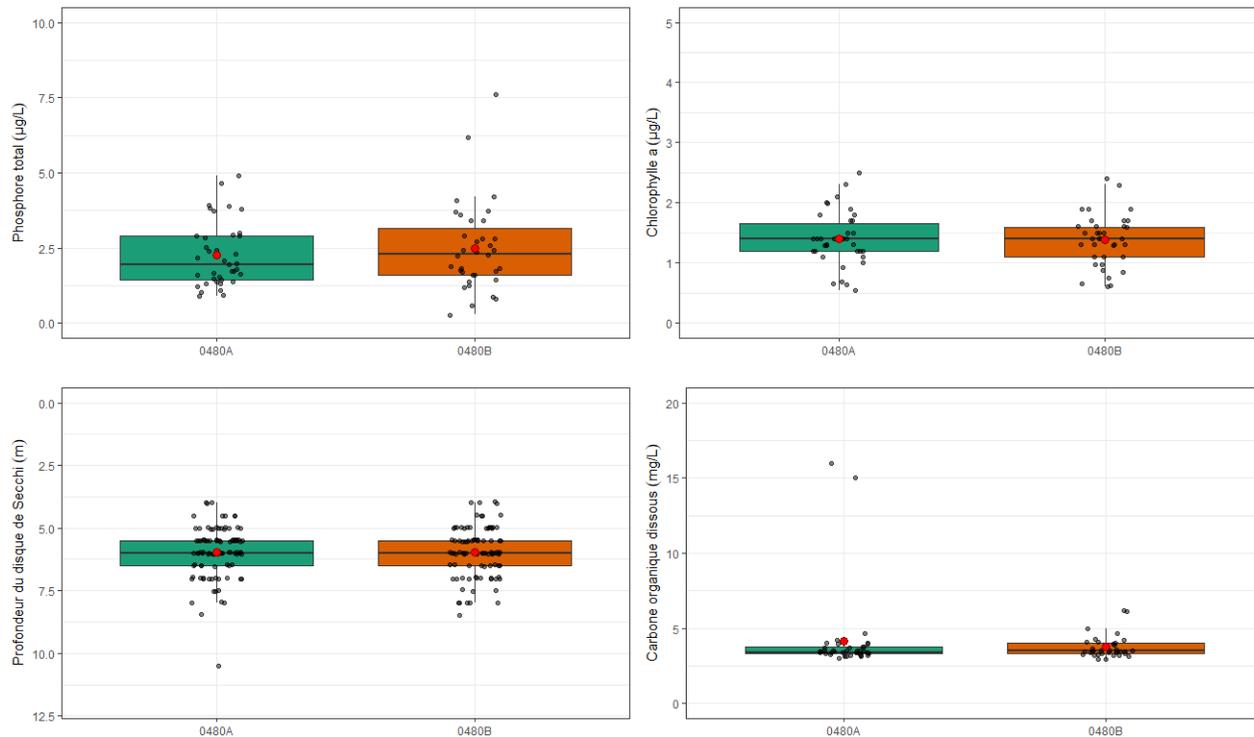


Figure 31 : Concentrations de phosphore total, de chlorophylle a, profondeur du disque de Secchi et concentration en carbone organique dissous mesurées aux stations 0480A et 0480B dans le cadre du RSVL entre 2009 et 2020

*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 $1,5 \times$ l'espace interquartile (distance entre le 25e et 75e percentile) et du 25e percentile à la valeur minimale jusqu'à un maximum de $1,5 \times$ l'espace interquartile. Les valeurs à l'extérieur des boîtes à moustaches sont considérées comme atypiques. Le point rouge représente la moyenne

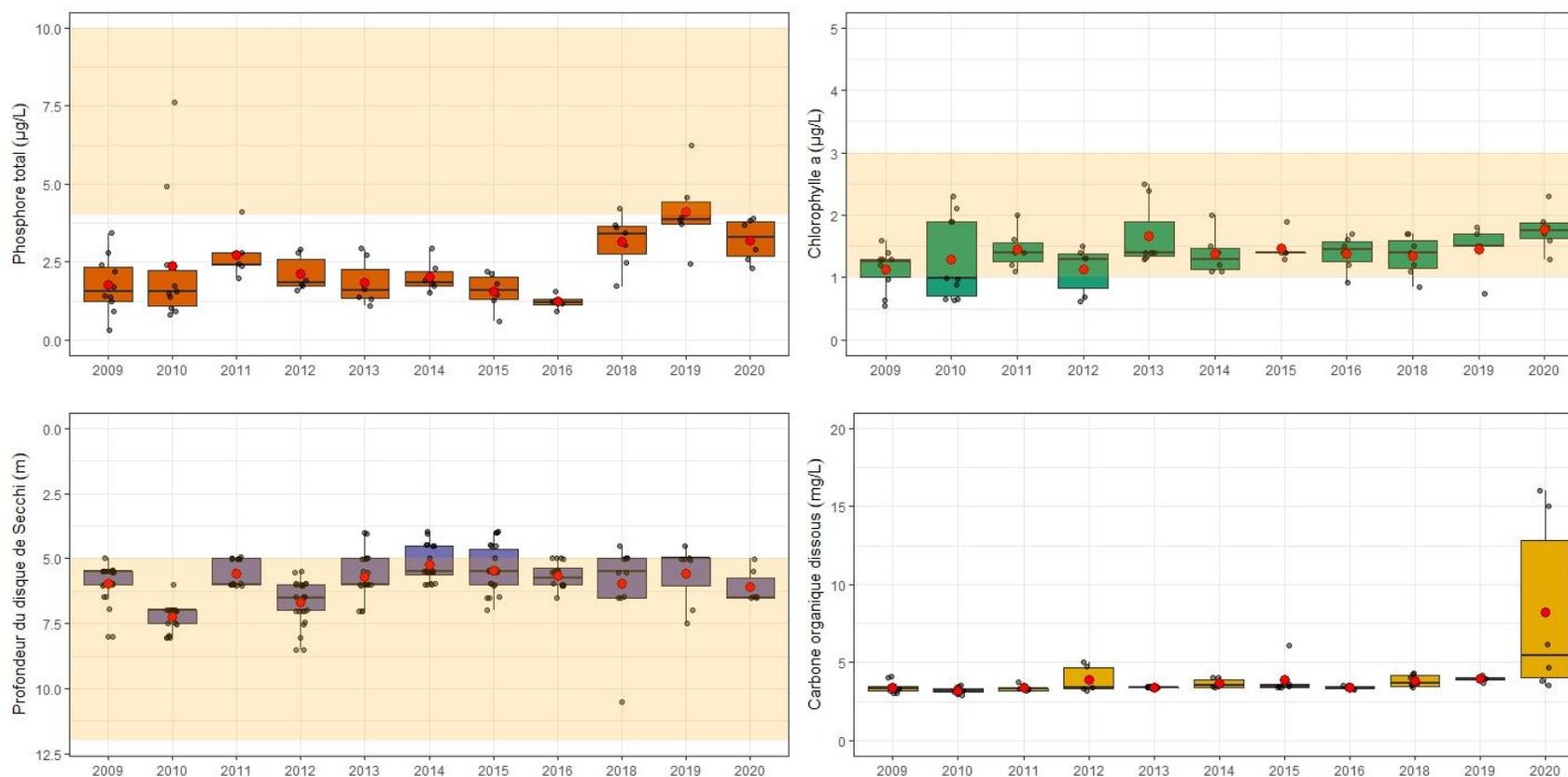


Figure 32 : Concentrations de phosphore total, de chlorophylle a, profondeur du disque de Secchi et concentration en carbone organique dissous mesurées aux stations 0480A et 0480B dans le cadre du RSVL entre 2009 et 2020

*Chaque point représente un prélèvement. Le point rouge représente la moyenne. Le rectangle orange permet de visualiser l'étendue des valeurs correspondant au niveau trophique oligotrophe (ces valeurs sont décrites dans le Tableau 10). 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.

En tenant compte des concentrations de PT et de Chl a et des mesures de transparence entre 2009 et 2020 (Figure 32 ; Tableau 11), les valeurs guides du Tableau 10 permettent de situer le lac Tremblant dans la classe oligotrophe. Les valeurs de COD varient entre 2,9 et 16 mg/L, cependant la moyenne et la médiane montrent que la couleur de l'eau a généralement une faible influence sur la transparence de l'eau (Figure 31; Tableau 11).

Tableau 11 : Étendue, médiane et moyenne des quatre paramètres suivis dans le cadre du RSVL entre 2009 et 2020 aux stations 0480A et 0480B

Paramètre	Étendue	Médiane	Moyenne
Phosphore total (µg/L)	0,3 - 7,60	2,10	2,37
Chlorophylle a (µg/L)	0,55 - 2,50	1,40	1,39
Transparence (m)	10,5 - 4	6	5,96
Carbone organique dissous (mg/L)	2,9 - 16	3,4	3,94

Selon les données du RSVL le lac Tremblant est un lac oligotrophe avec peu ou pas de signes d'eutrophisation (MELCC, 2021d, 2021e).

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 de potentiels symptômes de l'eutrophisation qui pourraient survenir en zone littorale. De plus, 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 phosphore 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, Cattaneo et Planas, 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).

4.3.3 Physico-chimie de l'eau (2021)

Au total, 17 stations ont été échantillonnées (Figure 33), néanmoins certaines d'entre elles furent abandonnées au cours de l'été au profit de nouvelles, soit en raison de la faible variabilité spatiale du point de vue des paramètres physicochimiques (Figure 34) ou, dans le cas des tributaires intermittents, parce qu'il n'y avait pas d'écoulement (Tableau 12).

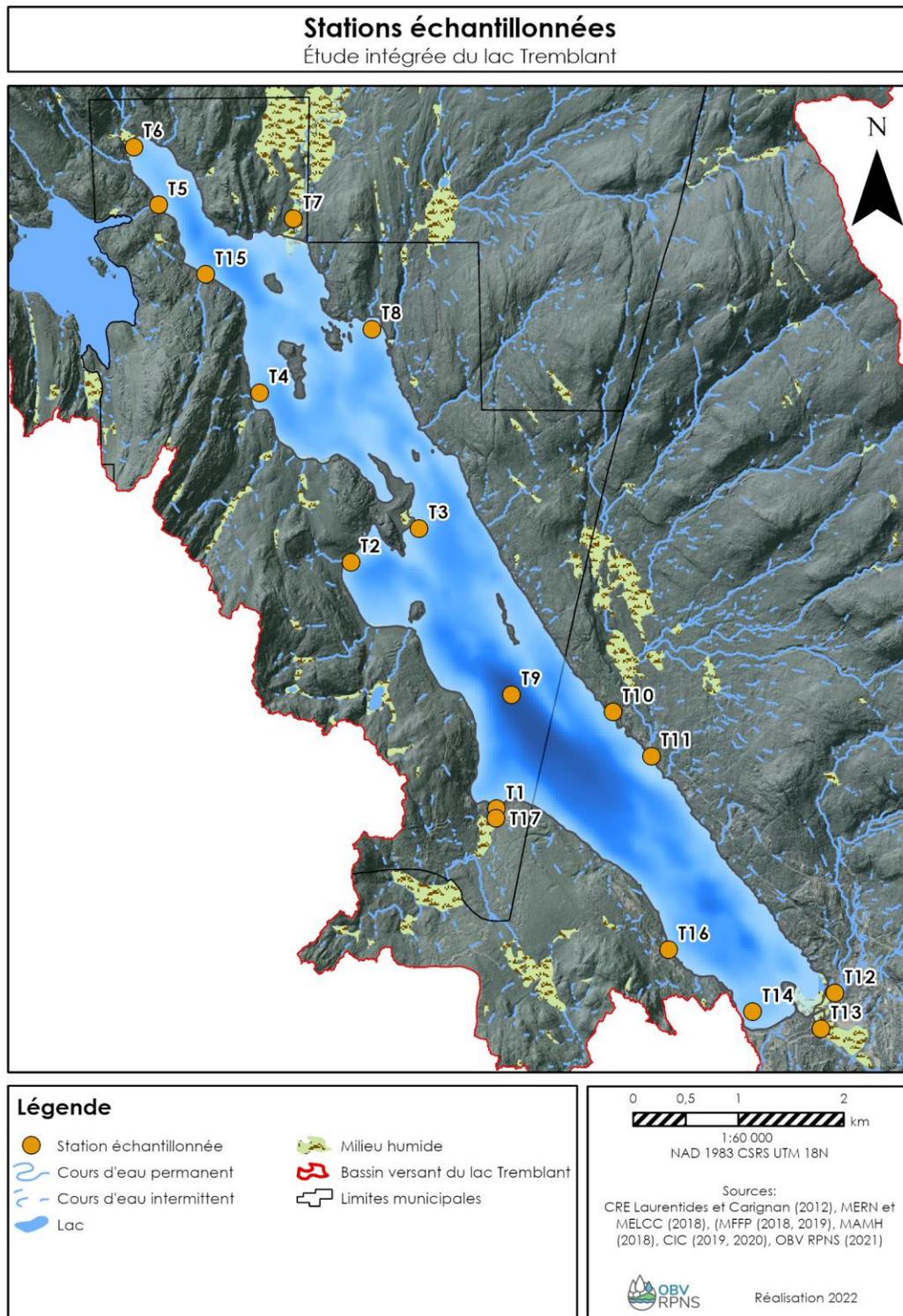


Figure 33 : Localisation des stations échantillonnées sur le lac Tremblant au cours de l'été 2021

*Le « T » pour Tremblant devant le numéro des stations n'est pas utilisé dans le texte et les graphiques

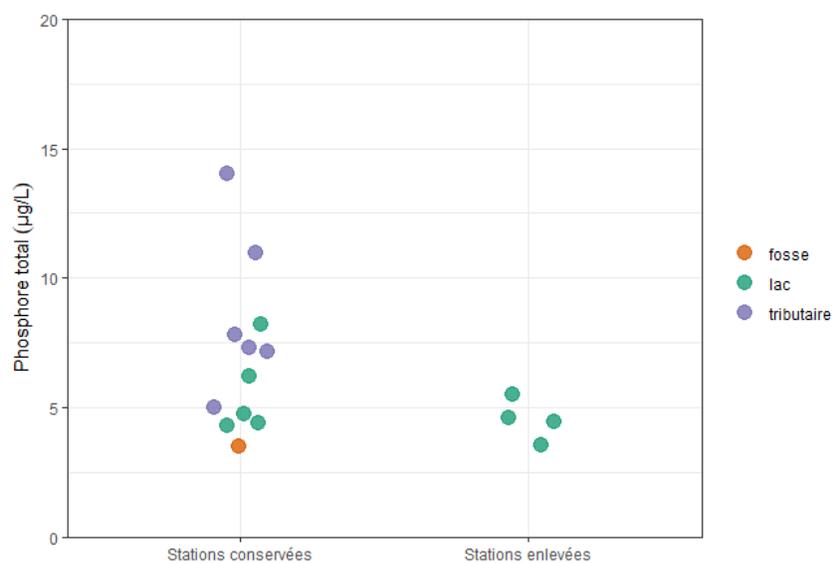


Figure 34 : Concentrations en phosphore total mesurées aux différentes stations le 28 juin 2021

*Les « stations enlevées » correspondent aux stations T3, T4, T8 et T10. Ces dernières ont été échantillonnées lors du 1er échantillonnage seulement. Le code de couleur indique si la station est située à la fosse du lac (orange), ailleurs dans le lac (vert) ou dans les tributaires (mauve).

Tableau 12 : Date des prélèvements d'eau et de la collecte de données physico-chimiques en fonction de la date et de la station

Date	Stations																
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17
28-06-2021	S	S	S	S	S	S	S	S	S, P	S	S	S	S	S	S		
22-07-2021									P								
26-07-2021	S	S			S	S	S		S		S	S	S	S	S	S	S
24-08-2021	S	S			S	S	S		S, P		S	S	S	S	NA	S	S
20-09-2021	S	S			S	S	S		S		S	S	S	S	NA	S	S

S : physico-chimie de l'eau en surface, incluant la prise d'échantillon pour analyse en laboratoire

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

NA : pas d'écoulement lors de l'échantillonnage

4.3.3.1 *Caractéristiques des stations*

Le Tableau 13 décrit brièvement les 13 stations échantillonnées plus d'une fois dans le cadre de ce projet. Des photos de ces stations, à l'exception de la station 9, sont présentées à l'Annexe 5. Le bassin versant de chacun des tributaires échantillonnés est représenté à la Figure 7. Le bassin versant de la station 16 n'a pas été illustré en raison du dynamitage en cours durant l'été 2021, qui a changé la topographie présentée sur le MNT du LiDAR fourni par le MFFP (2019). La modélisation de ce bassin versant ne représenterait pas la réalité.

Tableau 13 : Caractéristiques des 11 stations échantillonnées entre juin et septembre 2021

Numéro des stations 2021	Localisation et caractéristiques des stations
Station 1 (dans le lac)	Dans la baie du Diable, plus précisément à l'entrée de la marina PLTN en zone peu profonde (< 1 m).
Station 2 (dans le lac)	Dans la baie des chevreuils (5-7 m).
Station 5 (tributaire)	Dans le cours d'eau venant du lac Gervais. Le bassin versant de ce tributaire comprend le Petit lac Caribou, le lac Joly et le lac Gervais (Figure 7). Des données sont disponibles pour un de ces trois lacs ; le lac Joly, qui a été classé comme ultra-oligotrophe en 2018 (MELCC, 2021b, 2021c).
Station 6 (dans le lac)	Dans la baie des Ours, près d'un milieu humide (Figure 35). Ce secteur du lac est amené à se développer dans les prochaines années (section 3.5.2).
Station 7 (tributaire)	Dans la partie aval de la rivière Cachée. Une partie de cette rivière est située dans une des zones de préservation ⁹ (P1) du Parc national du Mont-Tremblant (Figure 11). Le bassin versant de la rivière Cachée est le plus grand sous bassin versant du lac Tremblant (66,46 % du bassin versant).
Station 9 (fosse)	Fosse du lac Tremblant.
Station 11 (tributaire)	Cours d'eau près du chemin Desmarais et de l'Impasse des Cascades.
Station 12 (tributaire)	Dans le ruisseau Nansen, en aval du lac Miroir. Le bassin versant du ruisseau Nansen englobe une grande partie de la station Tremblant incluant le village. Le lac Miroir avait été identifié efficace dans son rôle de bassin de sédimentation (Station Mont Tremblant, 2001).

⁹ Partie de territoire d'un parc vouée principalement à la protection du patrimoine naturel et paysager et qui n'est accessible que par des moyens ayant peu d'impact sur le milieu.

Numéro des stations 2021	Localisation et caractéristiques des stations
Station 13 (tributaire)	Au niveau du ponceau du chemin Curé-Deslauriers, dans un CMH d'origine naturel connecté hydrologiquement au lac Tremblant. Ce dernier est traversé par deux routes. Le bassin versant de cette station est présenté à la Figure 7 et Figure 36. Il a comme principaux affluents le ruisseau Élisabeth et un ruisseau en provenance du golf Le Géant. Il reçoit également les eaux de plusieurs réseaux d'égout pluvial, dont celui du bassin Onésime, ainsi que les eaux de drainage du principal stationnement de la station Mont-Tremblant, du stationnement satellite et du stationnement Duplessis (Station Mont Tremblant, 2001). La conservation de ce milieu humide a récemment été classé prioritaire par Conservation de la nature Canada (Figure 8).
Station 14 (dans le lac)	Dans l'aire de mouillage des bateaux au sud du lac Tremblant.
Station 15 (tributaire)	Ce cours d'eau n'était plus connecté au lac en août et en septembre 2021 (plus d'écoulement).
Station 16 (tributaire)	Dans un ruisseau qui traverse le développement Lago Tremblant. Ce cours d'eau n'était plus connecté au lac lors des échantillonnages en août et septembre 2021.
Station 17 (tributaire)	Au niveau du ponceau dans le milieu humide près de la marina PLTN. La conservation de ce milieu humide a récemment été classé prioritaire par Conservation de la nature Canada (Figure 8).

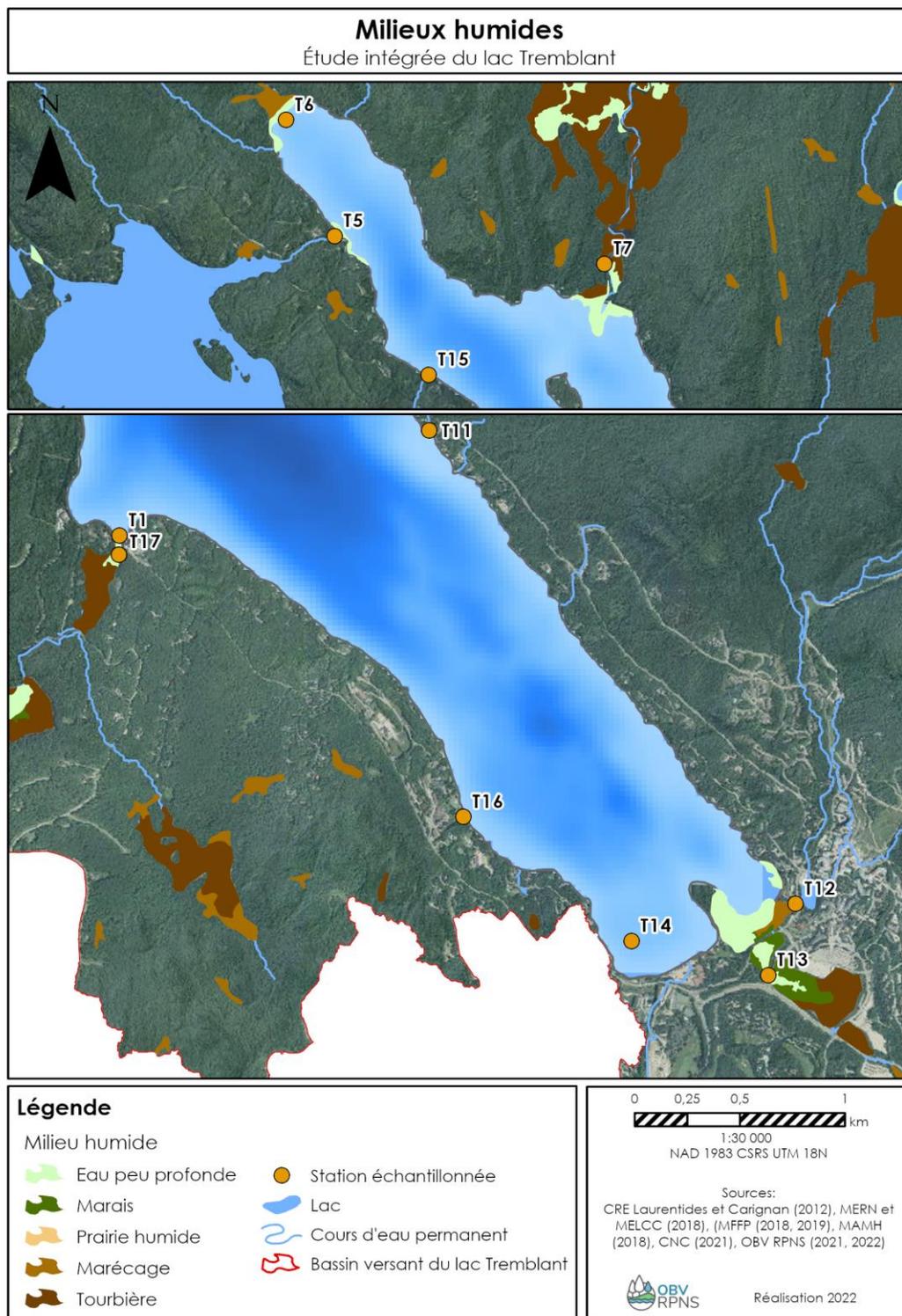


Figure 35 : Zoom sur les stations situées à proximité ou dans des milieux humides (T1, T17, T6, T7, T13)

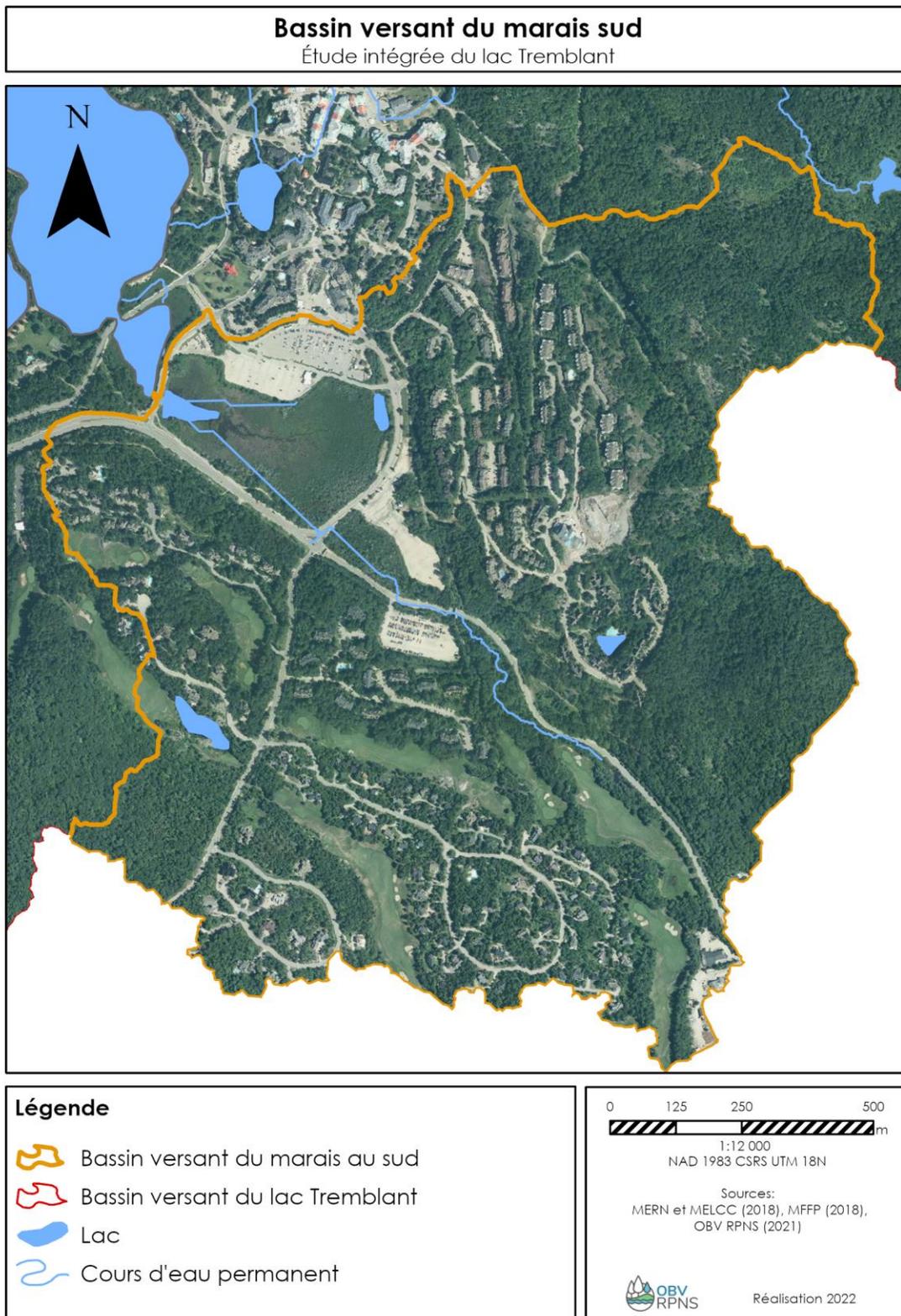


Figure 36 : Bassin versant du complexe de milieux humides situé au sud du lac Tremblant

4.3.3.2 Phosphore total (PT)

La Figure 37 permet de comparer les concentrations de PT mesurées entre juin et septembre 2021 dans les baies, la fosse et les tributaires. Les plus élevées d'entre elles ont été relevées dans des tributaires (Figure 37). De plus, la hauteur des boîtes à moustache montre une grande variabilité des concentrations dans ces derniers. Dans le lac, les concentrations mesurées sont très faibles ($<10 \mu\text{g/L}$), la moyenne de celles enregistrées dans les baies ($4,4 \mu\text{g/L}$) est légèrement supérieure à celles des relevées à la fosse du lac ($3,1 \mu\text{g/L}$).

Malgré des conditions climatiques différentes entre les dates d'échantillonnage, en juin et juillet (temps de pluie¹⁰) par rapport à août et septembre (temps sec) selon les données de la station météo de St-Jovite (Figure 25), la Figure 38 montre que les concentrations de PT dans le lac et les tributaires sont peu variables d'une date d'échantillonnage à l'autre. À noter, que selon la station météo La Macaza, les dates d'échantillonnage en juin et juillet ne correspondait pas un temps de pluie (Figure 24).

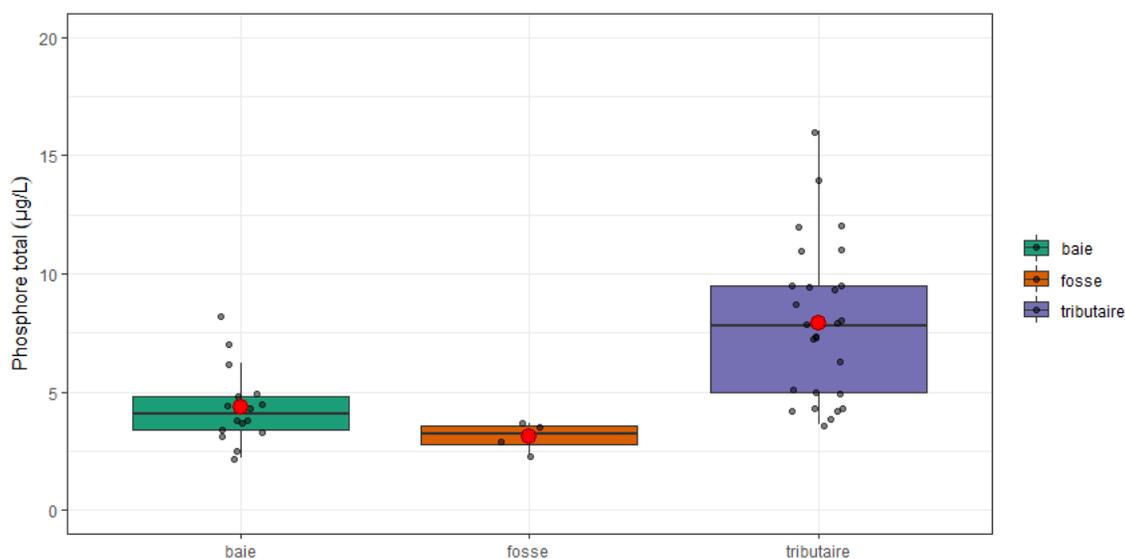


Figure 37 : Comparaison entre les concentrations de phosphore total mesurées dans les baies, la fosse du lac et les tributaires toutes dates confondues

¹⁰ Plus de 15 mm de pluie dans les 24 h précédant l'échantillonnage

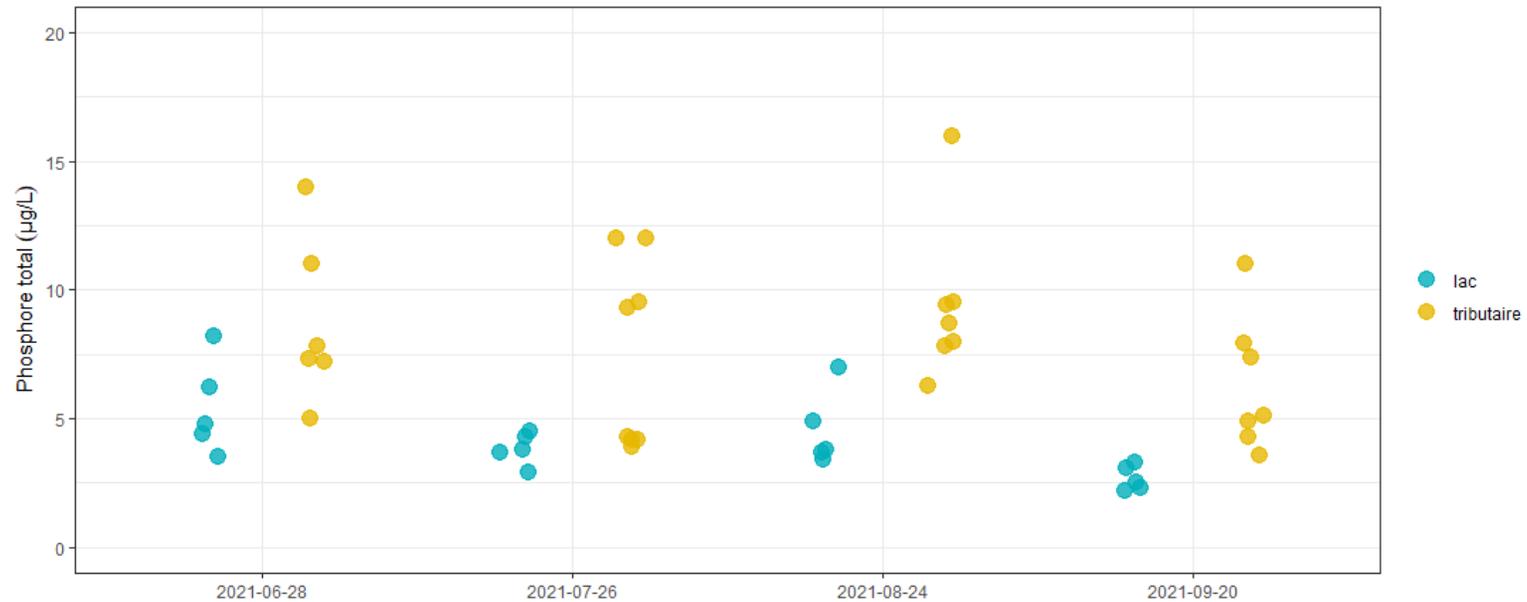


Figure 38 : Comparaison entre les concentrations de phosphore total mesurées dans le lac (baie et fosse) et les tributaires aux quatre dates échantillonnées

La Figure 39 représente graphiquement les concentrations de PT mesurées entre juin et septembre 2021 aux 13 stations. Parmi les tributaires, les concentrations de PT les plus élevées ont été mesurées dans les stations 13 et 17, avec des moyennes légèrement supérieures à 10 µg/L (10,7 µg/L ; 13 µg/L). Ces deux stations sont situées dans des milieux humides, des sites de fortes productions de matières organiques pouvant expliquer ces résultats (Figure 35).

Parmi les stations mesurées dans les baies du lac Tremblant, la moyenne de la concentration en PT est légèrement plus élevée à la station 1 en raison des résultats obtenus en juin et en août (Figure 40). Cette station, située à proximité de la # 17, est probablement influencée par le milieu humide. Les concentrations de phosphore total sont néanmoins 2 à 3,5 fois plus faible dans le lac que dans le milieu humide, en eau peu profonde (Figure 40). Les milieux humides sont généralement des zones naturelles de rétention du phosphore grâce à une forte productivité biologique et une faible décomposition de la matière organique (Pinay et al., 2018). Il est cependant important de préciser que leur capacité de rétention est régulé à la fois par des facteurs biologiques, physiques et chimiques (Pinay et al., 2018 ; Reddy, Kadlec, Flaig et Gale, 1999) et qu'elle est dynamique dans le temps. À court terme, le phosphore est assimilé par les végétaux, le périphyton et les microorganismes durant leur période de croissance. À long terme, le phosphore est piégé dans les sédiments et l'accumulation de la matière organique (Pinay et al., 2018 ; Reddy, Kadlec, Flaig et Gale, 1999).

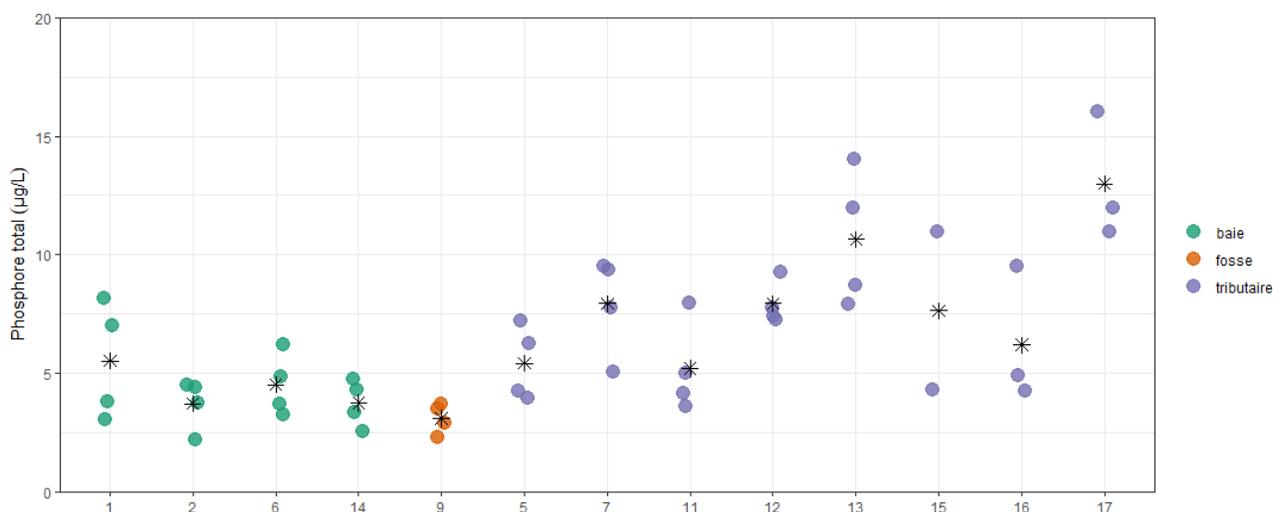


Figure 39 : Concentration de phosphore total à chaque station toutes dates confondues (juin à septembre 2021)

*L'étoile représente la moyenne

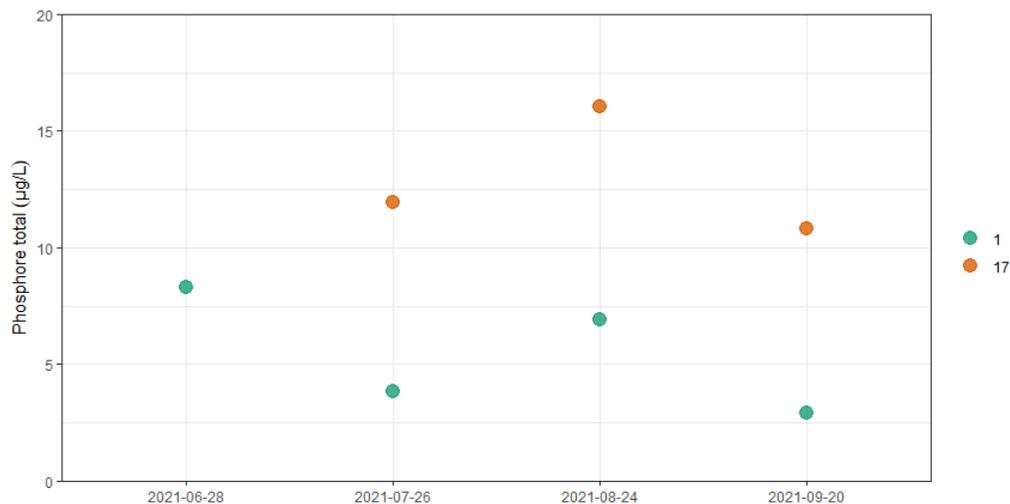


Figure 40 : Phosphore total aux stations 1 et 17 de juin à septembre 2021

*La concentration de PT n'a pas été mesurée le 28 juin à la station 17.

4.3.3.3 Matières en suspension (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. 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).

Les MES ont été mesurées à toutes les stations lors du premier échantillonnage, en juin 2021 et présentaient toutes une concentration inférieure ou égale à la limite de détection (<1 mg/L) (Annexe 6). En juillet, les MES ont été analysées une seconde fois dans le lac aux stations 1 et 14, des stations situées près de marina PLTN et de l'aire de mouillage de bateaux au sud du lac Tremblant. Ces prélèvements visaient à tester l'hypothèse selon laquelle le mouvement des bateaux contribuerait à augmenter les MES dans la colonne d'eau. Les résultats se sont également avérés inférieurs à la limite de détection. Ces résultats pourraient s'expliquer par : (1) un faible impact des bateaux sur la concentration de MES dans la zone pélagique, (2) un protocole inadéquat pour mesurer l'impact des bateaux sur la remise en suspension des sédiments.

La concentration de MES a été mesurée dans les tributaires lors des quatre échantillonnages, lorsque possible. Les résultats sont présentés à la Figure 41. Des valeurs égales ou supérieures à 2 mg/L ont été mesurées aux stations 5, 12, 13 et 16. La Figure 21 montre que les stations 12, 13 et 16 sont situées dans des secteurs : (1) plus susceptibles d'être des sources de sédiments, par ruissellement, pour le réseau hydrographique et (2) où des foyers d'érosion ont été observés. De plus, d'important travaux étaient en cours pour la construction d'un projet immobilier près de la station 16. La concentration en MES la plus élevée a été mesurée à la station 13, le 20 septembre, avec une valeur de 4 mg/L. Les valeurs de MES

plus élevées à la station 13 concordent avec les valeurs de turbidité mesurées à cette station (Figure 43) et les observations sur le terrain (ex. Figure 42).

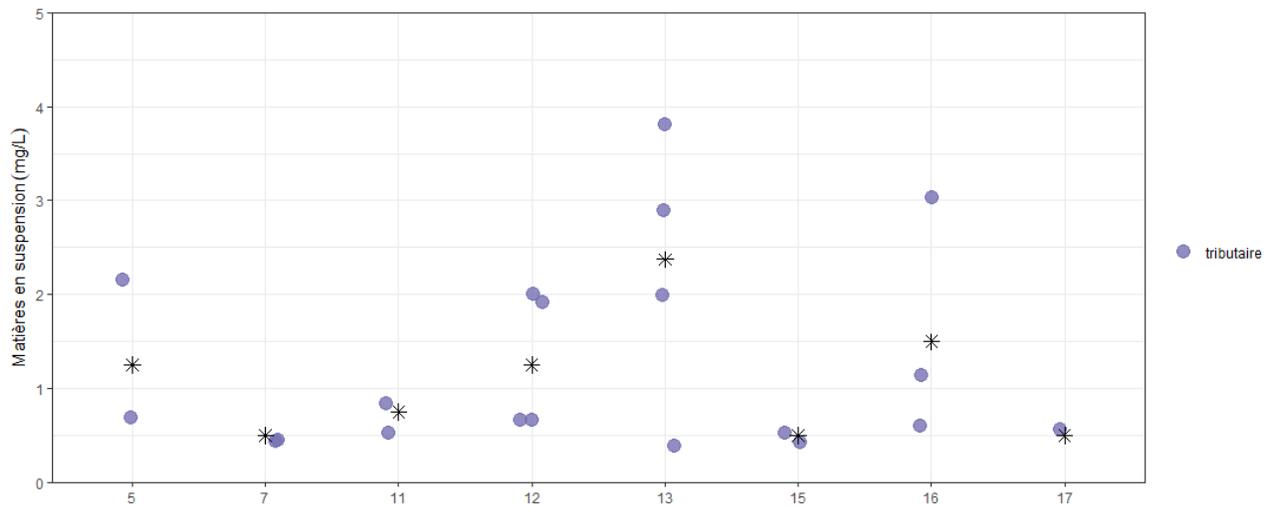


Figure 41 : Concentrations en matières en suspension (MES) aux 17 stations mesurées entre juin et septembre 2021

*Les MES ont été mesurées deux fois (juin et juillet) à la station 7 et une fois en juillet à la station 17



Figure 42 : Photo prise à la station 13, le 20 septembre 2021, date à laquelle la concentration de matières en suspension était de 4 mg/L

4.3.3.4 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 présence de MES dans l'eau, comme le plancton, les matières organiques et inorganiques, etc. Elle peut augmenter en raison de travaux de construction, de rejets industriels, urbains et agricoles. Bien qu'il existe des normes pour la qualité de l'eau potable, il ne semble pas avoir de normes environnementales pour l'eau des lacs ou des rivières. Cependant, d'un point de vue purement esthétique, il est suggéré que la turbidité soit inférieure à 50 UTN afin de protéger les eaux utilisées à des fins récréatives (Gouvernement du Canada, 2012).

La diminution de la pénétration de la lumière dans l'eau a un impact sur la croissance des macrophytes immergés (intolérants à la turbidité). Ainsi, une turbidité élevée entraîne une perte d'espèces et le milieu se retrouve dominé par des plantes aquatiques flottantes et émergentes. Ce changement spécifique dans la communauté de plantes aquatiques aura un impact sur les invertébrés benthiques et le zooplancton (composition en espèces) puis sur les communautés de poissons (perte de diversité).

La moyenne des valeurs de turbidité mesurées à la fosse durant l'été 2021 (28 juin, 22 juillet et 24 août) est de 0,5 UTN, ce qui correspond à la même gamme de valeurs enregistrées il y a 24 ans dans la partie sud du lac (2 juin : 0,6 UTN ; 25 août : 0,5 UTN). Ces valeurs concordent avec les mesures de la profondeur du

disque de Secchi depuis 2009 dans la zone pélagique du lac (Figure 32) et caractérisent une eau très claire.

Les valeurs enregistrées ailleurs dans le lac (baie) sont similaires à celles à la fosse. Néanmoins, la turbidité était légèrement plus élevée à la station 1. Cette légère différence avec les autres stations dans le lac pourrait être liée à une concentration plus élevée de phytoplancton (donnée non disponible) liée à sa proximité avec le milieu humide (voir turbidité station 17 ; Figure 43). Elle pourrait également s'expliquer par la proximité de cette station avec la berge ainsi que la faible profondeur (< 1 m), facilitant la remise en suspension des sédiments par le vent ou les bateaux.

La turbidité est généralement plus élevée dans les tributaires, avec les valeurs plus élevées dans les deux milieux humides (stations 13 et 17). Ces derniers sont des sites caractérisés par une forte productivité biologique, où des concentrations élevées de phytoplancton peuvent augmenter la turbidité. Ils reçoivent de plus les sédiments provenant du ruissellement sur le sol et les retiennent grâce à la végétation. La comparaison des données de turbidité avec les concentrations de MES mesurées à ces deux stations (Figure 41) tendent à supporter la première hypothèse dans le cas de la station 17 (phytoplancton) et la deuxième hypothèse dans le cas de la station 13 (sédiments). Davantage de mesures de MES (une seule à la station 17 comparativement à 4 à la station 13) combinées à des mesures de Chl a pourraient confirmer ou infirmer ces hypothèses.

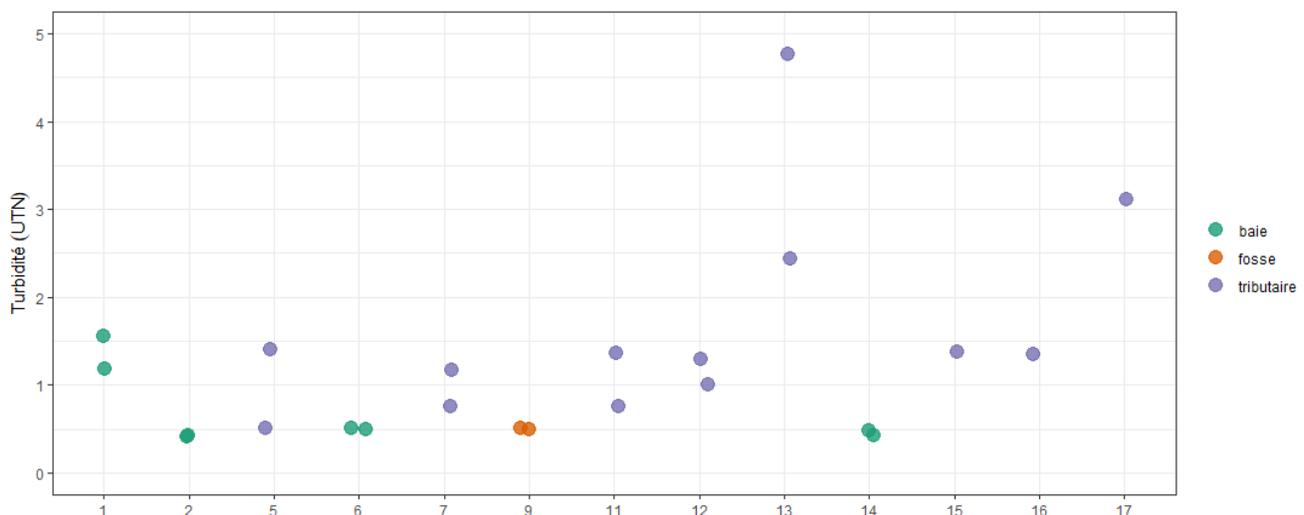


Figure 43 : Valeurs de turbidité mesurées en juin et en août 2021 aux 17 stations

*La turbidité n'a pas été mesurée en juin aux stations 15, 16 et 17

4.3.3.5 Conductivité et chlorures (ion chlorure Cl⁻)

La conductivité se définit par la capacité de l'eau à conduire l'électricité et elle dépend de la nature géologique du socle rocheux dans lequel le plan d'eau se situe ainsi que de la température de l'eau. Elle est mesurée en $\mu\text{S}/\text{cm}$. En raison de l'influence de la température sur la mesure de conductivité, un calibrage est réalisé afin d'obtenir une valeur moyenne pour le lac et non une valeur spécifique pour une température donnée. La conductivité de l'eau est un indicateur de la quantité de matières dissoutes qui possèdent un pouvoir conducteur, comme le bicarbonate, le calcium, le chlorure, le magnésium et le potassium. La conductivité naturelle dans les lacs de la région des Laurentides, dont le sol du bassin

versant est constitué de roche granitique, de gneiss ou de sable, se situe généralement entre 10 et 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (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).

La conductivité mesurée à la fosse du lac Tremblant en juin, juillet et août 2021, de la surface jusqu'en profondeur, varie très peu (28,4-30,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Annexe 7). Avec une conductivité moyenne à la fosse de 29,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, les valeurs de conductivité du lac Tremblant se situent dans l'étendue des valeurs naturelles de ce paramètre dans des lacs de la région des Laurentides. Il en va de même pour toutes les stations échantillonnées dans le lac (baie) de juin à septembre 2021 (29,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -40,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Figure 44). À titre de comparaison, la conductivité spécifique mesurée en surface entre 2005 et 2018 dans 56 lacs situés dans le Parc national du Mont-Tremblant variait entre 11 et 34 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CRE Laurentides et Carignan, 2019).

La conductivité mesurée dans les tributaires varie, selon les stations, de 13 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 404,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figure 44). La conductivité mesurée aux stations 7, 11 et 15 est inférieure à 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La conductivité mesurée aux cinq autres tributaires est supérieure à 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$, avec des valeurs supérieures à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aux stations 13 et 16.

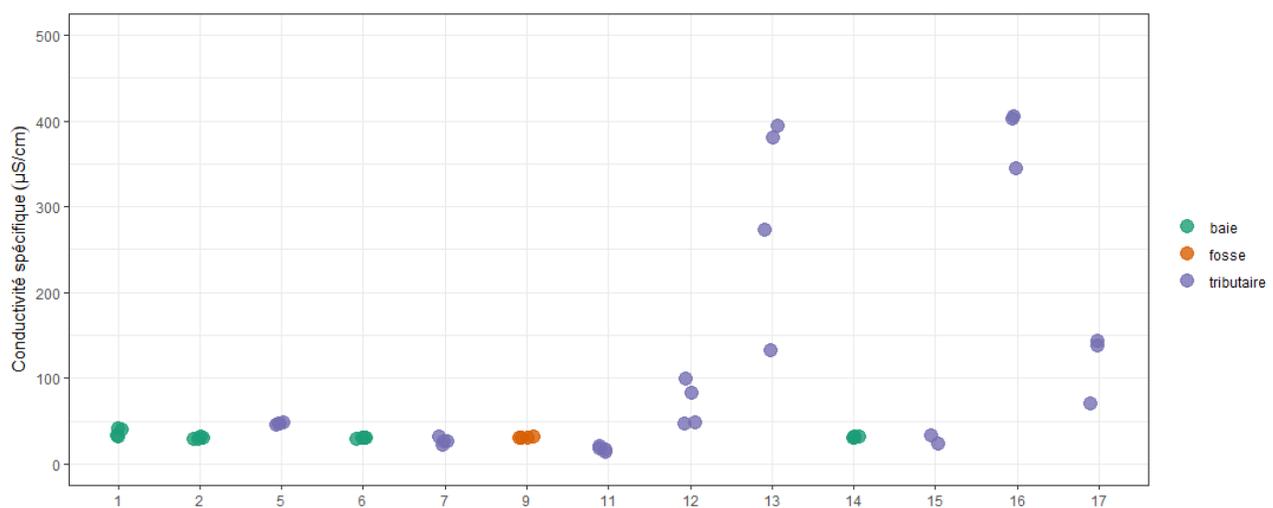


Figure 44 : Conductivité spécifique mesurée en surface aux stations 1-17 en juin, juillet, août et septembre 2021

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, s. d.). Ce chlorure s'infiltré 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 du chlorure présent dans les eaux de surface proviendrait des sels de voiries (Kincaid et Findlay, 2009).

La concentration en ions chlorures a été mesurée entre juin et septembre 2021 à six stations afin de détecter une augmentation de ces ions dans l'eau du lac Tremblant et certains de ces tributaires. Les analyses révèlent que les concentrations en chlorures sont toutes inférieures au seuil de protection de la vie aquatique de 230 mg/L (MELCC, s. d.). Cependant, l'augmentation des concentrations en chlorures

à des taux pourtant inférieurs à cette norme pourrait avoir un impact sur les écosystèmes aquatiques du lac Tremblant.

Les concentrations en ions chlorures mesurées dans le lac Tremblant (stations 1 et 9) sont demeurées égales ou inférieures à la limite de détection de la méthode (2 mg/L) aux quatre dates d'échantillonnage (Figure 45). Ces résultats sont comparables aux concentrations mesurées dans 56 lacs dont les bassins versants n'étaient pas développés (aucune route goudronnée) (Keltling, Laxson et Yerger, 2012). Cette étude, réalisée dans le Parc des Adirondacks (États-Unis), a rapporté des concentrations en chlorure variant entre 0,1 et 5,3 mg/L dans ces lacs, dont 90% d'entre eux présentait une concentration inférieure à 2,5 mg/L. Cette même étude a mesuré, dans 82 lacs comprenant des routes dans le bassin versant, la concentration en chlorure. Celle-ci variait alors entre 0,1 et 58 mg/L, avec un taux supérieur à 2,5 mg/L dans 80 % des lacs. La médiane des concentrations en chlorure dans les lacs avec des bassins versants sans routes goudronnées (0,24 mg/L) est 29 fois inférieure à celle mesurée dans les lacs avec des routes goudronnées (7,22 mg/L).

Les concentrations mesurées dans les tributaires (ruisseaux et milieux humides) du lac Tremblant varient entre 4 et 67 mg/L (Figure 45). La concentration moyenne de la station 17 (4,3 mg/L) est supérieure à 2,5 mg/L (seuil observé pour 90% des lacs des Adirondacks sans routes goudronnées dans leur bassin versant), mais chevauche tout de même la gamme de celle mesurée dans ces lacs.

Avec une concentration moyenne de 8 mg/L, les concentrations en chlorures mesurées à la station 12 (ruisseau Nansen) sont dans le même éventail de valeurs que celles mesurées entre 1997 et 2000 au même endroit (Figure 46). Cette étude avait pour but de réaliser des suivis à plusieurs points de mesure situés dans le lac Tremblant et la Station Tremblant (Station Mont Tremblant, 2001). Elle visait également à mesurer les chlorures dans le ruisseau Nansen en amont de la station 12, afin de comparer les concentrations aux deux stations. Les faibles valeurs mesurées en amont montraient un effet des sels de voiries sur le taux d'ions chlorures mesuré à la station 12 (Station Mont Tremblant, 2001). Ces concentrations expliquent probablement les valeurs de conductivité enregistrées à la station 12 de 1993 à 2000 et en 2021 (Figure 47).

Les concentrations en chlorures les plus élevées ont été observées aux stations 13 (22-67 mg/L) et 16 (33-39 mg/L), ce qui explique probablement les valeurs de conductivité élevées enregistrées à ces mêmes stations (Figure 44). Ces dernières semblent vulnérables aux sels de voirie en raison de leur proximité avec des infrastructures sur lesquelles ils sont épandus. La station 16 est située à proximité d'un développement immobilier comprenant des stationnements et la Figure 36 montre la proximité des routes et des stationnements avec le complexe de milieux humides dans lequel est situé la station 13. La Figure 48 et la Figure 49 permettent de comparer respectivement les valeurs de conductivité et les concentrations en chlorures mesurées dans le cadre de cette étude à celles enregistrées entre 1993 et 2000 à la station 13. On constate une augmentation graduelle des valeurs de ces paramètres entre 1993 et 2000. En 2021, les valeurs de conductivité sont dans la même gamme de valeurs que celles enregistrées entre 1993 et 2000. Quant aux chlorures, trois valeurs sur quatre dépassent l'éventail de valeurs mesurées entre 1993 et 2000.

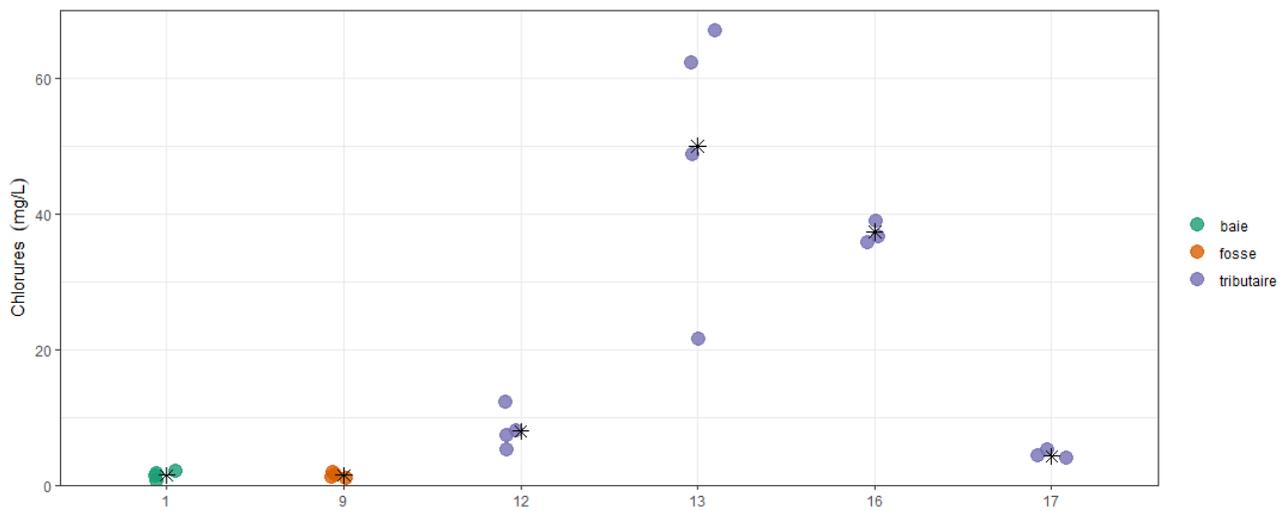


Figure 45 : Concentrations en chlorures mesurées en surface à 6 des 13 stations échantillonnées entre juin et septembre

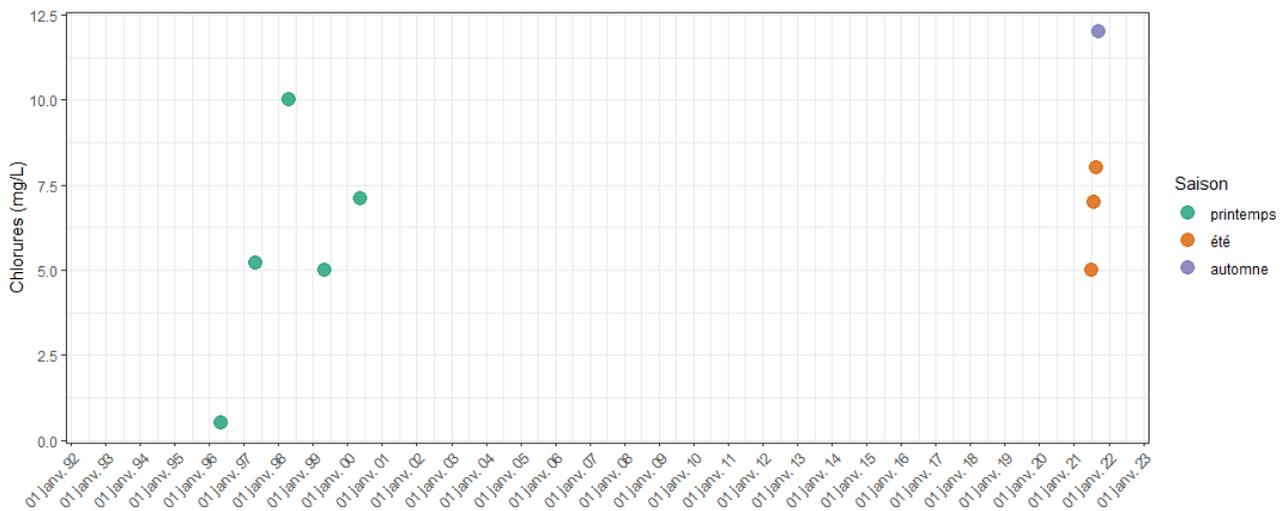


Figure 46 : Concentrations en chlorures mesurées à la station 12 de 1996 à 2000 et en 2021

*Le code de couleur indique la saison lors de l'échantillonnage.

*Source des données de 1993 à 2000 : (Station Mont Tremblant, 2001)

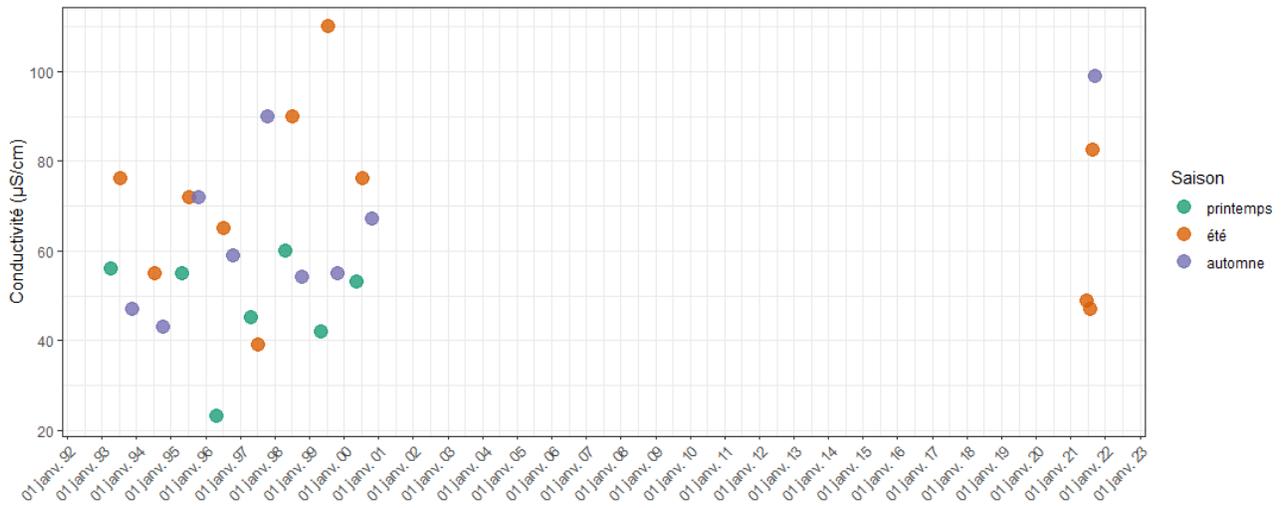


Figure 47 : Conductivité mesurée à la station 12 de 1993 à 2000 et en 2021

*Le code de couleur indique la saison lors de l'échantillonnage

*Source des données de 1993 à 2000 : (Station Mont Tremblant, 2001)

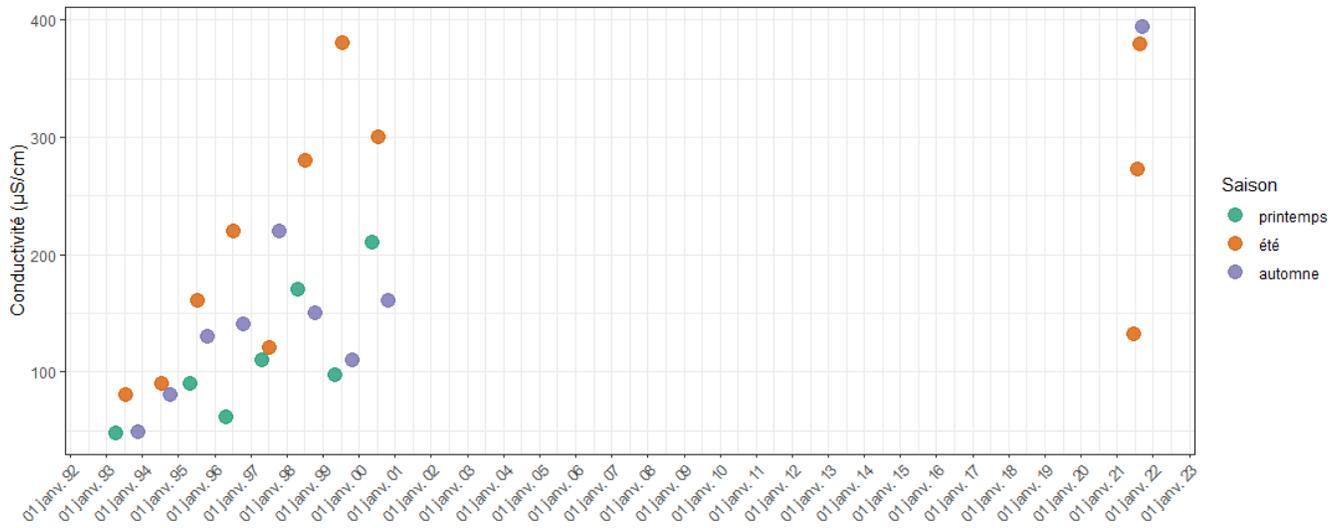


Figure 48 : Conductivité mesurée à la station 13 de 1993 à 2000 et en 2021. Le code de couleur indique la saison lors de l'échantillonnage

*Source des données de 1993 à 2000 : (Station Mont Tremblant, 2001)

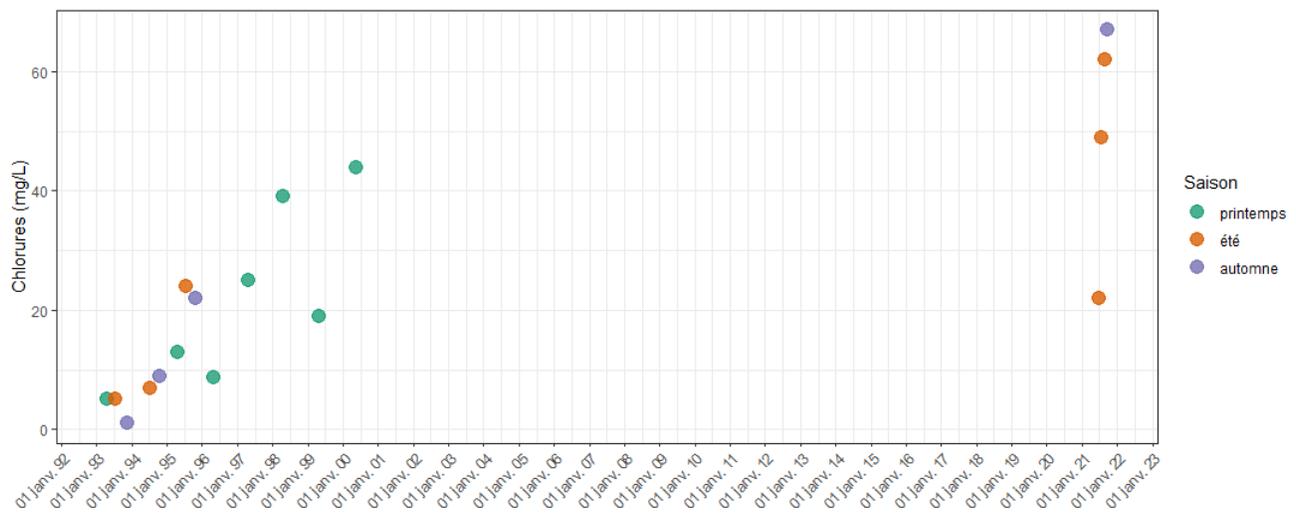


Figure 49 : Concentration de chlorures mesurée à la station 13 entre 1993 et 2021

*Source des données de 1993 à 2000 :(Station Mont Tremblant, 2001).

4.3.3.6 Stratification thermique

La stratification thermique est un phénomène observé dans les lacs des régions tempérées, comme le Québec, ayant une profondeur importante (Kalf, 2002). Durant l'été, dans les régions tempérées, l'eau en surface se réchauffe et sa densité diminue par rapport à l'eau plus profonde, qui elle, demeure plus froide. Cet écart de densité amène une répartition des masses d'eau dans le lac pour la durée de la saison estivale. De façon générale, l'eau se divise en trois couches d'épaisseur variable selon les lacs et qui se nomment, de la surface vers le fond, l'épilimnion, le métalimnion et l'hypolimnion.

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 un brassage des couches. Cependant, l'intensité du mélange des eaux peut varier selon différents facteurs. Puis, au printemps, un brassage est également observé au sein des plans d'eau suite à 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 dépend de plusieurs facteurs, comme l'intensité du brassage vertical, les échanges entre l'air et l'eau, le taux de photosynthèse et de respiration.

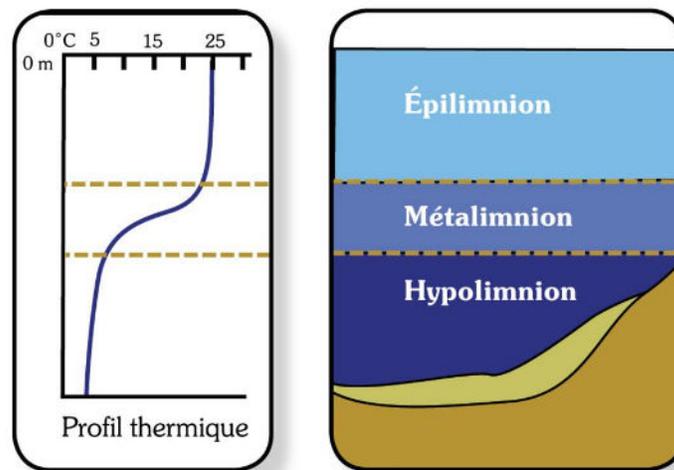


Figure 50 : Schématisation du profil thermique et de la stratification thermique

*Tirée de la Trousse des lacs (CRE Laurentides, 2009)

Les profils de température réalisés entre juin et août 2021 montre une stratification avec les trois strates (épilimnion, métalimnion et hypolimnion), typique des lacs profonds des régions tempérées. À noter que le 28 juin et le 24 août, le bateau n'était pas ancré et qu'en raison du fort vent et du courant, il était difficile de le maintenir en position, ce qui explique probablement la variabilité des valeurs de température dans l'épilimnion à ces dates par rapport à juillet. Le profil de température en juillet permet de définir l'épilimnion entre 0 et 6 m, avec un métalimnion de 6 à 10 m et l'hypolimnion à partir de 10 m.

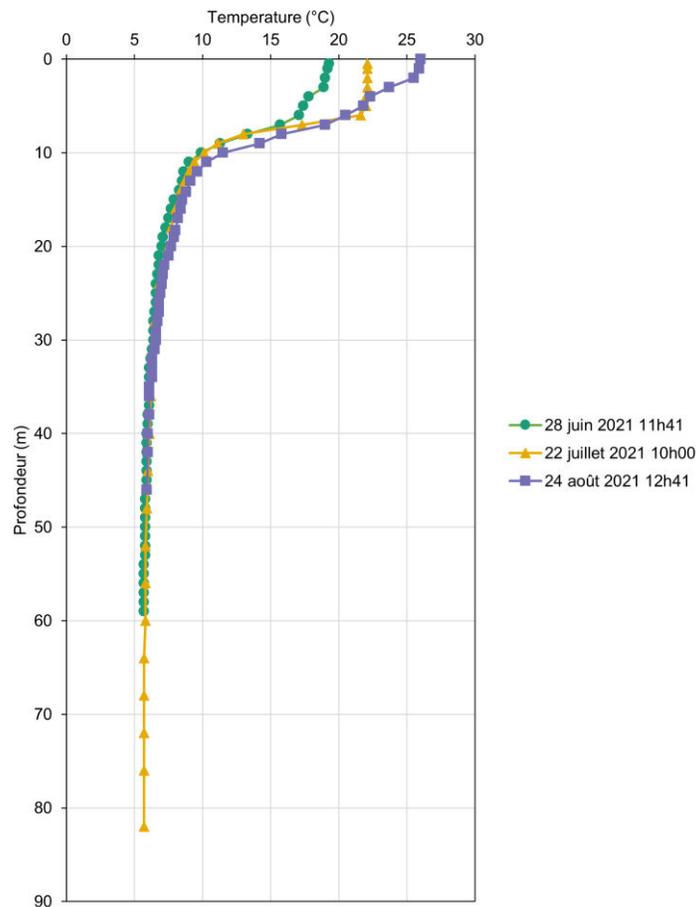


Figure 51 : Profils de température réalisés en juin, juillet et août à la fosse (station 9) du lac Tremblant

Les eaux de surface des lacs à travers le globe se réchauffent (O'Reilly et al., 2015). Au cours des cinq dernières décennies, on observe, à l'échelle du Canada, une diminution de la durée pendant laquelle les lacs sont recouverts de glace (Derksen et al., 2019). 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., 2019). Dans une optique de suivre l'effet des changements climatiques sur le lac Tremblant, 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 a été compilé par un bénévole entre 1952 et 2017 (Préservation Lac-Tremblant-Nord, s. d.). Nous avons utilisé ces données pour représenter graphiquement le nombre de jours par saison où le lac Tremblant est recouvert de glace (Figure 52). Ces valeurs montrent que la durée de la couverture de glace saisonnière du lac n'a pas diminué significativement entre 1952 et 2017 (R^2 ajusté = 0,03153). À noter que plusieurs données n'ont pas été prises en compte, car aberrantes (saison 2003 et saisons 2008-2014).

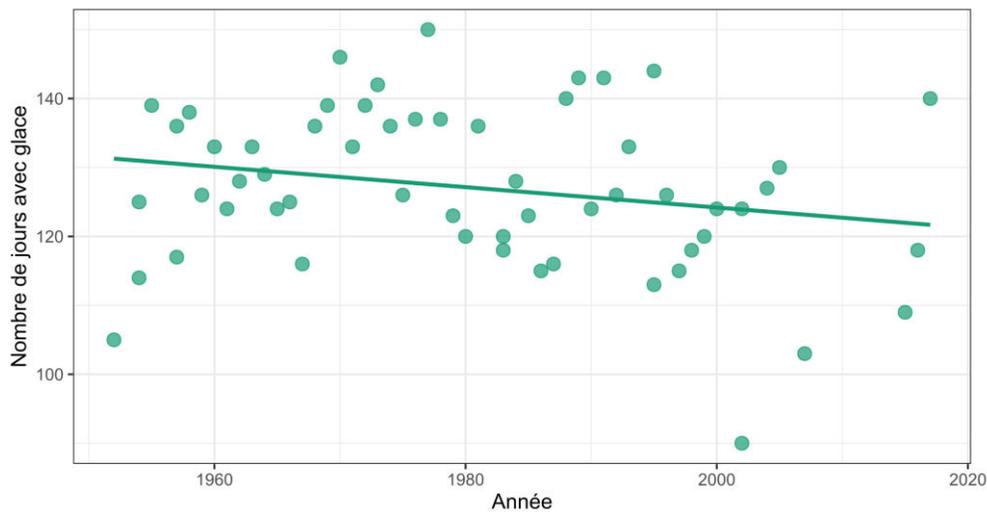


Figure 52 : Nombre de jours avec glace entre 1952 et 2017 et tendance linéaire

*Les dates de gel et dégel avec lesquelles a été calculé le nombre de jours avec glace proviennent du site web de Préservation Lac-Tremblant-Nord. Les données pour la saison 2003 et les saisons 2008 à 2014 n'ont pas été représentées.

4.3.3.7 Oxygène dissous (OD)

Dans les milieux aquatiques, l'oxygène se trouve sous forme dissoute et peut être mesuré en mg/L. Tout comme dans les milieux terrestres, cette molécule gazeuse est essentielle à la respiration d'une multitude d'organismes (poissons, invertébrés, plancton, bactéries, etc.). La concentration d'oxygène dissous (OD) dans l'eau influence également la solubilité du phosphore et d'autres éléments nutritifs (Kalff, 2002). La solubilité de l'oxygène dans l'eau est influencée par la température et la pression hydrostatique (et donc par la profondeur). Plus l'eau est froide, plus elle pourra contenir d'oxygène, alors que plus la pression est élevée, moins l'eau pourra contenir d'oxygène.

Dans le lac Tremblant, la colonne d'eau est riche en oxygène jusqu'à 82 m (profondeur maximale atteinte au site d'échantillonnage). Le lac Tremblant ne présente donc pas de déficit en OD dans l'hypolimnion (Figure 53). Le profil d'oxygène dissous observé au lac Tremblant est typique des lacs stratifiés oligotrophes avec des eaux claires (profil d'oxygène orthograde). Dans ces lacs, la quantité de matière organique produite dans l'épilimnion et provenant du bassin versant est faible. C'est pourquoi, une fois que cette matière a sédimenté dans l'hypolimnion, sa décomposition par 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 est plus grande dans les eaux froides, on observe une plus grande concentration d'OD dans l'hypolimnion que dans l'épilimnion (Kalff, 2002).

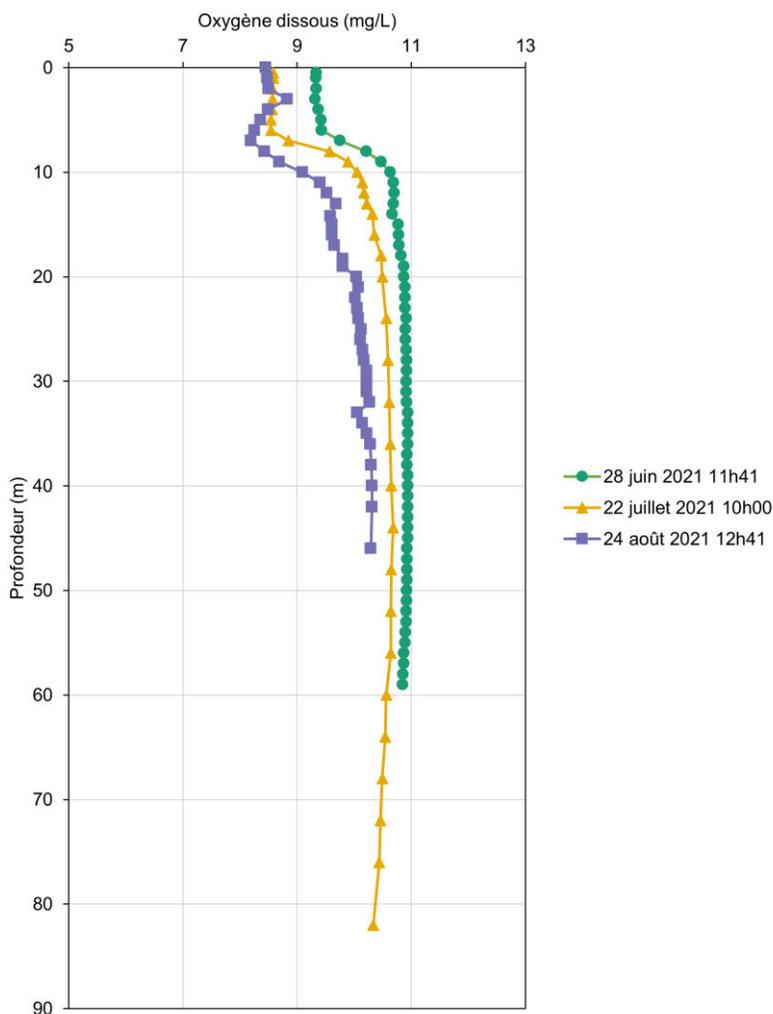


Figure 53 : Profil d'oxygène dissous mesuré entre juin et août 2021 à la fosse (station 9) du lac Tremblant

4.3.3.8 pH

La mesure du pH (potentiel Hydrogène) permet de visualiser l'acidité ou l'alcalinité de l'eau en fonction de la concentration des ions hydrogène. Ce paramètre est interprété à l'aide d'une échelle 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.

La moyenne des valeurs de pH mesurées à la fosse du lac Tremblant dans l'épilimnion est de 7,1, indiquant une eau de pH neutre. On observe que ces dernières diminuent avec la profondeur (Figure 54). Ceci

s'explique parce que le pH dans la colonne d'eau est en grande partie influencées par les processus biologiques en cours. Dans les eaux de surface suffisamment éclairées pour permettre la photosynthèse, les organismes photosynthétiques, comme le phytoplancton, consomment le dioxyde de carbone (CO_2) ce qui tend à augmenter le pH. Alors que dans les couches d'eau profonde, dû au manque de lumière, la respiration bactérienne, qui produit du CO_2 , est plus élevée que la photosynthèse, ce qui contribue à la baisse du pH.

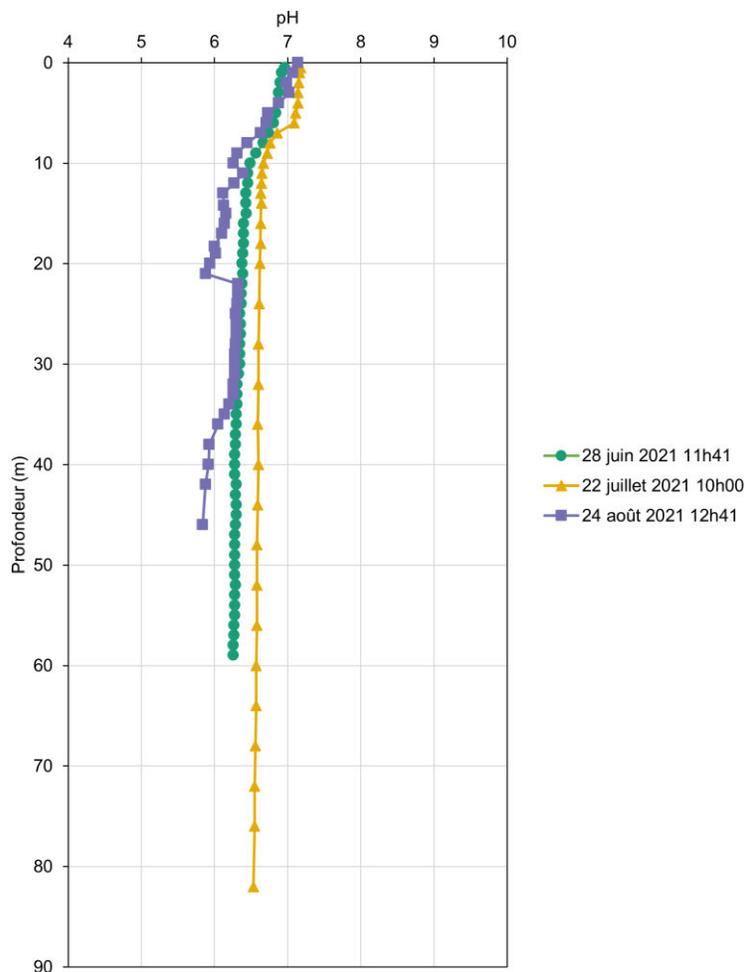


Figure 54 : pH en fonction de la profondeur en juin, juillet et août 2021

4.4 PÉRIPHYTON

Le périphyton est une communauté complexe d'organismes microscopiques (bactéries, phytoplancton, etc.) et de détritits fixés ensemble qui s'accumule aux 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 par les concentrations en phosphore. En effet, les organismes composant le périphyton peuvent assimiler le phosphore présent à la fois dans les sédiments et dans la

colonne d'eau. Composé en partie d'organismes photosynthétiques, ces derniers ont également besoin de lumière pour croître c'est pourquoi on le retrouve dans la zone littorale. Bien que sa présence dans un lac soit naturelle (périphyton dans les milieux oligotrophes), sa croissance excessive dans le littoral d'un lac est considérée comme le premier indicateur de la détérioration de la santé d'un plan d'eau (Lambert, Cattaneo, Carignan, 2008). Les barèmes d'interprétation de l'état trophique des lacs basés sur le périphyton sont encore en cours d'élaboration.



Figure 55 : Mesure du périphyton à l'aide du protocole du RSVL

L'épaisseur du périphyton n'a pas été mesurée dans le cadre de cette étude. La Ville de Mont-Tremblant effectue néanmoins le suivi de la croissance du périphyton en utilisant le *Protocole de suivi du périphyton* élaboré dans le cadre du RSVL. Dix stations sont suivies dans la partie sud du lac (Figure 56). Des données sont disponibles pour trois années consécutives, soit 2014, 2015 et 2016 (Figure 57). Il sera intéressant de comparer ces données avec celles du prochain suivi, prévu de 2021 à 2023.

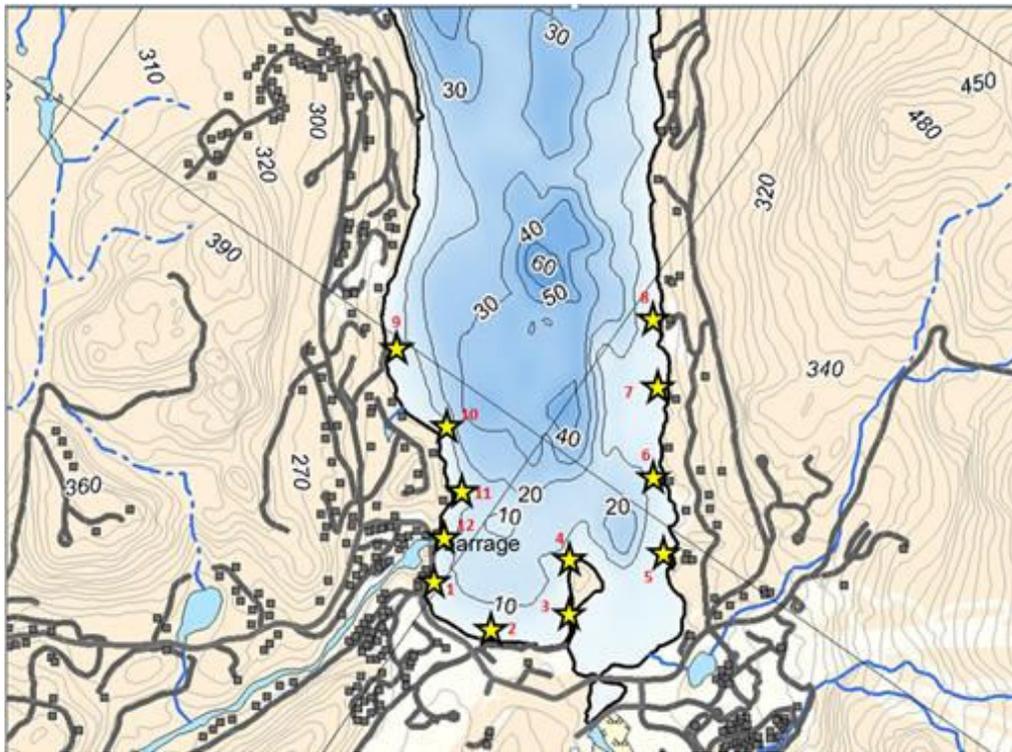


Figure 56 : Suivi du périphyton dans 10 stations

*Figure tirée de Ville de Mont-Tremblant, service de l'environnement (2016)

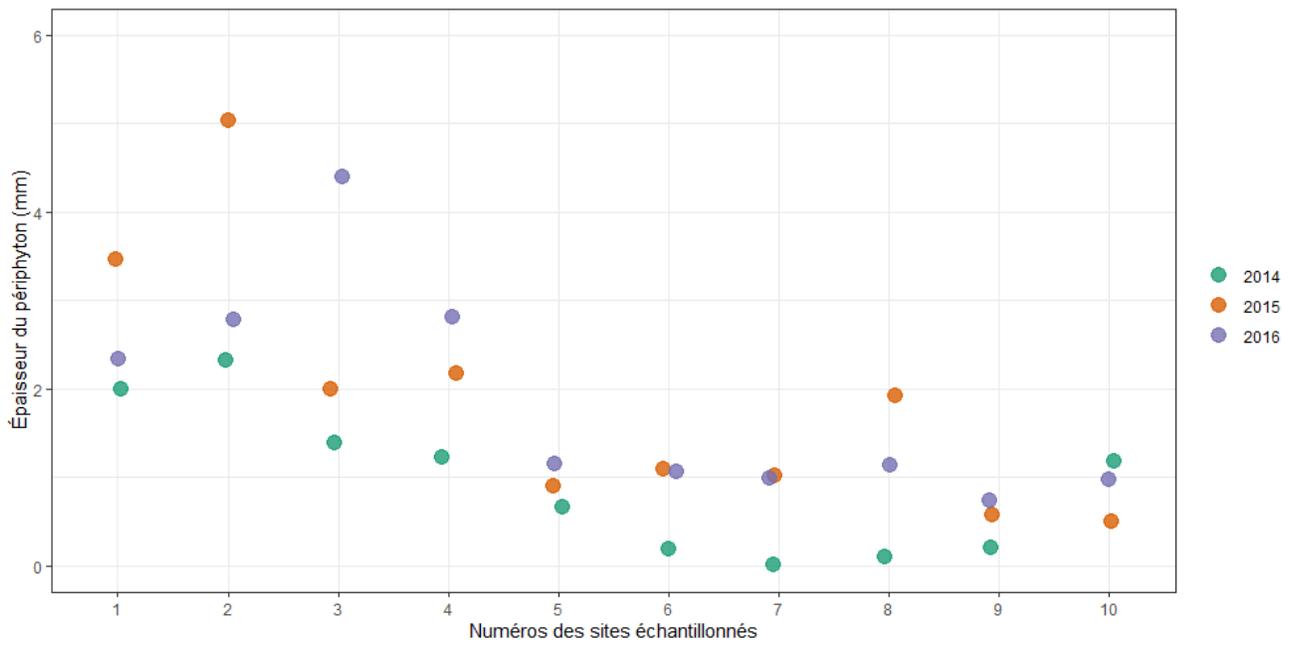


Figure 57 : Épaisseur du périphyton moyenne (mm) mesurés à 10 stations en 2014, 2015 et 2016 par la Ville de Mont-Tremblant

4.5 PHYTOPLANCTON

Le plancton correspond à un groupe très diversifié d'organismes unicellulaires et pluricellulaires qui dérivent avec les courants. Le phytoplancton (le plancton « végétal ») est à la base de l'alimentation des organismes aquatiques. Il regroupe plusieurs groupes d'algues microscopiques (ex. diatomées) ainsi que les bactéries capables de photosynthèse (cyanobactéries). Comme les végétaux terrestres, les organismes composant le phytoplancton possèdent de la Chl *a* et sont capables d'effectuer la photosynthèse. Ils ont donc besoin de dioxyde de carbone, d'énergie solaire et de nutriments (P, N et autres éléments) pour se développer. Certaines espèces peuvent se déplacer à l'aide de flagelles, sécréter des sucres pour glisser ou encore flotter grâce à des vacuoles gazeuses.

À notre connaissance, la diversité et l'abondance des communautés de phytoplancton dans le lac Tremblant ont été caractérisées seulement en 1997 (Arsenault, Bertrand et Gilbert, 1997). La liste des espèces de phytoplancton identifiées dans le plan d'eau et leur dénombrement par Arsenault et al. (1997) est présentée en Annexe 8. Les classes dénombrées comprennent les cyanobactéries (qui dominent en nombre de cellules, mais pas nécessairement en biomasse (donnée non disponible), les diatomées, les chlorophycés, les eucharophycés et les chrysophycés.

Les cyanobactéries font partie intégrante des écosystèmes naturels, elles représentent habituellement une faible proportion de la communauté phytoplanctonique dans les lacs oligotrophes où la concentration de phosphore total est inférieure à 10 µg/L (Figure 58). Le développement massif de cyanobactéries peut donc être marqueur d'un déséquilibre de l'écosystème aquatique en raison d'un apport important de phosphore.

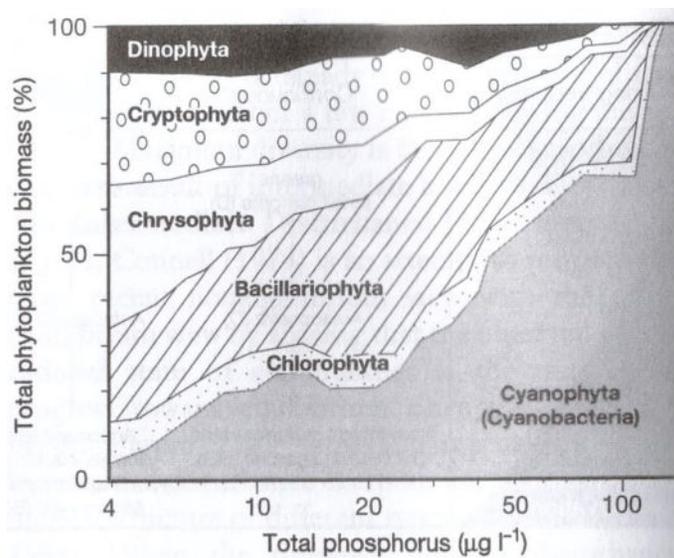


Figure 58 : Changement dans la communauté de phytoplancton (% de la biomasse total) en fonction de la concentration de phosphore total dans l'eau (µg/L)

*Basées sur les observations de 91 lacs en région tempérée

*Figure provenant de Kalff (2002), modifiée d'après Watson et al. (1997)

Dans le lac Tremblant, seules quelques efflorescences de cyanobactéries ont été rapportées dans la zone littorale. Ces épisodes ont été très locaux et éphémères :

- Épisodes de prolifération de cyanobactéries (étés 2007 et 2008) (CRE Laurentides, 2008)
- Observation d'un bloom de microalgues à la station T2 le 16 juillet 2021 lors de la caractérisation des bandes riveraines

Probablement que d'autres épisodes éphémères et localisés se sont produits au cours des dernières années. L'origine de ces développements de cyanobactéries pourrait être due à des sources diffuses de nutriments (naturelles ou anthropiques). L'accumulation près des berges est causée quant à elle par le vent, qui transporte les cellules algales en suspension dans l'eau.

4.6 ZOOPLANCTON

Le zooplancton (plancton « animal ») correspond à un groupe d'animaux de taille très variée, incluant les protozoaires¹¹ microscopiques, des crustacés de quelques centimètres (cladocères (Figure 59) et copépodes) ou encore des méduses de plusieurs dizaines de centimètres (Berthet, 2006). Dans les écosystèmes aquatiques, le zooplancton se nourrit principalement du phytoplancton, dont il peut contrôler l'abondance et la composition de la communauté par broutage. Cette pression de prédation exercée sur la communauté phytoplanctonique peut être visible au printemps dans les lacs mésotrophes, lors de la phase des eaux claires, une période où la transparence de l'eau est élevée (Kalff, 2002). Le zooplancton est un composant essentiel de la chaîne trophique, constituant la principale source de nourritures des larves de poisson (Arsenault, Bertrand et Gilbert, 1997).



Figure 59 : Exemple de zooplancton, majoritairement des cladocères du genre *Bosmina*

¹¹ Regroupe les organismes eucaryotes hétérotrophes typiquement unicellulaires (ex. ciliés, flagellés, amibes).

À notre connaissance, la diversité et l'abondance des communautés de zooplancton dans le lac Tremblant ont été caractérisées seulement en 1997 (Arsenault, Bertrand et Gilbert, 1997). Les inventaires, réalisés en automne, au printemps et à l'été, avaient dénombré 29 espèces de zooplancton dont 17 espèces de rotifères, sept de cladocères, deux de copépodes calanoides et trois de copépodes cyclopoides (liste des espèces en Annexe 9). Les espèces identifiées sont caractéristiques des lacs naturels à l'état oligo-mésotrophe des hautes Laurentides situées dans le Parc du Mont-Tremblant (Chemli, 2017).

Au mois d'août 1997, les rotifères et les petits cladocères (*Bosmina*) dominent la communauté de zooplancton aux stations échantillonnées. Ce type de communauté peut être associé à un enrichissement du niveau trophique ou à une forte planctivorie de la part de cyprinidés (comme les ouitouches) (Chemli, 2017), ce qui semble le plus probable au lac Tremblant. La planctivorie peut avoir une influence sur la communauté de zooplancton similaire ou plus grande que celle du développement résidentiel et de l'enrichissement en phosphate (Gélinas et Pinel-Alloul, 2008).

4.7 PLANTES AQUATIQUES ET MACROALGUES

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

- Servent d'habitat pour une grande diversité d'espèces parmi les poissons, les amphibiens, reptiles, oiseaux, invertébrés, mammifère, etc. ;
- Servent de refuge au zooplancton ;
- Contribuent à réduire l'érosion des berges en freinant l'action des vagues ;
- Retient les particules en suspensions 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 Tremblant s'étend de la berge jusqu'à environ 6 m de profondeur (Figure 60). 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 ($z_{max} = 0,82 * \text{transparence} + 1,3$) (Carignan et CRE Laurentides, 2013). Pour la transparence, la moyenne des mesures de transparence de 2009 à 2021 a été utilisée (5,97 m ; données RSVL et LACtion). 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 Tremblant représente une faible proportion (1,4 km²; 14,4 %) de la superficie du lac. Ceci est directement lié à la morphologie du plan d'eau avec une faible proportion de zone peu profonde (profondeur moyenne 22,9 m).

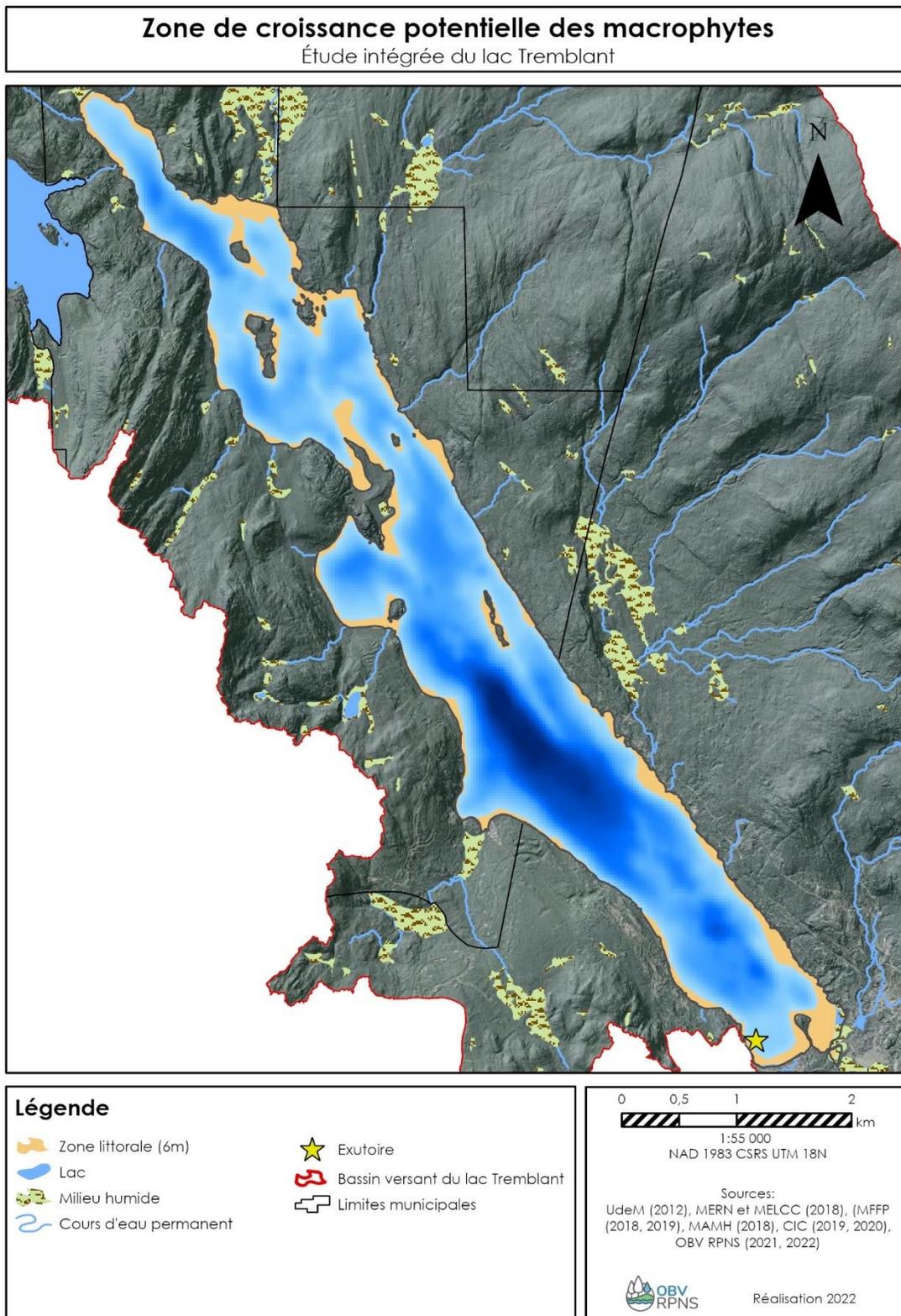


Figure 60 : Zone de croissance potentielle des macrophytes dans le lac Tremblant

Aucune observation de plantes exotiques envahissantes n'a été signalée dans le bassin versant du lac Tremblant. Cependant, le myriophylle à épis est présent dans plusieurs lacs de Mont-Tremblant, notamment dans le lac Mercier situé à environ 3 km du lac Tremblant.

Le dernier inventaire des herbiers aquatiques portant sur l'ensemble du lac a été réalisé en 2018 par le CRE Laurentides dans le cadre du *Projet de Lutte contre le myriophylle à épis dans les plans d'eau des Laurentides* (CRE Laurentides, 2019a). Cinq herbiers ont été répertoriés sur l'ensemble du lac (Figure 61). Avec 26 groupes taxonomiques identifiés, le lac Tremblant faisait partie des lacs avec la plus grande diversité de plantes aquatiques sur les 98 lacs caractérisés dans la région des Laurentides (CRE Laurentides, 2019a). Ces dernières ont également été recensées en 2018 par la Ville de Mont-Tremblant, dans la portion du lac situé à Mont-Tremblant. Aucune espèce exotique envahissante n'a été observée lors de ces deux caractérisations. La liste des espèces ou groupes d'espèce du lac est décrite dans le Tableau 14.

Plusieurs des herbiers identifiés en 2018 correspondent à des milieux humides identifiés comme ayant une haute valeur écologique par Conservation nature Canada (Figure 8). La cartographie des milieux humides permet de localiser d'autres herbiers potentiels dans le lac Tremblant (Figure 8; Figure 35). Cet été, la présence d'un herbier en aval de la station 5 (tributaire en aval du lac Gervais) a été observée.

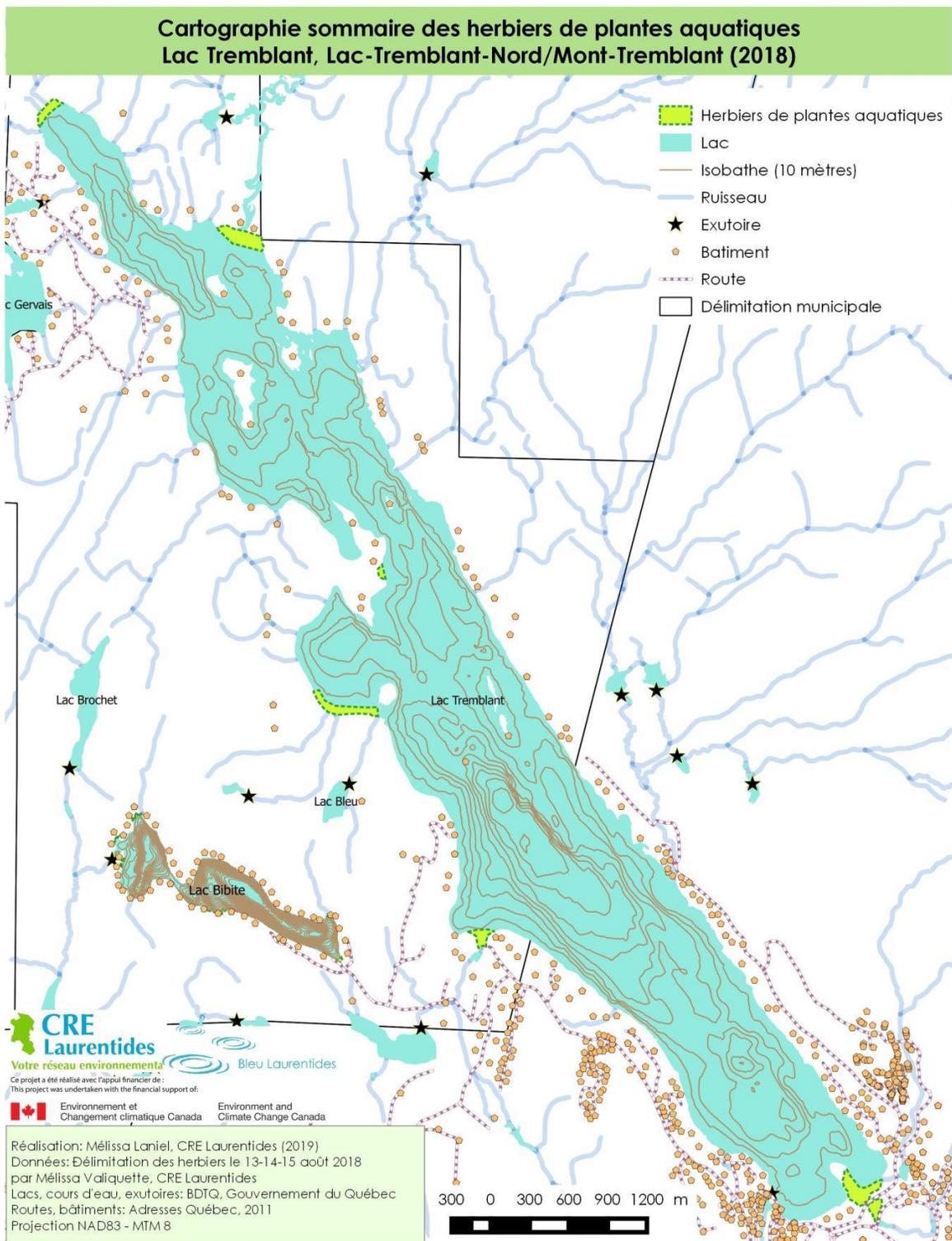


Figure 61 : Localisation des herbiers de plantes aquatiques

*Figure tirée de CRE Laurentides (2019)

Tableau 14 : Espèces et groupes d'espèces de plantes aquatiques et autres organismes observés dans le lac Tremblant en 2018

Nom commun	Nom Latin	Type	CRE Laurentides (2019) - ensemble du lac	Inventaire Ville de Mont-Tremblant (2018) - moitié sud du lac
Algues filamenteuses	<i>Chlorophyta spp.</i>	Macroalgue	X	
Brasénie de Schreber	<i>Brasenia schreberi</i>	Plante aquatique	X	X
Callitrochoïdes (groupe)	<i>Hypericum spp.</i> et <i>Callitriche spp.</i>	Plante aquatique	X	
Élodées de Nuttall	<i>Elodea Nuttallii</i>	Plante aquatique	X	
Éponge d'eau douce	<i>Spongilla spp.</i>	Porifera (Éponge)	X	
Ériocolon aquatique (ériocolon septangulaire)	<i>Eriocaulon aquaticum</i>	Plante aquatique	X	
Faux nymphéa à feuilles cordées	<i>Nymphoides cordata</i>	Plante aquatique	X	X
Gazon long (groupe) - plantes aquatiques ayant l'apparence de gazon plutôt long	Inconnu	Plante aquatique	X	
Grand nénuphar jaune (nénuphar à fleurs panachées)	<i>Nuphar variegata</i>	Plante aquatique	X	X
Lobélie de dortmann	<i>Lobelia dortmanna</i>	Plante aquatique		X
Naiade souple	<i>Najas flexilis</i>	Plante aquatique	X	
Nymphéa	<i>Nymphaea spp.</i>	Plante aquatique	X	X
Pontédérie cordée	<i>Pontederia cordata</i>	Plante aquatique	X	X
Pontédérie cordée f. tania Fassett	<i>Pontederia cordata f. taenia Fassett</i>	Plante aquatique	X	

Nom commun	Nom Latin	Type	CRE Laurentides (2019) - ensemble du lac	Inventaire Ville de Mont-Tremblant (2018) - moitié sud du lac
Potamots (groupe 1) - stipules adnées	ex. <i>Potamogeton robbinsii</i>	Plante aquatique		X (<i>Potamogeton robbinsii</i>)
Potamots (groupe 3) stipules axillaires, feuilles submergées non-linéaires	ex. <i>Potamogeton amplifolius</i>	Plante aquatique	X	
Potamots (groupe 4) (3 espèces observées) - stipules axillaires, feuilles submergées linéaires	ex. <i>Potamogeton epihydrus</i>	Plante aquatique	X	X (<i>Potamogeton epihydrus</i>)
Potentille palustre	<i>Potentilla palustris</i>	Plante aquatique	X	
Prêle	<i>Equisetum spp.</i>	Plante aquatique	X	
Quenouilles	<i>Typha spp.</i>	Plante aquatique	X	X
Rubanier flottant (rubanier groupe 2)	<i>Sparganium spp.</i>	Plante aquatique	X	X
Sagittaire (groupe 1) - limbes sagittés ou hastés	ex. <i>Sagittaria latifolia</i> , <i>S. cuneata</i>	Plante aquatique	X	
Sagittaire (groupe 2) - Limbes entiers	ex. <i>Sagittaria rigida</i> , <i>S. graminea</i>	Plante aquatique	X	
Utriculaire (groupe 1)	ex. <i>Utricularia gibba</i>	Plante aquatique	X	
Utriculaire (groupe 3) (2 espèces observées)	ex. <i>Utricularia vulgaris</i>	Plante aquatique	X	
Utriculaire intermédiaire	<i>Utricularia intermedia</i>	Plante aquatique	X	
Vallisnerie d'Amérique	<i>Vallisneria americana</i>	Plante aquatique	X	X

* 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, 2019b)

4.8 POISSONS

Les pêches expérimentales, réalisées entre 1993 et 2019 par le MFFP, sur l'ensemble du lac font état de 11 espèces de poissons (Tableau 15). Plusieurs de ces espèces ont été introduites pour la pêche, dont la ouananiche, l'éperlan arc-en-ciel, le touladi et le maskinongé (MFFP, 2021). Desensemencements sont réalisés depuis 1920 au lac Tremblant (Del Degan, Massé et Associés inc., 2007). De 1942 à 2019, ce sont plus de 63 600 touladis de un an qui ont été introduits (MFFP, 2021). Plusieursensemencements d'éperlans arc-en-ciel ont également été réalisés dans le but d'améliorer la pêche aux salmonidés. Le dernier a été réalisé en 2021 par l'association Lac Tremblant. Les individus introduits au niveau du ruisseau noir, au nord-est du lac Tremblant, proviennent d'un ruisseau au nord du lac Ouimet (Turcotte, 2021).

Tableau 15 : Espèces capturées lors des pêches expérimentales réalisées entre 1993 et 2019

Espèces
Achigan à petite bouche (<i>Micropterus dolomieu</i>)
Crapet de roche (<i>Ambloplites rupestris</i>)
Crapet-soleil (<i>Lepomis gibbosus</i>)
Éperlan arc-en-ciel (<i>Osmerus mordax</i>)
Grand corégone (<i>Coregonus clupeaformis</i>)
Maskinongé (<i>Esox masquinongy</i>)
Meunier noir (<i>Catostomus commersoni</i>)
Ouananiche (<i>Salmo salar</i>)
Ouitouche (<i>Semotilus atromaculatus</i>)
Perchaude (<i>Perca flavescens</i>)
Touladis (<i>Salvelinus namaycush</i>)

*(MFFP, 2021)

La dernière étude réalisée sur les communautés piscicoles dans le lac Tremblant a été publiée en septembre 2021 et porte sur [l'état de la situation du touladi au lac Tremblant \(Bilan des inventaires de 1993 à 2019\)](#) (MFFP, 2021). Le bilan des pêches expérimentales démontre que la population de touladis (truite grise) dépend desensemencements et que plusieurs indicateurs de la population sont préoccupants. C'est pourquoi le rapport conclut avec la recommandation que la réglementation actuelle (remise à l'eau obligatoire), mise en place en 2014, reste en vigueur jusqu'au prochain inventaire prévu en 2029 (MFFP, 2021).

La pêche est interdite dans la partie aval de la rivière Cachée, située dans le Parc national du Mont-Tremblant, car elle bénéficie d'un statut de préservation (Figure 11).

4.9 BANDES RIVERAINES

Durant l'été 2021, l'OBV RPNS, en collaboration avec la municipalité de Lac-Tremblant-Nord, a réalisé une caractérisation des rives au lac Tremblant, basée sur le protocole du RSVL (MDDEP et CRE Laurentides, 2009). Les 16 et 23 juillet, des informations ont été récoltées à partir d'une embarcation nautique. Pour chaque zone homogène caractérisée, les informations suivantes ont été récoltées :

- 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)
- Commentaires

Bien que toutes ces informations aient été intégrées à une base de données, seul le pourcentage de végétation naturelle pour chaque zone a été cartographié (Figure 62). Au total, 161 zones ont été caractérisées. On remarque que c'est dans la partie sud du lac (territoire de Mont-Tremblant) que l'on retrouve le plus de zones avec des proportions moindre de végétation naturelle. Les deux zones en rouge dans la baie des Ours correspondent à des chantiers de construction.

Il est important de mentionner que si une caractérisation devait être à nouveau réalisée, les informations récoltées pourraient bénéficier d'une meilleure précision. En effet, la plupart des points GPS ont été pris à une trop grande distance de la rive et certains d'entre eux ont été pris alors que l'embarcation était en mouvement. C'est pourquoi on retrouve une imprécision sur les limites exactes des zones homogènes caractérisées. Cependant, ces données peuvent être utilisées à grande échelle et peuvent fournir un aperçu de l'état général des bandes riveraines au lac Tremblant.

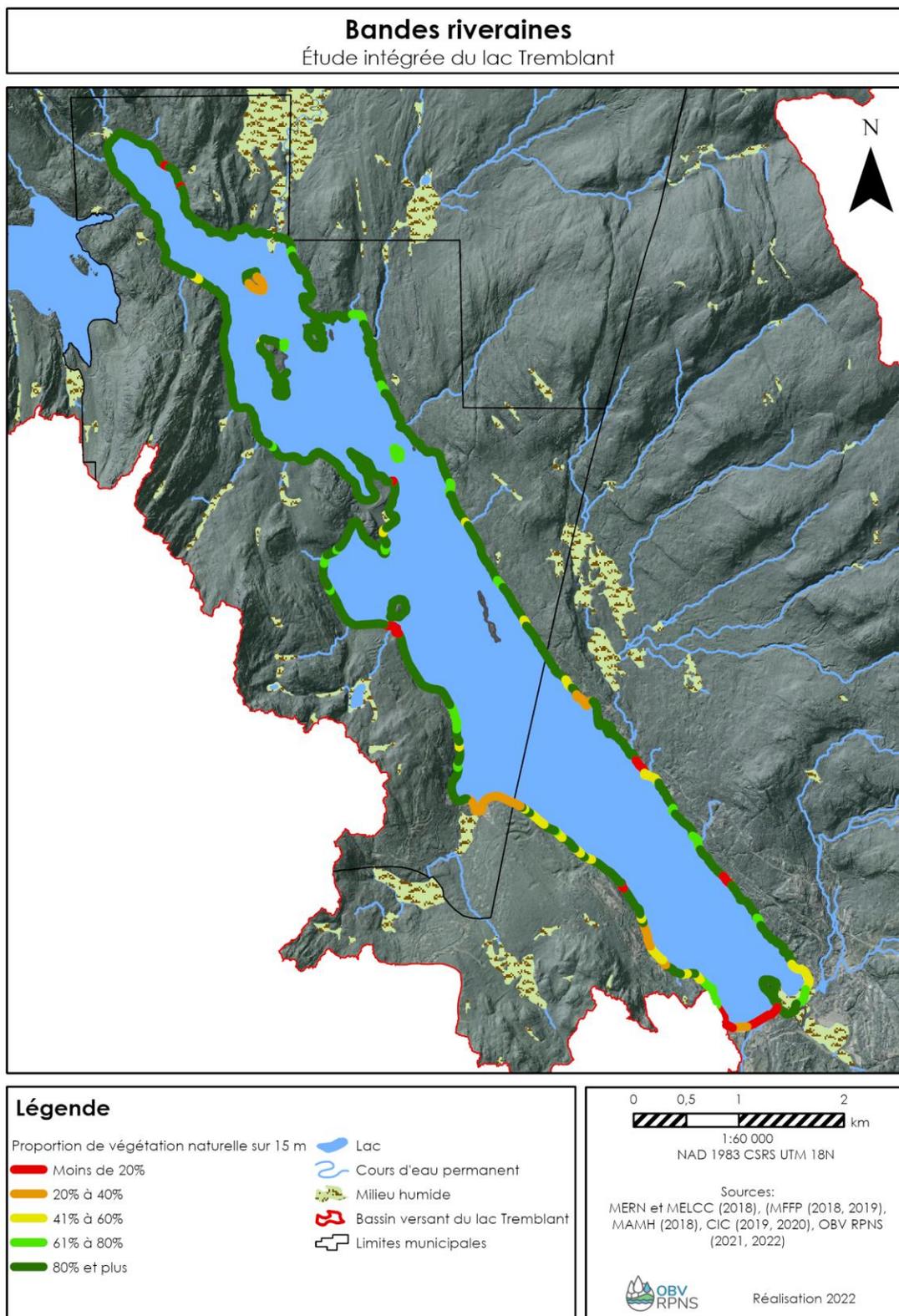


Figure 62 : Caractérisation des bandes riveraines au lac Tremblant, été 2021

4.10 INSTALLATIONS SEPTIQUES

Dans le cadre de la lutte contre l'enrichissement en nutriments des lacs de la Ville de Mont-Tremblant, la Ville collecte des données concernant les installations septiques (IS) des résidences isolées sur son territoire depuis plusieurs années. Les dernières inspections des IS des propriétés situées en bordure du lac Tremblant ont été réalisées en 2012, par la firme Groupe Hémisphère. La collecte de données reprendra dans les trois prochaines années (communication personnelle, Vincent Causse, 12-11-2021). Entre temps, la Ville effectue le suivi des vidanges.

La municipalité de Lac-Tremblant-Nord a dressé un grand inventaire des installations septiques à l'été 2021 et inspecté les IS suspectés d'être non-conforme. La Municipalité fait également un suivi régulier des vidanges sur l'ensemble de son territoire. À noter, que les vidange qui doivent s'effectuer par le lac sont organisées par la Municipalité (et payé par le citoyen) dans les délais réglementaires (communication personnelle, Kim Meyer, 13-12-2021).

Sur les deux territoires, les IS doivent être vidangées 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.

5 DIAGNOSTIC DES PROBLÉMATIQUES

Les portraits du lac Tremblant et de son bassin versant permettent d'identifier les forces, faiblesses, opportunités et menaces (FFOM) pour le lac et son bassin versant. Le Tableau 16 définit les éléments du diagnostic qui ont été utilisés dans le cadre de cet exercice et le Tableau 17 présente les FFOM du lac Tremblant et de son bassin versant.

Tableau 16 : Définition des éléments diagnostic : forces, faiblesses, opportunité et menaces (FFOM)

Élément 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 de son bassin versant

Tableau 17 : Forces, faiblesses, opportunité et menaces (FFOM) du lac Tremblant et de son bassin versant

Section du rapport	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Enjeu	Commentaire
2.2.1	Grande disponibilité d'informations sur le lac (données, rapports, études)	x				Aspect environnemental et socio-économique	
3.3	Ratio de drainage légèrement élevé (>10, soit 24,06)				x	Aspect environnemental	Le lac est susceptible de recevoir des apports naturels en phosphore et en carbone organique dissous (COD) élevés provenant des eaux de ruissellement, puisque l'eau ruisselle sur de longues distances avant d'atteindre le lac.
3.4	Plusieurs milieux humides à haute valeur écologique dans le bassin versant	x				Aspect environnemental	
3.4	Proportion de milieux humides dans le bassin versant (6,05 %)	x				Aspect environnemental	
3.5.1	Attraction pour la région				x	Aspect environnemental	Navigation d'embarcation à moteur pouvant augmenter la quantité de matières en suspension et les hydrocarbures pétroliers et importer des plantes aquatiques exotiques envahissantes.
		x				Aspect socio-économique	Valeur économique (lieu de récréation : pêche, kayak, photographie, marche...)
3.5.1	Présence de deux associations de riverains	x				Aspect environnemental et socio-économique	
3.5.1	Mobilisation citoyenne pour la protection des lacs			x		Aspect environnemental et socio-économique	Possibilité de fusionner les deux associations.
3.5.1	Pression des résidences de villégiature/tourisme en bordure du lac				x	Aspect environnemental	Entretien des pelouses (phosphore et azote, pesticides), dévégétalisation des bandes riveraines dans certains cas (ruissellement, érosion), résidences non connectées

Section du rapport	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Enjeu	Commentaire
	(ex. Important projet immobilier près de la station 16)						au réseau d'égout municipal (coliformes fécaux, phosphore et azote), construction d'infrastructures routières (imperméabilisation des sols, sels de voiries, abat-poussières)
3.5.1	Majorité de la partie sud du lac occupée par des activités commerciales et la station touristique Mont Tremblant		x			Aspect environnemental	Routes et stationnements (MES, sels de voirie, hydrocarbures pétroliers), production de neige artificielle (nitrites et nitrates), entretien des terrains de golf (phosphore et azote, pesticides)
		x				Aspect socio-économique	Attrait récréotouristique majeur : on y compte environ 10 000 villégiateurs et plus de 3 000 000 de visiteurs annuellement.
3.5.1	Grande proportion du bassin versant occupé par le Parc national du Mont-Tremblant (69 %)	x				Aspect environnemental	
3.5.1	Proximité de sites naturels d'intérêt (lac et Parc national du Mont-Tremblant) à proximité de zones urbanisées			x		Aspect socio-économique	Demande croissante pour le plein air et la protection des milieux naturels.
3.5.1	La rivière Cachée (tributaire principal du lac Tremblant) et son bassin versant sont en partie inclus dans une zone de préservation du Parc national du Mont-Tremblant.	x				Aspect environnemental	Le bassin versant de la rivière Cachée représente 66,46 % du bassin versant du lac Tremblant.
3.5.2	Potentiel de développement : limité dans la partie est du lac (protégée par le Parc national du Mont-Tremblant)	x				Aspect environnemental	
3.5.2	Potentiel de développement autour du lac : pourtour du lac zoné Villégiature (développement immobilier permis)				x	Aspect environnemental	L'engouement pour le territoire engendre une forte pression du développement.
				x		Aspect socio-économique	L'engouement pour le territoire engendre une forte pression du développement.
3.5.2	Contraintes de développement dans certains secteurs pour protéger l'état naturel de l'espace	x				Aspect environnemental	Mont-Tremblant (touristique faunique et villégiature faunique), Lac-Tremblant-Nord (Va-7 et Va-13)

Section du rapport	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Enjeu	Commentaire
3.5.2	Révision réglementaire en vue de la refonte du plan d'urbanisme de la Ville de Mont-Tremblant (démarche en cours)	x				Aspect environnemental	
3.5.2	Achat d'un terrain par la municipalité de Lac-Tremblant-Nord à des fins de conservation	x				Aspect environnemental et socio-économique	Sentiers de randonnée
3.5.2	Manque de ressources pour l'application réglementaire des coupes forestières (secteur ouest du bassin versant)				x	Aspect environnemental	
3.5.3	Source d'eau potable alimentant près de 4 400 personnes (Village et Station Tremblant)	x				Aspect environnemental et socio-économique	Valeur économique majeure, importance de préserver la qualité de l'eau (santé publique). Si la qualité de l'eau se dégradait, dans un premier temps le coût de la production d'eau potable augmenterait. Si la qualité de l'eau se dégradait au point de la rendre inutilisable comme source d'eau potable, il serait complexe et coûteux de trouver une alternative.
3.5.3	Source d'eau pour la pisciculture Mont-Tremblant	x				Aspect socio-économique	Valeur économique, importance de préserver la qualité de l'eau
3.5.4	Code environnemental et de courtoisie nautique (bouées de navigation)	x				Aspect environnemental	Le code est en cours de révision pour inclure de nouveaux types d'embarcation ou accessoires.
3.5.4	Règlementation de la Ville de Mont-Tremblant et Municipalité de Lac-Tremblant Nord (certificat de lavage obligatoire)	x				Aspect environnemental	S'applique aux embarcations motorisées ou à voile (et remorques)
3.5.4	Limitation quotidienne du nombre d'embarcations à moteur pouvant être mises à l'eau à la marina Préservation Lac-Tremblant-Nord	x				Aspect environnemental	

Section du rapport	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Enjeu	Commentaire
3.5.4	Accessibilité restreinte au plan d'eau (résidents seulement) (une mise à l'eau à la marina PLTN)		x			Aspect socio-économique	Pour les embarcations à moteurs
3.5.4	Plage publique (Ville de Mont-Tremblant)	x				Aspect socio-économique	
3.5.4	Location d'embarcation, croisières publiques, guide de pêche	x				Aspect socio-économique	
3.5.4	Conflits d'usage				x	Aspect socio-économique	L'utilisation des embarcations motorisées, comparée aux autres usages possibles. Développement immobilier et protection du lac.
3.6	Certaines portions du territoire sont plus susceptibles d'être des sources de sédiments qui atteignent le lac, ainsi que les cours d'eau et les milieux humides situés dans le bassin versant du lac Tremblant, par ruissellement (Modèle prédictif)				x	Aspect environnemental	Le secteur de la Station Tremblant ainsi que le secteur au sud du lac Tremblant (près des chemins Duplessis, des Voyageurs et Montée Ryan) sont des secteurs sensibles, car plus susceptibles d'être des sources de sédiments pour le réseau hydrographique par ruissellement.
3.6	Observation de plusieurs foyers d'érosion (érosion/ruissellement, site à risque, ponceau problématique) liés au réseau routier autour du lac				x	Aspect environnemental	Les sites identifiés comme prioritaires (observation terrain + modélisation) pourraient nécessiter une attention particulière dans une optique de protection de la qualité de l'eau.
4.1	Morphologie du lac (profondeur moyenne élevée, plusieurs fosses profondes)	x				Aspect environnemental	Certaines caractéristiques morphologiques du lac le rendant moins susceptible à l'eutrophisation.
4.3.2	Participation au RSVL (Suivi régulier de la qualité de l'eau à deux stations)	x				Aspect environnemental	Suivi depuis 2009, lac oligotrophe
4.3.3	Faibles concentrations de phosphore total (<10 µg/L) dans les baies et la fosse du lac	x				Aspect environnemental	
4.3.3	MES et turbidité dans certains tributaires (valeurs maximales à la station 13)				x	Aspect environnemental et socio-économique	Effets potentiels des MES sur l'écosystème du complexe de milieux humides situé au sud du lac (station 13), menace sur les rôles écologiques et sociaux (activité

Section du rapport	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Enjeu	Commentaire
							récréative et touristique, patrimoine esthétique) des milieux humides
4.3.3	Conductivité et concentration en chlorures dans le lac	x				Aspect environnemental	Valeurs de conductivité dans le lac similaires à celles mesurées dans les lacs préservés situés dans le Parc du Mont-Tremblant.
4.3.3	Conductivité et concentration en chlorures dans certains tributaires (stations 13 et 16)				x	Aspect environnemental et socio-économique	Effets potentiels des chlorures sur l'écosystème du complexe de milieux humides situé au sud du lac (station 13), menacent les rôles écologiques et sociaux (activité récréative et touristique, patrimoine esthétique) des milieux humides
4.3.3	Changements climatiques à long terme				x	Aspect environnemental	Événements climatiques extrêmes, changements dans la phénologie de la glace, réchauffement des eaux de surface
4.3.3	Concentration d'oxygène élevée dans toute la colonne d'eau (épilimnion, métalimnion, hypolimnion) (profil d'oxygène orthograde typique des lacs oligotrophes aux eaux claires)	x				Aspect environnemental et socio-économique	Peu ou pas de relargage de phosphore, habitat pour le poisson
4.4	Suivi Périphyton (données sur la partie Mont-Tremblant seulement)			x		Aspect environnemental	Un suivi pourrait être fait sur l'ensemble du lac
4.7	La zone de croissance potentielle des plantes aquatiques représente une faible proportion de la superficie du lac	x				Aspect socio-économique	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 (données sur la partie Mont-Tremblant seulement)			x		Aspect environnemental	Un suivi pourrait être fait sur l'ensemble du lac pour assurer la détection de plantes exotiques envahissantes.
4.7	Grande diversité de plantes aquatiques indigènes et aucune plante aquatique exotique envahissante détectée lors des inventaires de 2018	x				Aspect environnemental et socio-économique	
4.7	Introduction d'espèces exotiques envahissantes (espèces fauniques et floristiques)				x	Aspect environnemental	

Section du rapport	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Enjeu	Commentaire
						et socio-économique	
4.8	La population de touladis (truite grise) dépend desensemencements et plusieurs indicateurs de la population sont préoccupants.		x			Aspect socio-économique	À noter que le touladi, comme d'autres espèces d'intérêt pour la pêche, a été introduit dans le lac Tremblant.
4.9	Proportion de végétation naturelle dans la bande riveraine de 15 m	x				Aspect environnemental	Les bandes riveraines comptent en général une bonne proportion de végétation naturelle.
					x	Aspect environnemental	Néanmoins, certains segments, en particulier dans la moitié sud du lac, n'ont pas une densité suffisante de végétation afin de remplir efficacement leurs fonctions écologiques. Le développement pour la villégiature représente également une menace.
4.10	Suivi des installations septiques sur le territoire de Mont-Tremblant et Lac-Tremblant Nord	x				Aspect environnemental	La dernière caractérisation a été réalisée en 2012 dans la Ville de Mont-Tremblant. La Ville reprendra la collecte de données dans les trois prochaines années. Un inventaire a été réalisé par la Municipalité de Lac-Tremblant-Nord à l'été 2021 en ciblant les installations suspectées d'être non conforme. La Ville et la Municipalité font le suivi en continu des vidanges.

6 PLAN D'ACTION

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

Dans le cadre de ce projet, le comité de travail s'est rencontré une deuxième fois le 12 janvier 2022 de manière virtuelle. Cette rencontre a permis à l'OBV RPNS de présenter sommairement, dans un premier temps, le portrait et le diagnostic du lac Tremblant aux membres du comité de travail afin qu'ils puissent créer un plan d'action durant la deuxième partie de la rencontre.

Au cours de l'atelier participatif, les participants ont été divisés en trois groupes : (1) secteur communautaire, (2) secteur municipal et gouvernemental et (3) secteur économique (Tableau 18). Ils étaient invités à proposer des actions portées par leur(s) organisation(s) et à définir une échéance de réalisation (0-2 ans, 3-5 ans, 5-10 ans ou en permanence) pour chacune des actions. L'exercice a été exécuté sur une plateforme collaborative (Miro) où des actions étaient suggérées par l'OBV RPNS. Les participants pouvaient ainsi sélectionner certaines des actions préalablement inscrites ou en proposer de nouvelles. L'atelier se terminait avec la présentation de chacune des actions à tout le comité de travail par un représentant de chaque groupe.

Tableau 18 : Participants à l'atelier participatif pour la création du plan d'action

Secteur	Organisme	Nom
Communautaire	Association Lac Tremblant	Annette Pankrac
	Association Lac Tremblant	Gary Littlejohn
	Préservation Lac Tremblant Nord	Jacques Graton
	Association Lac Tremblant	Yves Delvallet
Municipal et gouvernemental	Municipalité Lac-Tremblant-Nord	Kim Meyer
	Municipalité Lac Tremblant-Nord	Marie-Lise Langevin
	Ville de Mont-Tremblant	Vincent Causse
	Ministère de la Faune et des Forêt	Melinda Lalonde
Économique	Station Mont Tremblant	Christine Tremblay

6.2 PLAN D'ACTION

Le comité de travail a identifié 34 actions prioritaires et a établi un échéancier stratégique pour les mettre en œuvre (Figure 19). Les actions sont classées par thématique et non par ordre d'importance. De plus, seules les actions suggérées et portées par l'acteur lui-même ont été retenues dans le plan d'action.

Tableau 19 : Actions, responsables et échéanciers composant le plan d'action du lac Tremblant

Thématique	N°	Action	Responsable	0-2 ans	3-5 ans	5-10 ans	Commentaire
Acquisition de connaissance	1	Poursuivre la participation au RSVL	Associations	X			Programme annuel
	2	Poursuivre l'acquisition de connaissances (collaboration pour des actions sur l'ensemble du lac) et transmettre ces connaissances aux membres de l'association	Associations			X	Initiative en cours avec l'aide d'expert
	3	Mettre en place une collaboration entre les deux municipalités pour le suivi quinquennal du lac Tremblant	Secteur municipal	X			
	4	Suivre la qualité de l'eau dans le complexe de milieux humides au sud du lac, mais à une fréquence moindre que de 1993 à 2000	Station Mont Tremblant		X		
	5	Former des bénévoles pour l'acquisition de connaissances	Station Mont Tremblant		X		
	6	Poursuivre le suivi des terrains de golf	Station Mont Tremblant	X			En permanence
Mise valeur et/ou conservation des milieux naturels	7	Mettre en place un fonds dédié à l'achat de terrains ciblés (réserve naturelle)	Associations	X			
	8	Sensibiliser les riverains et plaisanciers à la protection des habitats de poissons	Associations	X			
	9	Mettre en valeur le complexe de milieux humides au sud du lac (ex. passerelle, panneau d'interprétation)	Station Mont Tremblant			X	
Installations septiques	10	Assurer un suivi des installations septiques désuètes	Secteur municipal	X			En permanence
	11	Sensibiliser les citoyens quant à la nécessité du suivi des installations septiques	Secteur municipal	X			En permanence
Location court terme	12	Sensibiliser la communauté (propriétaires, gestionnaires de propriété, personnel de	Associations	X			

Thématique	N°	Action	Responsable	0-2 ans	3-5 ans	5-10 ans	Commentaire
		nettoyage, membres de l'association du lac et municipalités) à certains problèmes liés à la location à court terme (ex. augmentation des déchets) et rechercher des solutions					
Mobilisation	13	Promouvoir l'adhésion aux associations grâce à l'envoi mensuel de communications, au moins six fois par an, à la liste d'adresses électroniques de l'association	Associations			X	
Navigation	14	Organiser une formation sur les bonnes pratiques nautiques afin d'assurer la sécurité des plaisanciers et d'éviter l'érosion des rives du lac	Associations	X	X		0-5 ans; pourrait se faire en collaboration avec la Sûreté du Québec
Prévention de l'introduction d'espèces exotiques envahissantes et de pathogènes	15	Rechercher des subventions pour encadrer les ensemencements d'éperlans par les bénévoles (ensemencements prévus pour une période d'au moins trois ans)	Associations	X			S'appliquerait à tout repeuplement jugé nécessaire pour le lac Tremblant
	16	Mettre en place une patrouille pour la détection de plantes exotiques envahissantes	Secteur municipal	X			
Protection des bandes riveraines, du littoral et des zones inondables	17	Informer les citoyens de la réglementation municipale concernant les bandes riveraines grâce à des activités de sensibilisation et d'éducation afin de protéger ou restaurer les milieux hydriques, humides et riverains	Associations			X	
	18	Sensibiliser les riverains afin de réduire les interventions anthropiques au minimum	Associations			X	

Thématique	N°	Action	Responsable	0-2 ans	3-5 ans	5-10 ans	Commentaire
		dans les rives, le littoral et les plaines inondables					
	19	Se familiariser et comprendre les nouveautés en lien avec les bandes riveraines, les plaines inondables et le littoral (avec les prochains changements entre la politique et le règlement)	Secteur municipal		X		
	20	Promouvoir le reboisement des bandes riveraines (fournir une aide technique aux citoyens)	Secteur municipal	X			
Protection du lac en général (sensibilisation)	21	Ajouter une section qui traite de la sensibilisation à la protection du lac dans les bulletins mensuels (à chaque édition)	Associations			X	
	22	Préparer et remettre rapidement une trousse d'accueil aux nouveaux propriétaires. Cette trousse pourrait contenir le code de courtoisie nautique (fournit par les associations de lac), la réglementation sur les bandes riveraines et un guide des bonnes pratiques sur les chantiers.	Secteur municipal	X			
Qualité des eaux pluviales et transport sédimentaire vers le lac	23	Mettre en place un programme de suivi de la performance des ouvrages de gestion des eaux pluviales	Secteur municipal			X	
	24	Former les employés municipaux (voirie) sur les bonnes pratiques d'entretien des routes et des fossés	Secteur municipal (Ville de Mont-Tremblant)		X		
	25	Identifier les sites à risque élevé d'érosion anthropiques (selon le modèle) pour déterminer les opportunités de réfection	Secteur municipal	X	X	X	0-10 ans
	26	Poursuivre le programme pour l'entretien des bassins de sédimentation	Station Mont Tremblant	X			En permanence

Thématique	N°	Action	Responsable	0-2 ans	3-5 ans	5-10 ans	Commentaire
	27	Promouvoir le reboisement des milieux ouverts (fournir une aide technique aux citoyens)	Secteur municipal		Terrains vacants X	Terrains n'ayant pas le couvert forestier minimal X	
	28	Replanter certaines zones des pistes non utilisées comme mesure de compensation à la suite du déboisement prévu en 2023 dans le cadre du projet Timber	Station Mont Tremblant		X		
	29	Poursuivre le suivi des chantiers de construction (protection des bandes riveraines et sédiments)	Secteur municipal	X			En permanence
	30	Agir pour limiter l'érosion des chantiers de construction	Station Mont Tremblant	X			En permanence
	31	Mettre sur pied un programme d'entretien et de stabilisation des pistes de ski pour faire face aux événements climatiques extrêmes	Station Mont Tremblant		X		
Sels de voirie	32	Sensibiliser les propriétaires de chemins privés dans le but de trouver des solutions alternatives aux sels de voirie en périphérie du lac (ex. Éco-route)	Associations	X			
	33	Réduire la quantité de sels épandus sur les routes et nettoyer les rues au printemps avant la fonte	Secteur municipal		X		
	34	Identifier les secteurs pour des quartiers blancs en partenariat avec l'OBV RPNS	Secteur municipal		X		

Lors de l'atelier participatif, les représentants des associations de riverains du lac Tremblant ont émis des suggestions, qui pourraient, si jugées acceptables par les acteurs visés, être intégrées par ces derniers dans le plan d'action au cours des prochaines années.

- Modifier la réglementation municipale pour augmenter la fréquence de vidange des installations septiques des habitations saisonnières.
 - L'objectif serait d'adapter la réglementation au changement d'usage des habitations saisonnières depuis la pandémie du Coronavirus. Les résidences sont généralement occupées de manière plus permanente, que ce soit par les propriétaires ou par d'autres membres de la famille, impliquant une plus grande utilisation des installations septiques.
- Modifier le règlement d'urbanisme afin d'imposer un plan de gestion des eaux pluviales lors de l'émission d'un permis de construction pour les multilogements et les projets intégrés émis par la Ville de Mont-Tremblant ou par la Municipalité de Lac-Tremblant-Nord. Le plan pourrait être présenté également au comité consultatif d'urbanisme.
- Modifier le règlement d'urbanisme de la Ville de Mont-Tremblant et la municipalité de Lac-Tremblant-Nord afin d'interdire la location à court terme (moins de 31 jours) de résidence dans certains secteurs.
- Modifier le règlement d'urbanisme afin d'interdire la construction de stationnements multi-étage en bordure des lacs.
- La Société des établissements de plein air du Québec (SEPAQ) et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) pourraient apporter un soutien aux associations dans la recherche de subvention et/ou d'information pour encadrer lesensemencements d'éperlans par les bénévoles afin d'éviter l'introduction de maladie.
 - En lien avec l'action n°15
- Pour les projets qui touchent les rives, le littoral et les plaines inondables, inclure dans le permis municipal des informations concernant le cadre légal (minimum légal) ainsi que les bonnes pratiques à préconiser.
- La Société des établissements de plein air du Québec (SEPAQ) et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) pourraient apporter un soutien aux associations dans leurs efforts de sensibilisation pour la protection de l'habitat du poisson (collaboration entre les associations, la SEPAQ et le MFFP).
 - En lien avec l'action n°8
- Instaurer une collaboration entre l'association et les municipalités afin de faciliter le travail des inspecteurs municipaux lors de la vérification du respect de la réglementation municipale touchant les bandes riveraines.
 - Pourrait compléter les actions n°17 et n°18

6.3 SUIVI DU PLAN DU PLAN D'ACTION

Lors de la rencontre du 12 janvier 2022, il a été statué par les acteurs que le comité de travail créé dans le cadre de cette étude pourrait continuer à se rencontrer afin d'effectuer le suivi du plan d'action dans les prochaines années. L'objectif de la prochaine rencontre sera de définir les différentes étapes nécessaires à la réalisation de chacune des actions. Il a été également défini que ce sont les élus de Lac-

Tremblant-Nord et de la Ville de Mont-Tremblant qui initieraient les démarches pour organiser les rencontres. À cet effet, Kim Meyer, mairesse de Lac-Tremblant-Nord, s'est proposée pour effectuer un suivi avec Billie-Jeanne Graton et Tyler Cook qui n'ont pu assister à la rencontre du 12 janvier 2022.

7 CONCLUSION

La réalisation d'une étude du bassin versant du lac Tremblant constitue une base solide pour comprendre l'état de santé du lac et identifier les priorités des prochaines années pour veiller à sa protection. De plus, la démarche de concertation a mis en lumière les différents usages à concilier dans le bassin versant, et a démontré que les acteurs locaux peuvent travailler ensemble pour poursuivre l'objectif commun de maintenir le lac Tremblant 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.

À la lumière du diagnostic du lac Tremblant et du plan d'action créé par le comité de travail, nous proposons quelques recommandations qui pourraient dans les prochaines années compléter le plan d'action.

- **Conservation des milieux naturels**
 - Protéger les milieux naturels sensibles à l'érosion.
 - Assurer la conservation de tous les milieux humides existants dans le bassin versant du lac. La conservation pourrait se faire en collaboration avec l'organisme Conservation Nature Canada (<https://www.natureconservancy.ca/fr/>).
- **Qualité des eaux pluviales et transport sédimentaire vers le lac**
 - Assurer le respect de la réglementation sur les chantiers afin de limiter le déboisement pour les nouveaux développements et nouvelles constructions.
 - Assurer la protection des arbres avant le début des travaux d'excavation ou de construction pour favoriser leur survie.
 - Imposer un plan de gestion des eaux pluviales lors de l'émission d'un permis de construction pour les projets immobilier d'envergure.
 - Limiter la construction dans les secteurs susceptibles d'être des sources de sédiments pour le lac, les cours d'eau et les milieux humides (en lien avec la section 3.6).
 - Collaborer avec les différents acteurs (publics et privés) pour dresser un inventaire exhaustif des ouvrages de gestion des eaux pluviales dans le bassin versant du lac Tremblant (en lien avec l'action n° 23 et 26).
 - Améliorer la gestion des eaux pluviales, favoriser l'infiltration et augmenter la végétation afin d'améliorer la qualité de l'eau de ruissellement urbain. L'objectif étant de réduire la quantité, la vitesse d'écoulement et la charge polluante des eaux de ruissellement tout en rechargeant la nappe phréatique.
 - Documents à l'attention des municipalités :

- Autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales, guide d'accompagnement, réalisé par le Regroupement des organismes de bassins versants du Québec (2018) : https://robvq.qc.ca/wp-content/uploads/2020/11/ROBVQ_Guide_accompagnement_GDEP.pdf
- Exemples de règlements municipaux intégrant certains concepts de gestion durable des eaux pluviales, réalisé par Abrinord (2019) : https://www.abrinord.qc.ca/wp-content/uploads/2021/02/GDEP_Ex_regl_municipaux.pdf
 - Document à l'intention des propriétaires d'un terrain résidentiel
 - Fiches sur l'aménagement et l'entretien des propriétés résidentielles, réalisé par les organismes de bassins versants du Québec : https://robvq.qc.ca/wp-content/uploads/2020/11/guide_aménagement.pdf
- Rechercher la cause de la turbidité élevée de l'eau dans le complexe de milieux humides au sud du lac et mettre en place des mesures de contrôle des sédiments et/ou améliorer la gestion des eaux pluviales, si besoin, à proximité du milieu humide. Ce complexe de milieux humides, connecté au lac Tremblant, reçoit les eaux de plusieurs réseaux d'égout pluvial, les eaux de drainage de plusieurs stationnements, et de deux ruisseaux dont un en provenance d'un golf Le Géant. Le maintien des fonctions et services écologiques de ce milieu pourrait être menacé par la qualité de l'eau qui s'y déverse. La perte de ces fonctions et services¹² pourrait avoir un coût financier.
- **Prévention de l'introduction d'espèces exotiques envahissantes**
 - S'assurer d'installer des panneaux d'information au quai municipal du lac Tremblant et au Parc plage pour informer les citoyens des bonnes pratiques à suivre pour éviter l'introduction d'espèces exotiques envahissantes. L'objectif est de sensibiliser les citoyens qui mettent à l'eau une embarcation non motorisée à ces endroits. Voici un exemple d'affiche de sensibilisation :
 - Panneau réalisé par le CRE Laurentides : https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/panneaux/panneau_PAAE_grand.jpg
- **Opportunité pour surveiller les effets des changements climatiques sur les écosystèmes canadiens**
 - Poursuivre le suivi des dates de gel et dégel du lac (données disponibles de 1952-2017). Dans un premier temps s'informer du protocole suivi par M. André F. Sigouin entre 1952 et 2017, notamment pour connaître le lieu d'observation. Le gel survient à la date à laquelle un plan d'eau est entièrement recouvert de glace et le dégel survient lorsque la glace a complètement disparu de la surface. Il est bien de choisir un point d'observation où l'on peut facilement accéder à chaque saison et qui sera accessible au cours des années futures. Les données récoltées par les bénévoles pourraient faire partie d'un projet plus large comme le projet de science participative « AttentionGlace / IceWatch » de l'organisme NatureWatch: <https://www.naturewatch.ca/icewatch/fr/comment-surveiller/>

¹² Services d'approvisionnement (ex. eau douce), services de régulation (ex. filtration), services de soutien de la biodiversité (ex. habitat du poisson), services culturels (ex. tourisme)

8 REMERCIEMENTS

Ce projet a été financé par le ministère de l'environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, via son Programme de soutien régional aux enjeux de l'eau (PSREE), accompagné du financement de la municipalité de Lac-Tremblant-Nord. L'OBV RPNS tient à remercier les partenaires financiers, ainsi que les membres du comité qui ont travaillé qui ont partagé à l'OBV RPNS une grande quantité d'information et ont construit un plan d'action pour la préservation de la santé du lac Tremblant. Nous tenons à remercier particulièrement Gary Littlejohn, Jennifer McDonald, Marie-Lise Langevin, et le MFFP qui ont participé à certaines sorties terrain, fourni les embarcations et dans certains cas l'équipement nécessaire à la réalisation des prélèvements. Nous remercions également Kuang Selao, du Service de l'Urbanisme de la Ville de Mont-Tremblant, pour avoir répondu à nos questions.

RÉFÉRENCES

- Arsenault S., Bertrand N. et Gilbert H., 1997, *Étude limnologique du lac Tremblant*, EXXEP consultants. 134 p.
- Association du lac Tremblant et Préservation Lac Tremblant Nord, 2013, *Lac Tremblant - Code environnemental et de courtoisie nautique*. Adresse : <http://www.associationtremblant.ca/docs/Code%20environnement%20FR+ENG-1%20Jul%2015.pdf>
- Berthet Jacques, 2006, *Dictionnaire de biologie*, De Boeck Supérieur.
- Borselli Lorenzo, Cassi Paola et Torri Dino, 2008, *Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment*, CATENA, vol. 75, n°3, p. 268-277.
- Canards Illimités Canada, 2020, *Cartographie des milieux humides la MRC des Laurentides*.
- Carignan Richard, 2014, *Causes naturelles, humaines, et indicateurs précoces de l'eutrophisation dans les lacs de villégiature* [diapositives présentation PowerPoint]. Adresse : https://crelaurentides.org/images/images_site/evenements/eau_lacs/2014/Forum/Carignan.pdf [Consulté le : 2 décembre 2021]
- Carignan Richard, Cattaneo Antonia et Planas Dolors, 2012, *Effets de l'occupation humaine sur le phosphore, les cyanobactéries nuisibles, les macrophytes dans les Laurentides et en Estrie* [diapositives présentation PowerPoint]. Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/PDF_tableau_FQRNT/Presentation_Carignan.pdf
- Carignan Richard et CRE Laurentides, 2013, *Définition de l'hypsométrie*. Disponible dans l'Atlas web des lacs des Laurentides. Adresse : http://crelaurentides.org/images/images_site/documents/atlas/Hypsometrie/definitionhypsometrie.pdf
- Cavalli Marco, Trevisani Sebastiano, Comiti Francesco et Marchi Lorenzo, 2013, *Geomorphometric assessment of spatial sediment connectivity in small Alpine catchments*, Geomorphology, vol. 188, p. 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.05.007>
- Chemli Abir, 2017, *Le zooplancton comme bioindicateur de l'état trophique et de l'intégrité écologique des lacs du Parc du Mont- Tremblant*, Mémoire de maîtrise, Université de Montréal,. Adresse : <http://hdl.handle.net/1866/19129>
- Choné Guérolé, 2021, *Calcul de l'indice de connectivité des sédiments sur le territoire de l'OBV RPNS*. Outil géomatique.
- Comité Consultatif en Environnement de la Ville de Mont-Tremblant, 2007, *Politique de l'eau de la Ville de Mont-Tremblant*. Adresse : https://www.villedemont-tremblant.qc.ca/public_upload/files/ville/plans-politiques/politique-de-leau.pdf?v=32527 [Consulté le : 12 décembre 2021]
- Conservation de la Nature Canada, 2021, *Mise en place d'un outil d'aide à la décision pour la priorisation des milieux humides et hydriques d'intérêt pour soutenir l'élaboration du plan*

régional des milieux humides et hydriques (PRMHH) de la MRC des Laurentides - Jeu de données.

CRE Laurentides, 2019a, *Détection et identification des plantes aquatiques exotiques et indigènes dans les plans d'eau des Laurentides*. Projet de Lutte contre le myriophylle à épi dans les plans d'eau des Laurentides – Résultats de l'été 2018, Bleu Laurentides.

CRE Laurentides, 2019b, *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. Adresse : https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/guides/Document_compl_ID_PA_2019.pdf [Consulté le : 30 novembre 2021]

CRE Laurentides, 2008, *Plan directeur 2007-2008*, programme Bleu Laurentides à Mont-Tremblant, CRE Laurentides, 217 p.

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. Adresse : https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/guides/Guide_Multisonde.pdf

CRE Laurentides, 2009, *Trousse des lacs La stratification thermique*. Adresse : https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/troussedeslacs/Fiches/fiche_stratification.pdf

CRE Laurentides et Carignan Richard, 2012, *Isobathes du lac Tremblant - Jeu de données*.

CRE Laurentides et Carignan Richard, 2019, *Vulnérabilité des lacs du Parc national du Mont-Tremblant à la colonisation par le myriophylle à épi*. 26 p. + annexes.

Croisières Mont-Tremblant, s.d., *Les Croisières Mont-Tremblant*. Adresse : <http://www.croisierestremblant.com/fr/index.php> [Consulté le : 25 novembre 2021]

Del Degan, Massé et Associés inc., 2007, *Programme triennal de suivi des lacs de la Ville de Mont-Tremblant*.

Denis-Blanchard Ariane, 2015, *Effet du développement résidentiel sur la distribution et l'abondance des macrophytes submergés dans la région des Laurentides et de Lanaudière*, Mémoire de maîtrise, Université de Montréal. Adresse : https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/13449/Denis-Blanchard_Ariane_2015_M%27moire.pdf?sequence=2 [Consulté le : 25 novembre 2021]

Derksen C et al., 2019, *Évolution de la neige, de la glace et du pergélisol à l'échelle du Canada*, chapitre 5, Rapport sur le climat changeant du Canada, p. 195-260. Adresse : <https://geoscan.nrcan.gc.ca/starweb/geoscan/servlet.starweb?path=geoscan/fulle.web&search1=R=314618> [Consulté le : 1 décembre 2021]

Dupont Jacques, 2004, *La problématique des lacs acides au Québec*. Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/lacs_acides/2004/lacs-acides-Qc.pdf

- Environnement Canada, 2016, *Normales climatiques canadiennes*. Adresse : https://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/results_1981_2010_f.html?searchType=stnProv&lstProvince=QC&txtCentralLatMin=0&txtCentralLatSec=0&txtCentralLongMin=0&txtCentralLongSec=0&stnID=5599&dispBack=0
- Gélinas Malorie et Pinel-Alloul Bernadette, 2008, *Relating crustacean zooplankton community structure to residential development and land-cover disturbance near Canadian Shield lakes*, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, vol. 65, n° 12, p. 2689-2702.
- Gestion des ressources hydriques Manitoba et Santé Manitoba, *La turbidité dans les sources d'approvisionnement en eau au Manitoba*. Adresse : https://www.gov.mb.ca/sd/waterstewardship/odw/public-info/fact_sheets/pdf/fr/factsheet_turbidity_fr.pdf [Consulté le : 1 décembre 2021]
- Gouvernement du Canada, 2012, Page 13 : Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada – Troisième édition. Adresse : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-sujet-qualite-eaux-utilisees-fins-recreatives-canada-troisieme-edition/recommandations-sujet-qualite-eaux-utilisees-fins-recreatives-canada-troisieme-edition-page-13.html>
- Hébert S. et Légaré S., 2000, *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau*, p. 24.
- Horton R. E., 1945, *Erosional development of streams and their drainage basins*.
- Kalff Jacob, 2002, *Limnology: Inland Water Ecosystems*, Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.
- Kelting Daniel L, Laxson Corey L. et Yerger Elizabeth C., 2012, *Regional analysis of the effect of paved roads on sodium and chloride in lakes*, Water Research, vol. 46, p. 2749-2758.
- Kincaid Dustin W. et Findlay Stuart E. G., 2009, *Sources of Elevated Chloride in Local Streams: Groundwater and Soils as Potential Reservoirs*, Water, Air, and Soil Pollution, vol. 203, n 1-4, p. 335-342.
- Lambert, Cattaneo, Carignan, 2008, *Periphyton as an early indicator of perturbation in recreational lakes*, p. 258-265.
- MDDEP et CRE Laurentides, 2009, *Protocole de caractérisation de la bande riveraine*, 2e édition. Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/bande_riveraine.pdf
- MDDEP, CRE Laurentides, GRIL, 2012, *Protocole de suivi du périphyton*. Adresse : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/protocole-periphyton.pdf>
- MELCC, 2021a, *Aires protégées au Québec Les provinces naturelles*. Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/provinces/partie4c.htm
- MELCC, *Critères de qualité de l'eau de surface - Chlorures*. Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0118 [Consulté le : 2 décembre 2021]

- MELCC, *État de situation sur les résultats de phosphore dans les lacs - Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*. Adresse : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/etat-situation-phosphore.htm> [Consulté le : 3 décembre 2021]
- MELCC, 2007, *Guide d'élaboration d'un plan directeur de bassin versant de lac et adoption de bonnes pratiques*. Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide_elaboration.pdf
- MELCC, 2021b, *Lac Joly (0658A) - Suivi de la qualité de l'eau 2018*. Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/relais/fiches-bilans/2018/Joly,%20Lac_0658A_2018_SA_SM.html [Consulté le : 6 décembre 2021]
- MELCC, 2021c, *Lac Joly (0658B) - Suivi de la qualité de l'eau 2018*. Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/relais/fiches-bilans/2018/Joly,%20Lac_0658B_2018_SA_SM.html [Consulté le : 6 décembre 2021]
- MELCC, 2021d, *Lac Tremblant (0480A) - Suivi de la qualité de l'eau 2020*. Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/relais/fiches-bilans/2020/Tremblant,%20Lac_0480A_2020_SA_SM.html [Consulté le : 6 décembre 2021]
- MELCC, 2021e, *Lac Tremblant (0480B) - Suivi de la qualité de l'eau 2020*. Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/relais/fiches-bilans/2020/Tremblant,%20Lac_0480B_2020_SA_SM.html [Consulté le : 6 décembre 2021]
- MELCC, *Le Réseau de surveillance volontaire des lacs - Les méthodes*. Adresse : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm> [Consulté le : 24 novembre 2021]
- MELCC, 2021f, *Normales climatiques 1981-2010: Climat du Québec*. Adresse : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/normales/climat-qc.htm>
- MELCC, 2021g, *Fiche technique du Barrage du Lac-Tremblant X0005385*. Répertoire des barrages.
- MELCC, *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)*. Adresse : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.htm> [Consulté le : 9 décembre 2021]
- MFFP, 2021, *État de situation du touladi au lac Tremblant - Bilan des inventaires de 1993 à 2019*. Adresse : <https://mffp.gouv.qc.ca/nos-publications/etat-situation-touladi-lac-tremblant-bilan-inventaires-1993-2019/>
- MFFP, 2000, *Le zonage, plan directeur du Parc du Mont-Tremblant*.
- MFFP, *Parc national du Mont-Tremblant, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs*. Adresse : <https://mffp.gouv.qc.ca/les-parcs/reseau-parcs-nationaux/parc-national-mont-tremblant/> [Consulté le : 29 novembre 2021]
- MFFP, 2003, *Zones de végétation et domaines bioclimatiques du Québec*. Adresse : <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/zone-f.pdf>

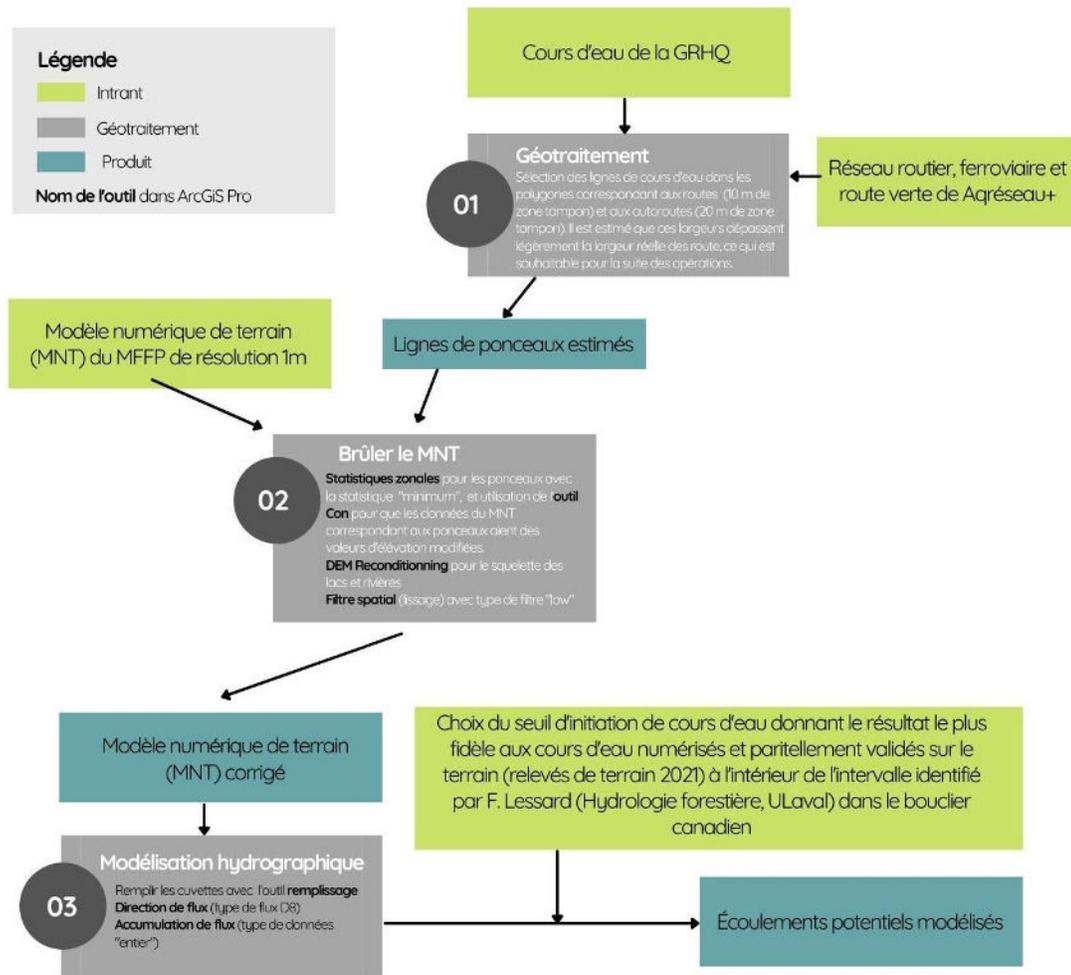
- Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2020, *Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ)* - Jeux de données. Adresse : <https://mern.gouv.qc.ca/repertoire-geographique/reseau-hydrographique-grhq/>
- Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2019, *Géobase routière - AQ réseau + - Jeux de données*. Adresse : <https://mern.gouv.qc.ca/repertoire-geographique/adresses-quebec-reseaux-transport/>
- Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) et ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), 2018, *Découpages administratifs* - Jeux de données. Adresse : <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/decoupages-administratifs>
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), 2017, *Dépôts de surface* - Jeu de données. Adresse : <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/depots-de-surface> [Consulté le : 15 mars 2021]
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), 2019, *LiDAR - Modèles numériques (terrain, canopée, pente)* - Jeux de données. Adresse : <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/produits-derives-de-base-du-lidar> [Consulté le : 11 mai 2021]
- Ministère des Transports, *Saviez-vous que...* . Adresse : <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/gestion-environnementale-sels-voirie/Pages/saviez-vous.aspx> [Consulté le : 8 décembre 2021]
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2017, *Utilisation du territoire* - Jeu de données. Mise à jour en 2018. Adresse : <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/utilisation-du-territoire> [Consulté le : 15 mars 2021]
- MRC des Laurentides et ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), 2021, *Utilisation du territoire, affectations du territoire et divisions cadastrales* - Jeux de données.
- Municipalité de Lac-Tremblant-Nord, 2019, *Règlement sur la protection des plans d'eau contre les espèces exotiques envahissantes*. Adresse : <https://lac-tremblant-nord.qc.ca/wp-content/uploads/2017/03/Lavage-embarcations-2019-02-2.pdf> [Consulté le : 5 février 2022]
- Municipalité de Lac-Tremblant-Nord, *Sécurité nautique*, Municipalité de Lac-Tremblant-Nord. Adresse : <https://lac-tremblant-nord.qc.ca/urbanisme-et-environnement-2/> [Consulté le : 12 décembre 2021]
- OQLF, 2013, *Fiche terminologique Glaciaire*. Adresse : http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26530708
- O'Reilly Catherine M. et al., 2015, *Rapid and highly variable warming of lake surface waters around the globe*, *Geophysical Research Letters*, vol. 42, n° 24. Adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2015GL066235> [Consulté le : 19 novembre 2021]

- Pinay Gilles et al., 2018, *L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'Expertise scientifique collective*, Éditions Quae. France, CNRS - Ifremer - INRA - Irstea. Adresse : <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/expertise-eutrophisation-synthese-148-p-2.pdf>
- Préservation Lac-Tremblant-Nord, Lake Freeze & Thaw Dates, *Préservation Lac-Tremblant-Nord*. Adresse : <https://www.preservationltn.ca/lake-freeze-thaw-dates> [Consulté le : 5 février 2022]
- Primeau Guillaume, Sanchez Martine et Caron Maryse, 2021, *Analyse de la vulnérabilité de la source pour le prélèvement d'eau de surface no X0008875-1*.
- Reddy K.R., Kadlec R.H., Flaig E. et Gale P.M., 1999, *Phosphorus Retention in Streams and Wetlands: A Review*, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 29:1, 83-146.
- Savard Martin, s.d., *Guide de Pêche Mont Tremblant - SERVICE DE GUIDE*. Adresse : <https://guidepechetremblant.com/> [Consulté le : 30 novembre 2021]
- Services Simon Provencher, 2017, *Représentation cartographique de la réglementation sur navigation au lac Tremblant*, Carte.
- Station Mont Tremblant, 2021, *ParcPlage*. Adresse : <https://www.tremblant.ca/fr/quoi-faire/activites/parc-plage>
- Station Mont Tremblant, 2001, *Rapport-synthèse. Suivi de la qualité de l'eau. Avril 1993-Novembre 2000*. Rapport préparé par Christine Tremblay. 30 p. + annexes.
- Tourisme Mont-Tremblant, s.d., *Club Plage et Tennis - Lac Tremblant*. Adresse : <https://www.mont-tremblant.ca/fr/quoi-faire/f/93/club-plage-et-tennis-lac-tremblant> [Consulté le : 22 novembre 2021]
- Turcotte Paul-André, 2021, *Rapport bilan de l'utilisation du permis SEG 2021-04-19-1810-15-G-P*.
- Ville de Mont-Tremblant, *Enjeux de développement - Révision réglementaire en vue de la refonte du plan d'urbanisme | Ville de Mont-Tremblant*. Adresse : <https://www.villedemont-tremblant.qc.ca/citoyens/urbanisme/enjeux-de-developpement-rci> [Consulté le : 9 février 2022]
- Ville de Mont-Tremblant, *Mise à l'eau d'embarcations : Mont-Tremblant rappelle que le certificat de lavage est obligatoire*. Adresse : <https://www.villedemont-tremblant.qc.ca/fr/nouvelles/mise-a-leau-dembarcations-mont-tremblant-rappelle-que-le-certificat-de-lavage-est-obligatoire> [Consulté le : 5 février 2022]
- Ville de Mont-Tremblant, service de l'environnement, 2016, *Rapport de suivi des lacs de la ville de Mont-Tremblant, état des mesures du périphyton 2016*.
- Watson Susan B., McCauley Edward et Downing John A., 1997, *Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of differing nutrient status*. *Limnology and Oceanography*, vol. 42, n 3, p. 487-495.

ANNEXES

A1. MODÉLISATION HYDROGRAPHIQUE

MODÉLISATION HYDROGRAPHIQUE



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

Méthodologie adaptée de F.Lessard (2020).

A3. CODE ENVIRONNEMENTAL ET DE COURTOISIE DU LAC TREMBLANT

LAC TREMBLANT

CODE ENVIRONNEMENTAL ET DE COURTOISIE NAUTIQUE

(Mont-Tremblant, 2013-04)

Le présent protocole a pour but l'amélioration des mesures pour la protection et la conservation des plans d'eau. Il vise l'intégration des quatre (4) concepts fondamentaux soient la pérennité des cours d'eau, l'accessibilité à ceux-ci, la quiétude ainsi que la sécurité des usagers.

Assurer la pérennité

Le lavage des embarcations est obligatoire et une accréditation d'une station de lavage de Mont-Tremblant est requise pour la mise à l'eau. Vous devez obtenir le certificat émis par l'une de ces stations de lavage pour avoir accès au Lac Tremblant.

Défi Sport Marine 228 route 117, Mont-Tremblant 819 425 2345
(avec rendez-vous seulement, environ 20\$)

Garage Matte 1950 chemin du Village, Mont-Tremblant 819 425 7969
(avec rendez-vous seulement, environ 20\$)

Lave-Auto Mont-Tremblant 469 rue de Saint-Jovite, 819 681 9136
(7 jours semaine, 9 hrs à 17 hrs, environ 10\$)(libre-service)

Pour assurer la qualité de l'eau du lac, ne transportez pas d'eau en provenance d'autres lacs dans les citernes de ballast de votre embarcation.

L'utilisation de produits sans phosphate est privilégiée pour le nettoyage des embarcations, etc.



Courtoisie nautique

Tous les plaisanciers doivent s'éloigner perpendiculairement de la rive en quittant leur point d'amarrage.

Les activités récréatives motorisées sont interdites à l'intérieur d'une distance de 60 mètres des berges. Les activités wake/surf ne sont permises qu'à 300 mètres des berges.

La pratique des activités de Wake/surf/tube sont encouragée à 300 mètres des berges.

En vue d'assurer la protection des berges et de réduire l'érosion, les activités récréatives motorisées devraient s'effectuer dans le milieu du lac. La navigation en cercle ou en anneau n'est pas autorisée.

Les lois sur la sécurité maritime de Transports Canada sont mises en application par le Service de police de Mont Tremblant.

Afin d'optimiser la sécurité sur le lac, la vitesse maximale autorisée est de 55 km/h à l'extérieur de la zone de 60 mètres des berges et de 10 km/h à l'intérieur de la zone de 60 mètres des berges ainsi que dans certaines zones spécifiques indiquées par la présence de bouées de navigation sur le lac Tremblant.

Assurer l'accessibilité

Les embarcations motorisées sont autorisées sur le lac Tremblant.

AUCUNE embarcation n'est autorisée sur la rivière Cachée qui se trouve dans le parc national du Mont-Tremblant.

L'accès pour les embarcations des résidents et non-résidents est limité à celui géré par PRÉSERVATION LAC TREMBLANT NORD (PLTN) qui est située au bout du chemin de Lac-Tremblant-Nord.

L'ancrage permanent des embarcations est autorisé aux endroits prévus par la Ville de Mont-Tremblant.

Garantir la quiétude

La gestion du bruit est sujette au règlement municipal sur les nuisances (Règlement 2003-53) de la Ville de Mont Tremblant.

Svp, pas de musique forte.

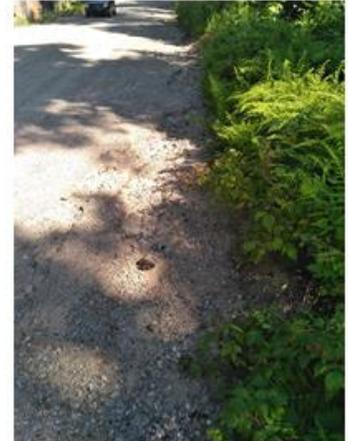
A4. PHOTOS DES OBSERVATIONS RELATIVES À L'ÉROSION ET AU RUISSELLEMENT

SECTEUR: CHEMIN DES
RONDINS
Traces d'érosion et/ou
ruissellement

ER1



ER2



ER3



ER4



ER5



ER7



ER8



SECTEUR: CHEMIN DES RONDINS
Traces d'érosion et/ou ruissellement
le long du chemin des Rondins

ER9



ER10



ER11



SECTEUR: CHEMIN DES RONDINS
Sites à risque d'érosion sur le
chemin des Rondins

S1



S2



S3



S6



SECTEUR: CHEMIN THOMAS-ROBERT
Traces d'érosion et/ou ruissellement

ER12



ER13



ER18



SECTEUR: CHEMIN THOMAS-ROBERT
Ponceaux problématiques

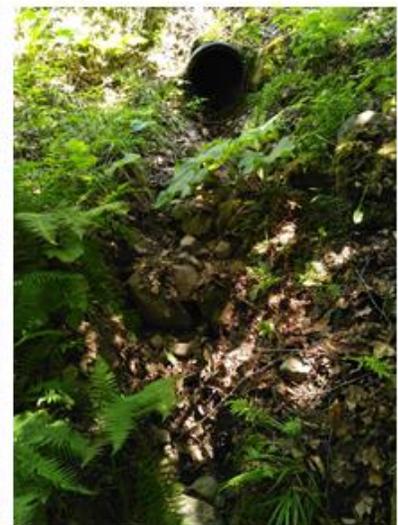
P1



P2



P3



SECTEUR: CHEMIN THOMAS-ROBERT
Ponceaux problématiques

P4



P5



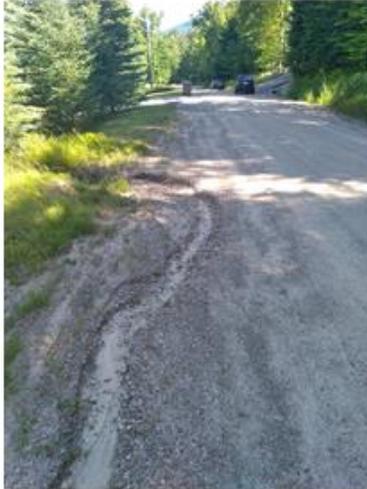
S4

SECTEUR:
CHEMIN
THOMAS-
ROBERT
Site à risque



SECTEUR: CHEMIN DES RENARDS
Traces d'érosion et/ou ruissellement

ER14



ER15



ER16



SECTEUR: CH. DU LAC TREMBLANT N.
Traces d'érosion et/ou ruissellement
ER22



SECTEUR: CH. DU LAC TREMBLANT N.
Ponceau problématique

P8



SECTEUR: CH. DU LAC TREMBLANT N.
Site à risque

S5



SECTEUR: CHEMIN DES CHEVREUILS/DES BOISÉS
Ponceaux problématiques

P6



P7



SECTEUR: CHEMIN DES CHEVREUILS/DES BOISÉS
Érosion/Ruissellement

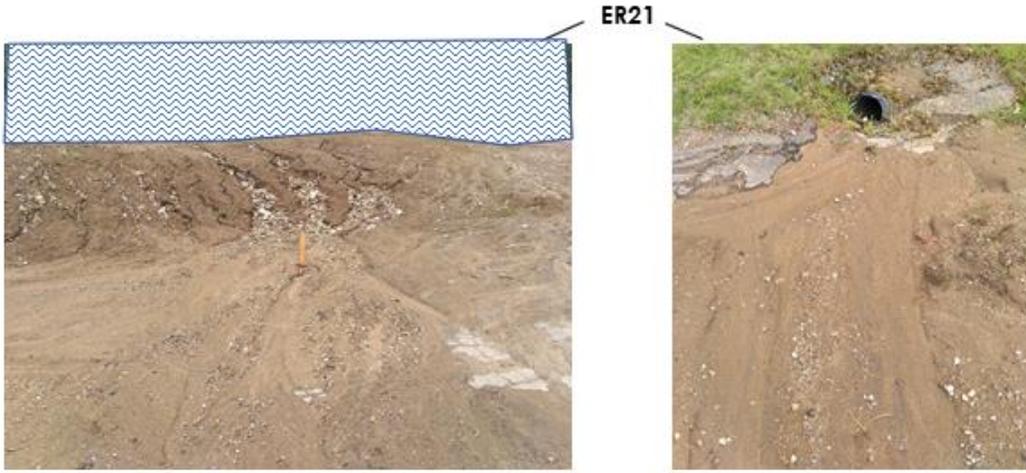
ER17



ER19



SECTEUR: RUE FRANCHESCHINI
Traces d'érosion et/ou ruissellement



ER21

ER20

ER23



SECTEUR: RUE CUTTLE
Traces d'érosion et/ou ruissellement



ER24

ER25

SECTEUR: RUE VIAU
Traces d'érosion et/ou ruissellement

ER26



SECTEUR: RUE VIAU
Ponceau problématique

P9



ER27



SECTEUR: CHEMINS DUPLESSIS/QUATRE-SOMMETS/CURÉ DESLAURIERS/CHAPELLE
Traces d'érosion et/ou ruissellement

ER28



ER29



ER30



SECTEUR: CHEMINS DUPLESSIS/QUATRE-SOMMETS/CURÉ DESLAURIERS/CHAPELLE
Ponceaux problématiques

P10



P11



P12



SECTEUR: CHEMIN DE L'ERMITE
Traces d'érosion et/ou de ruissellement

ER31



ER32



ER33



ER34



ER35



S7

SECTEUR: CHEMIN DE
L'ERMITE
Site à risque



SECTEUR: CHEMIN DESMARAIS
Traces d'érosion et/ou de ruissellement

ER36



ER37



ER38



ER39



ER41



SECTEUR: CHEMIN DES SOURCES
Traces d'érosion et/ou de ruissellement

ER40



A5. PHOTOS DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA QUALITÉ DE L'EAU



Station T1

À l'entrée de la marina PLTN

28 juin 2021



Station T2

Baie des chevreuils

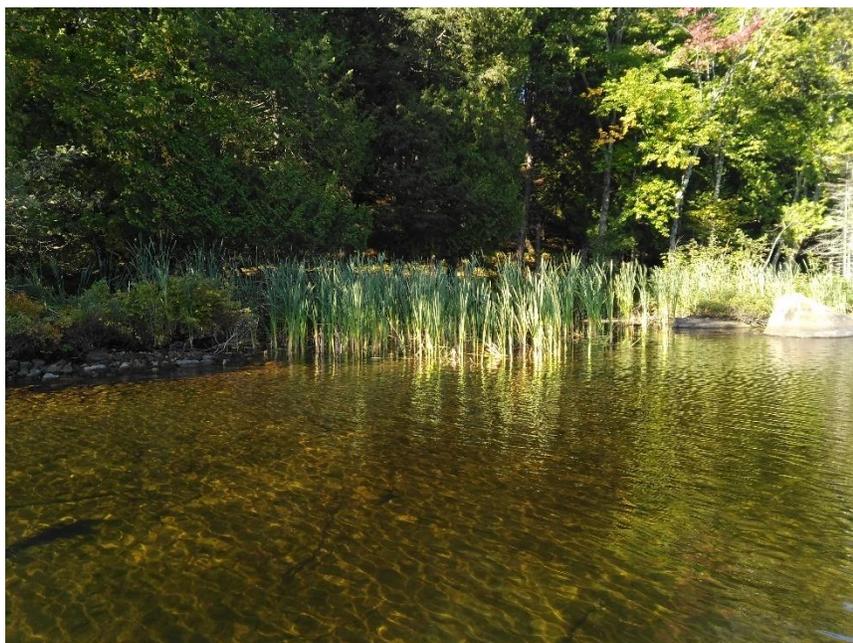
26 juillet 2021



Station T5

Tributaire venant du lac
Gervais

26 juillet 2021



Herbier en aval de la station
T5

20 septembre 2021



Station T6

26 juillet 2021



Station T7

Rivière cachée

28 juin 2021



Vue aérienne de la
rivière cachée

crédit photo :
Guillaume Gendreau-
Lefèvre, OBV RPNS



Station T11

Tributaire près du
chemin Desmarais
et de l'Impasse des
Cascades



**En aval de la
station T11**

28 juin 2021



Station T12
Ruisseau Nansen



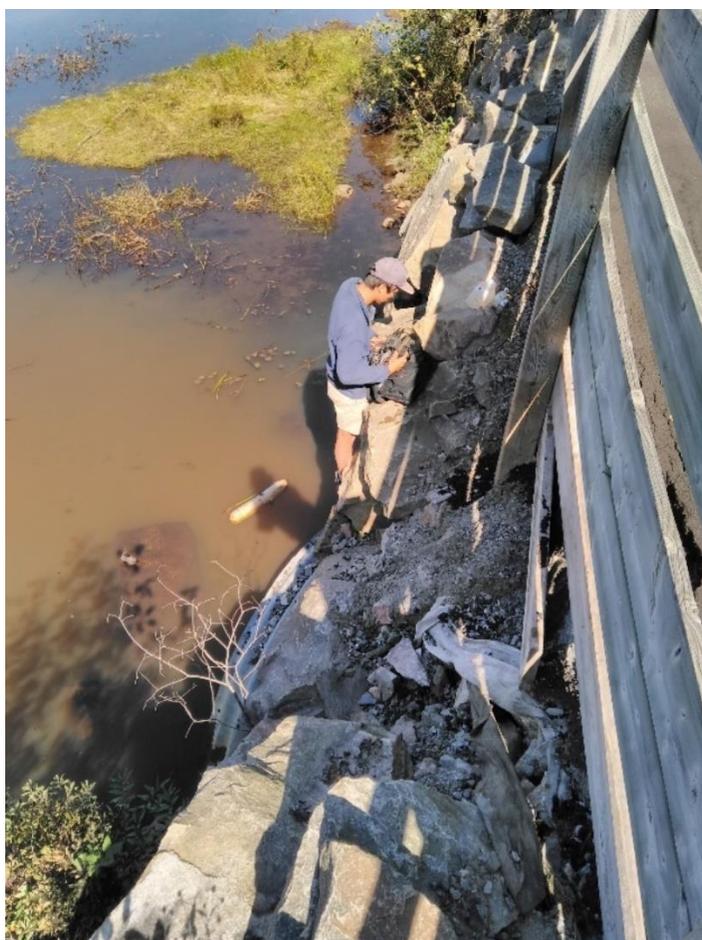
Lac Miroir situé en
amont de la station
T12
20 septembre 2021



Station T13

Milieu humide au niveau
du chemin Curé-
Deslauriers

20 septembre 2021



Station T13

Milieu humide au niveau
du chemin Curé-
Deslauriers

20 septembre 2021



Station T14

Aire de
mouillage des
bateaux au
sud du lac

28 juin 2021



Station T14

Aire de
mouillage des
bateaux au
sud du lac

28 juin 2021



Station T15

28 juin 2021



Station T15

26 juillet 2021



Station T16

Situé près du développement résidentiel Lago
tremblant

26 juillet 2021



Partie amont de la station T16

26 juillet 2021



Station T17

26 juillet 2021

Eau sortant du ponceau au niveau du milieu humide près de la marina PLTN



Milieu humide en amont de la station T17

26 juillet 2021

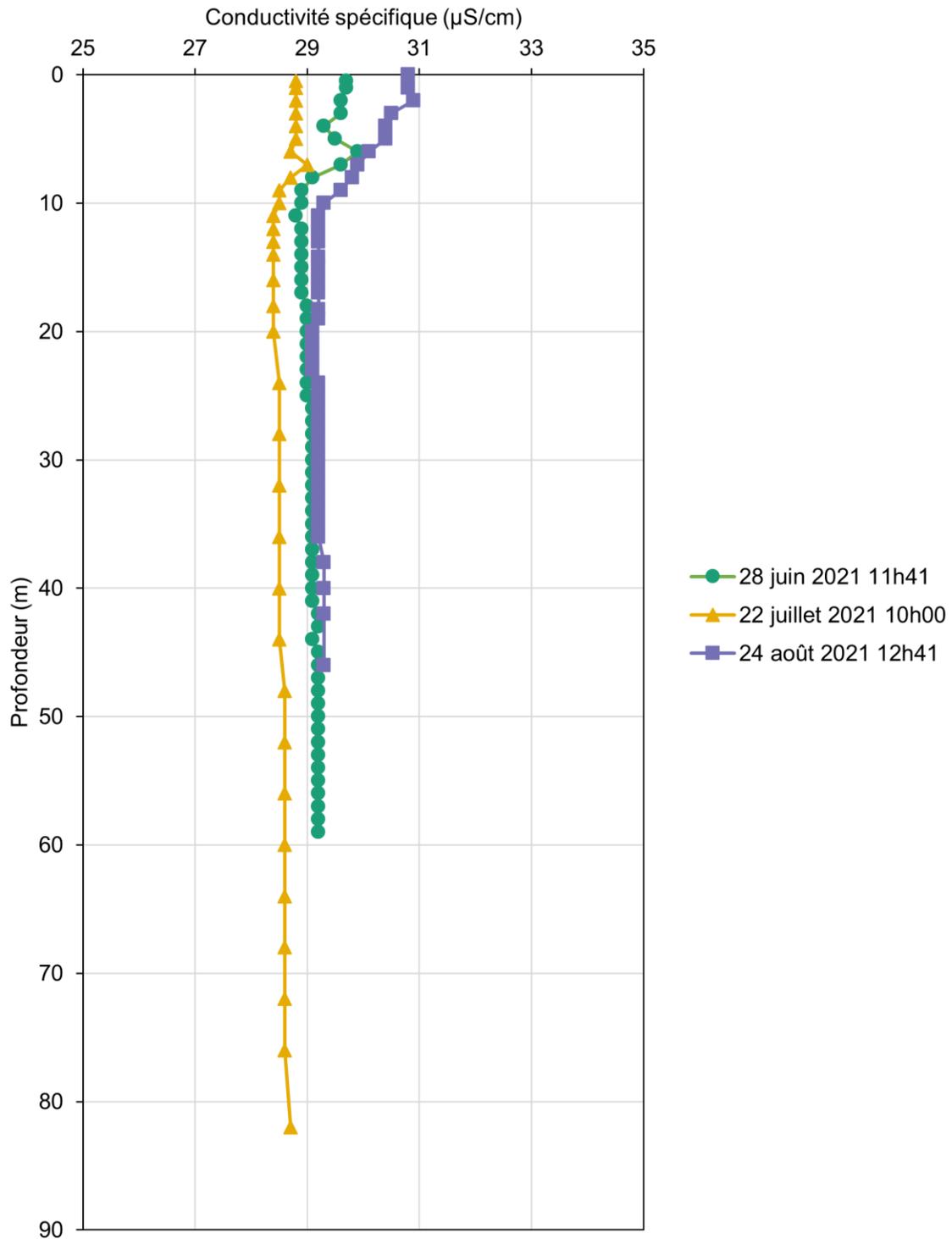
A6. RÉSULTATS DE QUALITÉ DE L'EAU

Station	Date	Phosphore total trace (µg/L)	Matières en suspension (mg/L)	Chlorures (mg/L)
1	2021-06-28	8,2	1	2
2	2021-06-28	4,4	< 1	NA
3	2021-06-28	5,5	< 1	NA
4	2021-06-28	4,6	< 1	NA
5	2021-06-28	7,2	2	NA
6	2021-06-28	6,2	< 1	NA
7	2021-06-28	7,8	< 1	NA
8	2021-06-28	4,5	< 1	NA
9	2021-06-28	3,5	< 1	2
10	2021-06-28	3,6	< 1	NA
11	2021-06-28	5,0	1	< 2
12	2021-06-28	7,3	< 1	5
13	2021-06-28	14,0	2	22
14	2021-06-28	4,8	< 1	2
15	2021-06-28	11,0	< 1	NA
16	2021-06-28	4,3	< 1	NA
1	2021-07-26	3,8	< 1	< 2
2	2021-07-26	4,5	NA	NA
5	2021-07-26	3,9	< 1	NA
6	2021-07-26	3,7	NA	NA
7	2021-07-26	9,5	< 1	NA
9	2021-07-26	2,9	NA	< 2
11	2021-07-26	4,2	< 1	NA
12	2021-07-26	9,3	2	7
13	2021-07-26	12	< 1	49
14	2021-07-26	4,3	< 1	NA
15	2021-07-26	4,3	< 1	NA
16	2021-07-26	4,2	< 1	36
17	2021-07-26	12	< 1	4
1	2021-08-24	7	NA	< 2
2	2021-08-24	3,8	NA	NA
5	2021-08-24	6,3	NA	NA
6	2021-08-24	4,9	NA	NA

Station	Date	Phosphore total trace (µg/L)	Matières en suspension (mg/L)	Chlorures (mg/L)
7	2021-08-24	9,4	NA	NA
9	2021-08-24	3,7	NA	< 2
11	2021-08-24	8	NA	NA
12	2021-08-24	7,8	< 1	8
13	2021-08-24	8,7	3	62
14	2021-08-24	3,4	NA	NA
15	2021-08-24	NA	NA	NA
16	2021-08-24	9,5	1	39
17	2021-08-24	16	NA	4
1	2021-09-20	3,1	NA	2
2	2021-09-20	2,2	NA	NA
5	2021-09-20	4,3	NA	NA
6	2021-09-20	3,3	NA	NA
7	2021-09-20	5,1	NA	NA
9	2021-09-20	2,3	NA	2
11	2021-09-20	3,6	NA	NA
12	2021-09-20	7,4	2	12
13	2021-09-20	7,9	4	67
14	2021-09-20	2,5	NA	NA
15	2021-09-20	NA	NA	NA
16	2021-09-20	4,9	3	37
17	2021-09-20	11	NA	5

*Pour représenter graphiquement les résultats sous la limite de détection de la méthode, nous avons utilisé la moitié de la valeur de la limite.

A7. PROFILS DE CONDUCTIVITÉ



A8. PLANCTON AUTOTROPHE ET HÉTÉROTROPHE DU LAC TREMBLANT

Source : Arsenault et al. (1997)

PLANCTON AUTOTROPHE		Automne Nord		Automne Sud		Automne R. Cachée		Printemps Nord		Printemps Sud		Printemps R. Cachée		Été Nord		Été Sud		Été R. Cachée	
		ind./L	%	ind./L	%	ind./L	%	ind./L	%	ind./L	%	ind./L	%	ind./L	%	ind./L	%	ind./L	%
1	Chlorophyceae		0.00		0.00		0.00		0.00	3.70	0.97		0.00	4.27	0.53		0.00		0.00
2	Chlorophyceae		6.08	23.39	3.28	7.58	1.57	55.56	10.70	44.44	11.87	18.52	1.31	38.48	4.76	44.44	5.41	6.17	1.14
3	Chlorophyceae		0.47	5.85	0.82	2.53	0.52	3.27	0.63	3.70	0.97	18.52	1.31	17.09	2.12	44.44	5.41	6.17	1.14
4	Chlorophyceae		2.34	8.77	1.23	0.00	0.00	9.80	1.89	0.00	0.00	4.63	0.33	4.27	0.53	16.87	2.03	6.17	1.14
	Contribution totale		8.89	5.33	2.09			13.22	13.61	2.94				7.99	12.84	3.41			
5	Chrysophyceae		2.34	23.39	3.28	2.53	0.52	32.68	6.30	18.52	4.86	41.67	2.94	8.55	1.06		0.00		0.00
6	Chrysophyceae		0.00	2.92	0.41	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Chrysophyceae		19.84	125.73	17.62	78.28	16.23	75.16	14.48	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Chrysophyceae		6.55	23.39	3.28	25.25	5.24	49.02	9.45	74.07	19.44	101.85	7.20	81.20	10.05	16.87	2.03	30.86	5.68
9	Chrysophyceae		0.47	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Contribution totale		28.99	24.59	21.59			30.22	24.30	10.14				11.11	2.03				5.68
10	Cyanophyceae		2.81	32.16	4.51	10.10	2.09		0.00	25.93	6.80	23.15	1.64	25.64	3.17	61.11	7.43	86.42	15.92
11	Cyanophyceae		0.47	14.62	2.05	15.15	3.14		0.00	11.11	2.92	0.00		26.91	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00
12	Cyanophyceae		8.89	17.54	2.46	25.25	5.24	39.22	7.56	11.11	2.92	55.56	3.93	47.01	5.82	50.00	6.08	37.04	6.82
13	Cyanophyceae		1.40	2.92	0.41	0.00	0.00	3.27	0.63	0.00	0.00	0.00		25.64	3.17	22.22	2.70	0.00	0.00
14	Cyanophyceae		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00		179.49	22.21	227.78	27.71	0.00	0.00
15	Cyanophyceae		21.04	195.91	27.46	101.01	20.94	91.50	17.63	81.48	21.39	92.59	6.54	196.58	24.33	166.67	20.28	86.42	15.92
16	Cyanophyceae		0.47	2.92	0.41	15.15	3.14	3.27	0.63	0.00	13.89	0.96		0.00	5.56	0.68	43.21	7.96	0.00
17	Cyanophyceae		3.27	58.48	8.20	27.78	5.76	35.95	6.93	3.70	0.97	60.19	4.25		0.00	0.00	0.00	12.35	2.27
	Contribution totale		38.35	45.49	40.31			33.37	35.00	17.34				62.47	64.88			48.88	48.88
18	Diatomophyceae		0.00	5.85	0.82	12.63	2.62	6.54	1.26	0.00	0.00	0.00		17.09	2.12	22.22	2.70	0.00	0.00
19	Diatomophyceae		0.00	0.00	0.00	2.53	0.52	3.27	0.63	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	6.17	1.14
20	Diatomophyceae		6.08	64.33	9.02	25.25	5.24	45.75	8.82	25.93	6.80	0.00		29.91	3.70	27.78	3.38	12.35	2.27
21	Diatomophyceae		0.47	0.00	12.63	2.62	6.54	1.26	0.00	0.00	32.41	2.29		4.27	0.53	0.00	0.00	6.17	1.14
22	Diatomophyceae		0.00	0.00	5.05	1.05	0.00	0.00	7.41	1.94	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	Diatomophyceae		1.40	8.77	1.23	20.20	4.19	6.54	1.26	3.70	0.97	9.26	0.65	25.64	3.17	16.87	2.03	30.86	5.68
24	Diatomophyceae		0.00	2.92	0.41	0.00	0.00	3.27	0.63	7.41	1.94	27.78	1.96	0.00	0.00	16.87	2.03	12.35	2.27
25	Diatomophyceae		1.40	14.62	2.05	10.10	2.09	6.54	1.26	7.41	1.94	37.04	2.62	17.09	2.12	11.11	1.35	12.35	2.27
26	Diatomophyceae		1.87	14.62	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	0.97	37.04	2.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	Diatomophyceae		0.00	0.00	12.63	2.62	6.54	1.26	3.70	0.97	4.83	0.33		0.00	0.00	0.00	12.35	2.27	0.00
	Contribution totale		11.22	16.57	20.94			16.37	15.55	10.47				11.64	11.49			17.05	17.05
28	Dinophyceae		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.54	1.26	3.70	0.97	18.52	1.31		0.00	11.11	1.35	6.17	1.14
29	Euchlorophyceae		6.08	8.77	1.23	35.35	7.33	3.27	0.63	22.22	5.83	4.63	0.33	25.64	3.17	11.11	1.35	80.25	14.78
30	Euchlorophyceae		0.00	5.85	0.82	0.00	0.00		0.00	0.00	37.04	2.62		4.27	0.53	5.56	0.68	0.00	0.00
31	Euchlorophyceae		1.40	0.00	15.15	3.14			0.00	3.70	0.97	0.00		4.27	0.53	22.22	2.70	37.04	6.82
32	Euchlorophyceae		3.27	32.16	4.51	10.10	2.09	22.88	4.41	7.41	1.94	23.15	1.84	17.09	2.12	16.87	2.03	12.35	2.27
33	Euchlorophyceae		0.47	0.00	10.10	2.09	0.00		0.00	3.70	0.97	27.78	1.96		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	Euchlorophyceae		0.47	8.77	1.23	0.00	0.00	3.27	0.63	3.70	0.97	4.63	0.33		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	Euchlorophyceae		0.47	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	5.56	0.68	0.00	0.00
	Contribution totale		12.16	7.79	14.66			5.67	10.69	6.87				6.35	7.43			23.87	23.87
36	Zygothryxaceae		0.47	2.92	0.41	0.00	0.00		0.00	0.00	720.14	50.89			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	Zygothryxaceae		0.00	2.92	0.41	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	Zygothryxaceae		0.00	2.92	0.41	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00			4.27	0.53	0.00	0.00	0.00
	Total		540.40	713.45	482.32			519.61	381.48	1414.58				907.69	822.22			543.21	543.21
PLANCTON HÉTÉROTROPHE																			
39	Flagellés		37.58	8.71	58.06			15.03	65.78					67.69	142.22			183.95	
40	Flagellés		37.58	8.71	30.61			7.84	153.48			94.44		203.08	298.67			441.48	
41	Flagellés		2.53	8.77	10.10														
42	Flagellés		32.88	17.43	20.40			31.37	43.85					33.85	85.33			91.98	
43	Flagellés		32.88	21.78	30.61			31.37	21.83			23.61		25.38	71.11			55.19	
44	Flagellés		126.82	126.35	102.02			172.55	78.74			11.81		25.38	14.22			55.19	
45	Flagellés		201.97	252.69	275.45			509.80	734.52			247.92		499.32	810.67			1011.73	
	Total		472.22	444.44	625.25			767.97	1096.30			460.42		654.70	1422.22			1839.61	
46	Ciliés		2.53					3.27	3.70			9.26							
47	Ciliés		2.53	5.85															
48	Cystes													29.91	16.87			61.73	

A9. ZOOPLANCTON

Source : Arsenault et al. (1997)

Tableau 20. Dénombrement des espèces zooplanctoniques du lac Tremblant.

Nu	IDENTIFICATION		Aut. sud ind/l	Aut. nord ind/l	Print. sud ind/l	Print. nord ind/l	Été sud (10 m) ind/l	Été nord (10 m) ind/l
	classe	Espèce/code						
1	Rotifère	Ascomorpha ecaudis			0.03	0		0.08
2	Rotifère	Ascomorpha sp						0.04
3	Rotifère	Asplanchna priodonta					0.21	0.19
4	Rotifère	Gastropus sp	0.04	0.36	0	0.05	0.29	0.34
5	Rotifère	Conochilus sp	0.51	1.01	5.17	1.48	15.48	6.68
6	Rotifère	Collotheca mutabilis o	0.08	0.04	0.09	0.02		0.04
7	Rotifère	Keratella cochlearis	1.10	1.61	0.06	0.07	1.12	6.8
8	Rotifère	Keratella cochlearis avec oeufs	0.08	0.24	0.03	0.02	0.08	0.65
9	Rotifère	Keratella sp 1 (cochlearis plus large?)	0.51	0.56	0.03	0.02	0.50	0.23
10	Rotifère	Keratella sp 1 + oeufs (cochlearis plus large?)		0.04			0.04	0.15
11	Rotifère	Kellicottia longispina	1.19	1.25	0.63	0.21	12.46	6.15
12	Rotifère	Kellicottia longispina plus oeufs	0.08	0.20	0.20	0.14		1.15
13	Rotifère	Kellicottia bostoniensis	0.08	0.04	0.03	0		
14	Rotifère	Kellicottia bostoniensis+oeufs			0.03	0		
15	Rotifère	Keratella taurocephala			0.03	0	0.25	
16	Rotifère	Lecane sp			0	0.02		
17	Rotifère	Monostyla lunaris			0	0.02		
18	Rotifère	Notommatidae			0	0.05		0.11
19	Rotifère	Ploesoma lenticulare					0.25	0.23
20	Rotifère	Ploesoma hudsoni forme petite					0.08	
21	Rotifère	Ploesoma hudsoni forme large						0.15
22	Rotifère	Pomphylx			0.06	0		
23	Rotifère	Polyarthra major	0.34	0.56				
24	Rotifère	Polyarthra major avec oeufs		0.52				
25	Rotifère	Polyarthra vulgaris	0.89	1.61	0.06	0.14	4.8	14.51
26	Rotifère	Polyarthra vulgaris plus oeufs	0.08	0.08				
27	Rotifère	Polyarthra dolichoptera + oeufs			0.11	0		
28	Rotifère	Polyarthra dolichoptera		0.04	0.74	0.05	0.04	
29	Rotifère	Polyarthra remata	0.08					
30	Rotifère	Polyarthra sp (petit)					0.08	1.57
31	Rotifère	Synchaeta sp (petit)	0.13	0.24	1.71	1.58		
32	Rotifère	Trichocerca cylindrica		0.04	0.03	0		
33	Rotifère	Trichocerca cylindrica					0.17	0.15
34	Rotifère	Trichocerca elongata						0.04
35	Rotifère	Rotifère indéterminé			0.06	0	0.04	0.19
36	Rotifère	Rotifère indéterminé (Pomphylx sp)			0	0.02		
	Rotifère	TOTAL rotifère	5.22	8.47	9.05	3.89	110.71	21.46
	Rotifère	%	56.42	45.55	27.09	16.50	54.1	55.7
	Rotifère	nombre taxons	11	12	18	15	14	17
37	Cladocère	Bosminidae	0.68	1.98	1.03	0.93	10.43	19.59
38	Cladocère	Cladocera juvenile			0	0.07		
39	Cladocère	Daphnia longiremis	0.08	0.20	0.31	0.23	0.37	0.69
40	Cladocère	Diaphanosoma brachyurum			0.03	0.00	0.04	
41	Cladocère	Diaphanosoma leuchtenbergianum					0.08	
42	Cladocère	Diaphanosoma immature						0.11
43	Cladocère	Daphnia galeata-mendotae					4.22	0.38
44	Cladocère	Daphnia immature					0.25	0.08
45	Cladocère	Holopedium gibberum	0.04	0.04	1.80	0.14	1.12	0.38
46	Cladocère	Leptodora kindtii*			0.03	0.00	0.003	
47	Cladocère	Polyphemus pediculus						0.04
	Cladocère	TOTAL cladocère	0.81	2.22	3.20	1.38	16.513	21.27
	Cladocère	%	8.72	11.93	9.57	5.84	24.9	30.1
	Cladocère	nombre taxons	3	3	5	3	7	5

48	Calanoïde	Nauplii de calanoïde	0.13	0.32	9.53	14.33	9.77	6.07
49	Calanoïde	Copepodid calanoid 1	0.04	0.04	1.00	0.63	1.03	0.27
50	Calanoïde	Copepodid calanoid 2	0.08		0	0.09	0.7	0.34
51	Calanoïde	Copépodite calanoid 3			0.03	0	0.37	0.38
52	Calanoïde	Copepodid calanoid 4	0.08		0.03	0		
53	Calanoïde	Copepodid calanoid 5		0.12			0.04	0.04
54	Calanoïde	Copepodid calanoid 1 Epischura						0.04
55	Calanoïde	Copepodid calanoid 2 Epischura						0.04
56	Calanoïde	Leptodiaptomus minutus F	0.34	3.14	0.46	0.07		0.08
57	Calanoïde	Leptodiaptomus minutus F+o		0.16	0.77	0.21		
58	Calanoïde	Leptodiaptomus minutus M	0.64	2.86	1.51	1.14	0.41	0.04
	Calanoïde	TOTAL calanoïde	1.32	6.65	13.33	16.48	12.32	7.3
	Calanoïde	%	14.22	35.79	39.91	69.83	18.6	10.3
	Calanoïde	nombre taxons	1	1	1	1	1	2
59	Cyclopoïde	Nauplii de cyclopoïde	1.27	0.81	4.51	0.47	0.79	2.37
60	Cyclopoïde	Copepodid cyclopoid 1	0.17	0.24	0.34	0.19	0.25	0.04
61	Cyclopoïde	Copepodid cyclopoid 2	0.17	0.08	0.23	0.19	0.04	0.04
62	Cyclopoïde	Copépodite cyclopoid C2 (Mesocyclops)					0.08	
63	Cyclopoïde	Copépodite cyclopoid C1 (Tropocyclops sp?)					0.08	0.08
64	Cyclopoïde	Cyclopoid C3-4 (Tropocyclops sp?)	0.04				0.04	
65	Cyclopoïde	Cyclopoid C3-4 (Mesocyclops sp?)	0.08	0.04	1.71	0.28	0.04	
66	Cyclopoïde	Copépodite cyclopoid C3-4 (Acanthocyclops sp?)					0.04	
67	Cyclopoïde	Cyclopoid C4-5 (Mesocyclops sp?)	0.13		0.80	0.63	0.04	0.08
68	Cyclopoïde	Cyclops scutifer male			0	0.05		
69	Cyclopoïde	Mesocyclops edax femelle			0.06	0.02	0.04	0.04
70	Cyclopoïde	Mesocyclops edax femelle plus oeufs			0.03	0	0.04	0.04
71	Cyclopoïde	Mesocyclops edax mâle			0.03	0	0.04	0.08
72	Cyclopoïde	Mesocyclops leuckarti femelle			0	0.02		
73	Cyclopoïde	Tropocyclops prasinus femelle	0.04	0.08	0.11	0		
	Cyclopoïde	TOTAL cyclopoïde	1.91	1.25	7.82	1.85	1.52	2.77
	Cyclopoïde	%	20.64	6.72	23.42	7.83	2.3	3.9
	Cyclopoïde	nombre taxons	2	2	2	3	3	2
		TOTAL	9.25	18.59	33.40	23.60	66.2	70.8
		nombre taxons	17	18	26	22	25	26
		Micro (<200µm) %	67%	48%	51%	53%	65%	65%
		Meso (200-500 µm) %	16%	15%	29%	35%	24%	30%
		Macro (>500 µm) %	17%	37%	20%	12%	11%	5%