

2021



LAC  **TION**

Étude intégrée du lac des Écorces

31 janvier 2022



Québec 



ÉQUIPE DE RÉALISATION

PERSONNES EN CHARGE DE LA COORDINATION DU PROJET

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

ÉCHANTILLONNAGE

- Guillaume Gendreau-Lefèvre, chargé de projets, OBV RPNS
- Stéphanie Massé, chargée de projets, OBV RPNS
- Louis-Mathis Fortin, OBV RPNS
- Jake Chadwick, Conseiller municipal, Ville de Barkmere
- Kirstin Lachance, Technicienne consultante (2^e sortie)

CARTOGRAPHIE

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

REDACTION DU RAPPORT

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

REVISION DU RAPPORT

- Alexia Couturier, directrice générale adjointe, OBV RPNS

COMITE DE TRAVAIL EXTERNE A L'OBV RPNS

- Jake Chadwick, Conseiller municipal, Ville de Barkmere
- Martin Paul Gélinas, Directeur-général et secrétaire-trésorier, Ville de Barkmere
- Kirstin Lachance, Consultante
- Lea Hardcastle, Présidente, Association pour la protection du lac des Écorces (APLE)
- Barbara Jack, Bénévole, Association pour la protection du lac des Écorces (APLE)

PARTENAIRES FINANCIERS

- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)
- Ville de Barkmere

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation	i
Liste des figures	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des annexes.....	v
Liste des acronymes.....	vi
Glossaire	vii
1 Introduction.....	1
1.1 Contexte.....	1
2 Méthodologie	3
2.1 Comité de travail du lac des Écorces	3
2.2 Sommaire des travaux réalisés	3
2.2.1 Acquisition de données existantes	3
2.2.2 Acquisition de nouvelles données	1
3 Portrait du bassin versant	6
3.1 Contexte géomorphologique, géologique et pédologique	9
3.2 Contexte climatique et domaine bioclimatique	11
3.3 Contexte hydrographique	11
3.4 Milieux humides	13
3.5 Contexte faunique et floristique.....	17
3.5.1 Barrages de castors	17
3.6 Contexte anthropique.....	21
3.6.1 Occupation du territoire.....	21
3.6.2 Potentiel de développement des activités anthropiques.....	24
3.7 Indice de connectivité des sédiments, érosion et ruissellement	27
4 Portrait du lac des Écorces	33
4.1 Morphologie du lac	33
4.2 Temps de renouvellement de l'eau.....	36
4.3 Physico-chimie de l'eau de surface des lacs et des tributaires	36
4.3.1 Contexte climatique.....	36
4.3.2 Physico-chimie de l'eau (RSVL 2010-2020) et niveau trophique	39
4.3.3 Physico-chimie de l'eau (2021)	47
4.4 Plantes aquatiques et algues	60
4.5 Espèces fauniques.....	63
4.6 Bandes riveraines.....	63

4.7	Installations septiques	63
4.8	Activité de plaisance.....	63
5	Diagnostic des problématiques	64
6	Plan d'action	68
6.1	Atelier participatif en lien avec le plan d'action de l'étude intégrée du lac des Écorces	68
6.2	Plan d'action	68
6.3	Suivi du plan du plan d'action	72
7	Conclusion	72
	Remerciements.....	72
	Références	73
	Annexes	77

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les différents volets de l'étude intégrée de lac	1
Figure 2 : Les différents volets du plan d'action	2
Figure 3 : Calcul de l'indice de connectivité des sédiments	5
Figure 4 : Limites du bassin versant du lac des Écorces	7
Figure 5 : Contexte géographique du bassin versant du lac des Écorces	8
Figure 6 : Dépôts de surface dans le bassin versant du lac des Écorces	10
Figure 7 : Principaux tributaires permanents du lac des Écorces ainsi que leur bassin versant	12
Figure 8 : Types de milieux humides dans le bassin versant du lac des Écorces	15
Figure 9 : Localisation des milieux humides à haute valeur écologique dans le bassin versant du lac des Écorces	16
Figure 10 : Barrage de castors (cercle rouge) observé à la sortie du tributaire T1, juillet 2021	17
Figure 11 : Observation du barrage de castors démantelé au tributaire T1, septembre 2021	18
Figure 12 : Localisation des barrages de castors à l'est du lac des Écorces	19
Figure 13 : Évolution du nouveau barrage de castors observé à l'est du lac des Écorces durant l'été 2021	20
Figure 14 : Utilisation du territoire dans le bassin versant du lac des Écorces	22
Figure 15 : Vocation du territoire public dans le bassin versant du lac des Écorces	23
Figure 16 : Plan d'affectation du territoire public (PATP) dans le bassin versant du lac des Écorces	25
Figure 17 : Délimitation approximative des coupes forestières en territoire public dans le bassin versant du lac des Écorces	26
Figure 18 : Coupes forestières en cours au nord de la baie Silver, 21 septembre 2021	27
Figure 19 : Indice de connectivité des sédiments avec le lac des Écorces	28
Figure 20 : Indice de connectivité des sédiments avec le réseau hydrographique	29
Figure 21 : Exemples des types d'observations répertoriés	30
Figure 22 : Observations liées à l'érosion et au ruissellement	32
Figure 23 : Bathymétrie du lac des Écorces	35
Figure 24 : Précipitations totales mensuelles et température moyenne (moyenne mensuelle) enregistrées en 2021 et entre 2010-2020 à la station Arundel #7030310	37
Figure 25 : Pluie totale quotidienne (mm) mesurée entre le 1 ^{er} mai et 30 septembre 2021 à la station Arundel #7030310	38
Figure 26 : Schématisation des niveaux trophiques d'un lac	40
Figure 27 : Exemples de sources anthropiques de phosphore	41
Figure 28 : Stations échantillonnées dans le cadre du RSVL	44
Figure 29 : Concentrations en phosphore total et chlorophylle a, transparence (profondeur du disque de Secchi) et concentration en carbone organique dissous mesurées à la fosse du lac des Écorces (0596A) dans le cadre du RSVL entre 2010 et 2020	45
Figure 30 : Concentrations de phosphore total, de chlorophylle a, transparence (profondeur du disque de Secchi) et concentration en carbone organique dissous mesurées au lac des Écorces dans le cadre du RSVL entre 2010 et 2020	46
Figure 31 : Localisation des stations échantillonnées au lac des Écorces durant l'été 2021	48
Figure 32 : Stations échantillonnées en amont du lac des Écorces durant l'été 2021	49
Figure 33 : Transparence (profondeur du disque de Secchi) mesurée aux trois stations du lac des Écorces de 2010 à 2021	51
Figure 34 : Concentrations en phosphore total mesurées dans les différentes strates de la colonne d'eau pour les trois fosses du lac des Écorces en juin et septembre 2021	52
Figure 35 : Concentrations en phosphore total mesurées dans les tributaires du lac entre juin et septembre 2021	53
Figure 36 : Concentrations en coliformes fécaux dans les tributaires du lac entre juin et septembre 2021	53

Figure 37 : Concentrations en matières en suspension dans les tributaires du lac entre juin et septembre 2021	54
Figure 38 : Schématisation du profil thermique et de la stratification thermique	55
Figure 39 : Profils de température mesurés aux trois fosses du lac des Écorces en juin et août 2021	56
Figure 40 : Profils d'oxygène dissous mesurés aux trois fosses du lac des Écorces en juin et août 2021	58
Figure 41 : pH mètre	59
Figure 42 : Délimitation de la zone littorale au lac des Écorces	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Membres du comité de travail.....	3
Tableau 2 : Études et suivis réalisés au lac des Écorces	1
Tableau 3 : Variables mesurées dans le cadre de LACtion	1
Tableau 4 : Caractéristiques des types d'observations liées au ruissellement et à l'érosion.....	3
Tableau 5 : Source des données géomatiques utilisées pour la production des cartes thématiques	4
Tableau 6 : Observations de type « érosion/ruissellement ».....	31
Tableau 7 : Observations de type « site à risque »	31
Tableau 6 : Caractéristiques du lac des Écorces.....	34
Tableau 7 : Critères de classement du niveau trophique des lacs, basé sur la moyenne estivale des valeurs.....	40
Tableau 8 : Étendue, médiane et moyenne pour les paramètres mesurés à la station 0596A entre 2010 et 2020	47
Tableau 9 : Dates et paramètres analysés lors des relevés de terrain	50
Tableau 10 : Définition des éléments de diagnostic.....	64
Tableau 11 : FFOM du lac des Écorces et son bassin versant	65

LISTE DES ANNEXES

A1. Modélisation hydrographique	A1-1
A2. Photos des observations relatives à l'érosion et au ruissellement	A2-1
A3. Résultats de la qualité de l'eau.....	A3-0

LISTE DES ACRONYMES

APLE	Association pour la protection du lac des Écorces
CF	Coliformes fécaux
Chl.<i>a</i>	Chlorophylle <i>a</i>
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
PT	Phosphore total
RSVL	Réseau de surveillance volontaire des lacs
UTN	Unité de turbidité néphalométrique

GLOSSAIRE

AFFLUENT - TRIBUTAIRE

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

ACIDES HUMIQUES ET FULVIQUES

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

AMONT

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

ANOXIE

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

AVAL

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

BATHYMETRIE

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

BASSIN VERSANT

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

CARBONE ORGANIQUE DISSOUS (COD)

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

COLIFORMES FECALUX

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 OQLF. Fiche terminologique : http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26556979

⁴ CRE Laurentides (2001). Glossaire, Trousse de lacs, 2^e édition.
https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/troussedeslacs/Carnet/glossaire.pdf

⁵ Ferlatte, M., Tremblay, Y., Rouleau, A., & Larouche, U. F. (2014). Définitions du Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES)

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

DEBIT

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.

DEPOT GLACIAIRE

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

ÉCOSYSTÈME - ECOSYSTÈME AQUATIQUE

Unité naturelle composée d'éléments vivants (biocénose) et non vivants (biotope) qui interagissent afin de former un système stable dans lequel on observe un échange cyclique de matières entre les éléments vivants et non 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 saison⁶.

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.

EUTROPHISATION « NATURELLE » OU GÉOLOGIQUE

⁶ CRE Laurentides (2009) La stratification thermique, Trousse de lacs.

https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/troussedeslacs/Fiches/fiche_stratification.pdf

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

EUTROPHISATION ANTHROPIQUE

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

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

EXUTOIRE

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

FOSSE D'UN LAC

Point le plus profond.

HYPOLIMNION

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

HYPOXIE

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

MACROPHYTES

Plantes aquatiques émergentes, flottantes ou submergées de grande taille.

MATIERES EN SUSPENSION (MES) - MATIERE 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 filtration ¹.

MATIERE 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.

MEDIANE

⁷ 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>

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.

METALIMNION

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.

PERIPHYTON

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.

PHOTOSYNTHESE

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

TURBIDITE

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 dominée principalement par des macrophytes⁸.

ZONE PELAGIQUE, LACUSTRE OU LIMNETIQUE

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

⁸ Kalff, 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.

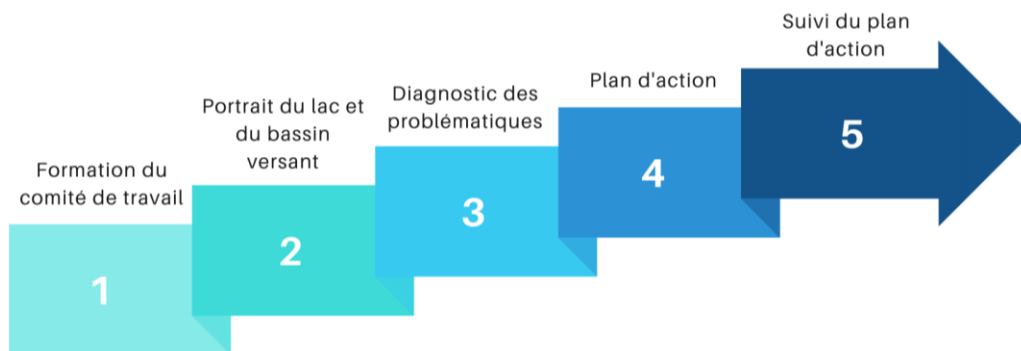


Figure 1 : Les différents volets de l'étude intégrée de lac

La présente étude a permis de :

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

- 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 DES ÉCORCES

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 groupe d'acteurs concernés par la santé du lac des Écorces. 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 11 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 10 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

Nom	Organisme	Fonction
Barbara Jack	Association pour la protection du lac des Écorces	Membre
Jake Chadwick	Ville de Barkmere	Conseiller municipal
Kirstin Lachance	NA	Consultante
Lea Hardcastle	Association pour la protection du lac des Écorces	Présidente
Marie-Hélène Lemarbre ⁹	Ville de Barkmere	Conseillère municipale
Martin Paul Gélinas	Ville de Barkmere	Directeur général et secrétaire-trésorier

2.2 SOMMAIRE DES TRAVAUX RÉALISÉS

2.2.1 Acquisition de données existantes

Plusieurs études et suivis ont été réalisés sur le lac des Écorces, qui 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 (Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), s. d.). Le Tableau 2 énumère la documentation disponible portant sur le lac des Écorces.

⁹ Participation à la rencontre de co-création du plan d'action

Tableau 2 : Études et suivis réalisés au lac des Écorces

Type	Titre	Auteurs ou responsable du programme	Année
Rapport	2013-15 Water Quality review and monitoring Recommendations for Lac des Écorces	Freshwater Research	2015
	Suivi des tributaires du lac des Écorces	BIOFILIA	2008, 2015
	Suivi environnemental du lac des Écorces	BIOFILIA	2007, 2009, 2010
	Plan directeur en environnement	BIOFILIA	2007
	Programme d'évaluation et de surveillance du lac des Écorces à Barkmere	BIOFILIA	2005, 2013
	Évaluation de l'intérêt écologique d'un terrain adjacent au lac des Écorces	Biodiversité Conseil	2020
	Contrôle de l'érosion du chemin Duncun Nord	BIOFILIA	2007
	Qualité de l'eau	BIOFILIA	2007, 2009, 2010, 2011-2013
Programme de suivi	Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)	APLE	2010-2021
	Suivi du Myriophylle à épis	Barkmere	2016-2021
	Suivi de la qualité de l'eau	Barkmere	1997-2021

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 des Écorces et son bassin versant. Ces données comprennent : (1) la physico-chimie de l'eau et des tributaires et (2) la caractérisation des sites d'érosion en périphérie du lac.

2.2.2.1.1 Physico-chimie de l'eau et des tributaires

L'eau du lac des Écorces 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 du lac, 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 des Écorces 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 de 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 ¹⁰)
Chimie (analyse d'eau en laboratoire)	Phosphore total (PT) (µg/L)
	Matières en suspension (MES) (mg/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

¹⁰ 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.)

disparition. La profondeur à laquelle cela se produit est ensuite notée, car elle correspond à la mesure de transparence.

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

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

2.2.2.1.1.3 Prélèvement d'eau

Les échantillons d'eau destinés au dosage du phosphore total, coliformes fécaux et matières en suspension ont été prélevés juste sous la surface (10-15 cm) à l'aide des bouteilles fournies par le laboratoire certifié H2lab. Leur ouverture et fermeture s'effectue directement sous la surface de l'eau afin d'éviter que des feuilles ou branches ne contaminent l'échantillon. Les 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 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 des traces de ruissellement

L'identification des sites d'érosion a été réalisée les 6 et 12 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 des Écorces, il s'agit des chemins suivants :

- Ch. Barkmere (du quai jusqu'au chemin Patry)
- Ch. Patry
- Ch. de Jackrabbit
- Ch. Duncan (Sud, Nord, Est et Ouest)
- Ch. des Jésuites

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	• 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	• Forte pente et/ou sol à nu ou peu végétalisé sans que des signes de ruissellement soient visibles
Ponceau problématique	• Accumulation de sédiments à la sortie du ponceau • Signes d'érosion (affaissements, racines à nu, rigoles) autour du ponceau

2.2.2.2 Cartographie

Plusieurs cartes ont été réalisées afin de dresser le portrait et le diagnostic du lac des Écorces. 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 dérivée des données du Conseil régional de l'environnement (CRE) Laurentides et de Richard Carignan
- Dépôts de surface
- Priorisation des milieux humides à haute valeur (données préliminaires fournies par Conservation de la nature Canada pour le Plan régional des milieux humides et hydriques de la MRC des Laurentides)
- Utilisation du territoire
- Affectation du territoire public
- Vocation du territoire public dans le bassin versant
- Coupes forestières sur les terres publiques à proximité du lac (2021)
- 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
- Localisation des barrages de castors observés au lac

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, 2010)	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 PRMH de la MRC des Laurentides
Milieux humides (localisation)	(Canards Illimités Canada, 2020)	
Coupes forestières	TGIRT	Adaptation à partir de la carte interactive
Lacs	(Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 2020)	GRHQ
Utilisation du territoire, division cadastrales	(MRC des Laurentides, 2018)	
Territoire public	(Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), 2020)	
Vocation du territoire public	(Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), 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), 2018)	

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

- Cours d'eau intermittent : aire de drainage de 2,25 ha à 25 ha
- Cours d'eau permanent : aire de drainage de 25 ha et plus

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

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

L'ICS, tel que modélisé dans le cadre de cette étude, représente la probabilité que le matériel issu de l'érosion à un site A atteigne le réseau hydrographique en un site B. Cet indice dépend de la quantité de sédiments potentiellement disponibles au site A (Composant Amont) et de la route entre les sites A et B (Composant Aval). Le calcul de l'ICS est basé sur les études 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).

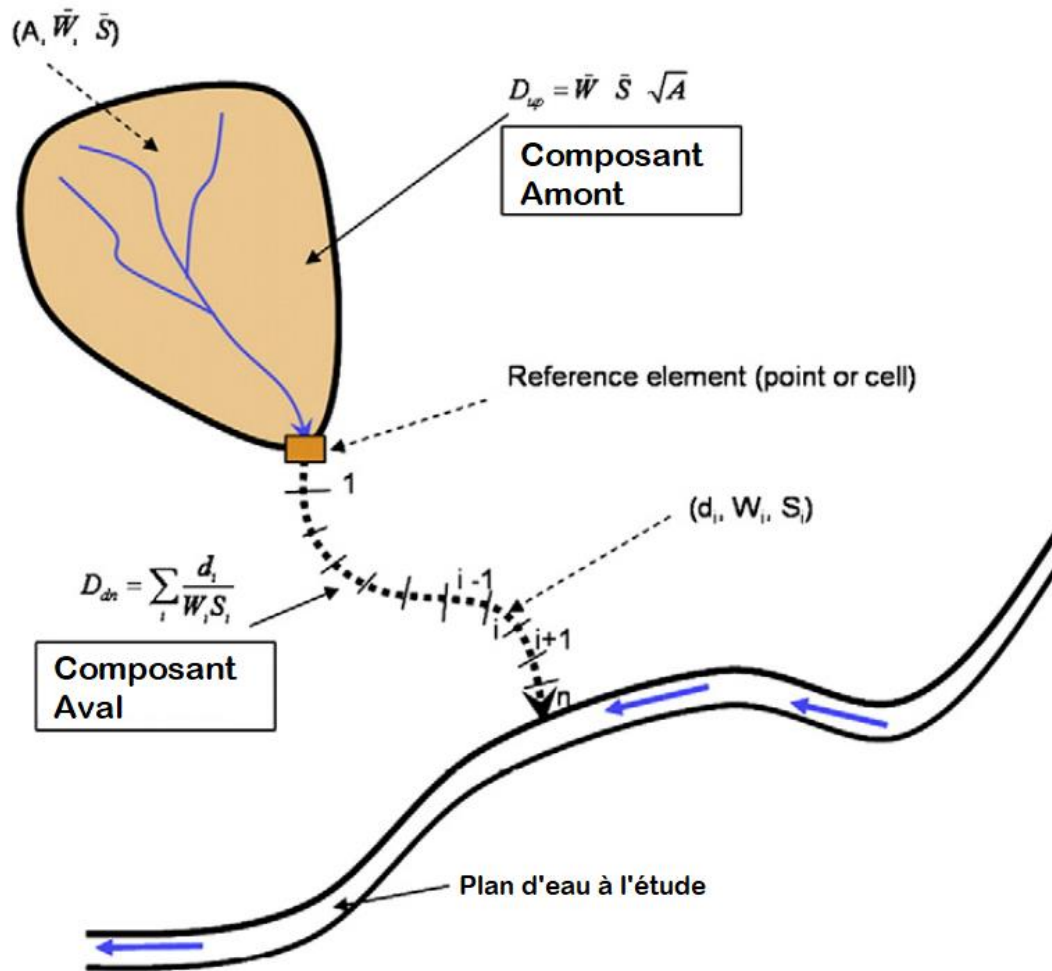


Figure 3 : Calcul de l'indice de connectivité des sédiments

* 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 Guénolé Choné, géomaticien spécialiste des rivières chez Terre et Habitats (Choné, 2021). Le modèle a été appliqué à une résolution spatiale de 5 m. Le MNT issu de relevés LiDAR (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.

Les chantiers de coupes forestières « Baie Cope » et « Félix » ont été rajoutés aux données d'imperméabilisation du territoire et classifiés en catégorie « opérations forestières » afin de mieux refléter l'utilisation du territoire actuelle ou à venir à court terme dans le bassin versant.

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 des Écorces 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 des Écorces présente une superficie 75,6 km², dont 6,48 km² sont occupés par le lac. Le territoire couvert par ce bassin versant s'étend sur les municipalités de Barkmere, Montcalm, Arundel, Saint-Faustin-Lac-Carré, Ivry-sur-le-Lac et Saint-Adolphe-d'Howard, qui font tous partie de la Municipalité régionale de comté (MRC) des Laurentides, à l'exception de Saint-Adolphe-d'Howard, qui appartient à la MRC des Pays-d'en-Haut. 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 est présenté à la Figure 5.

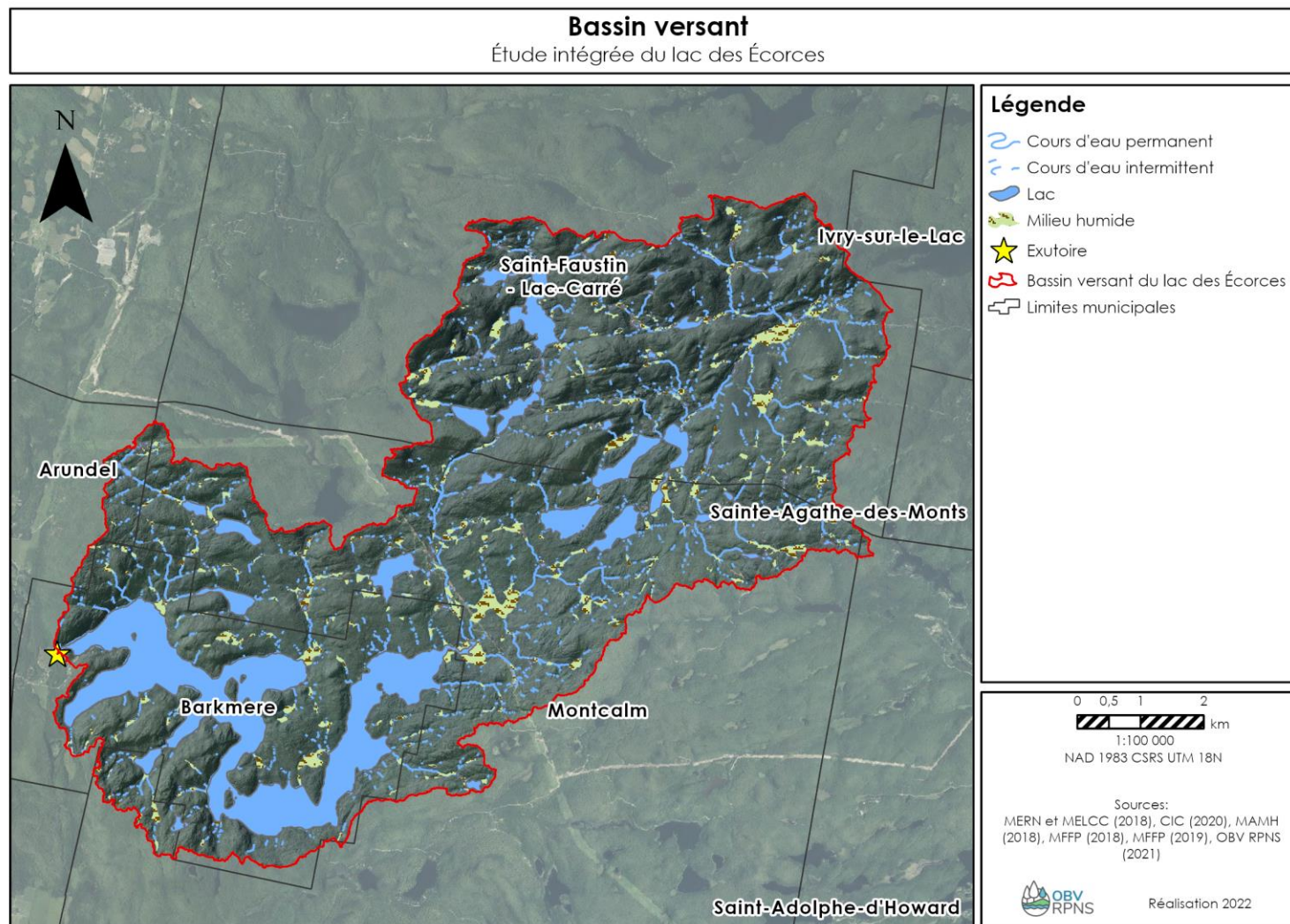


Figure 4 : Limites du bassin versant du lac des Écorces

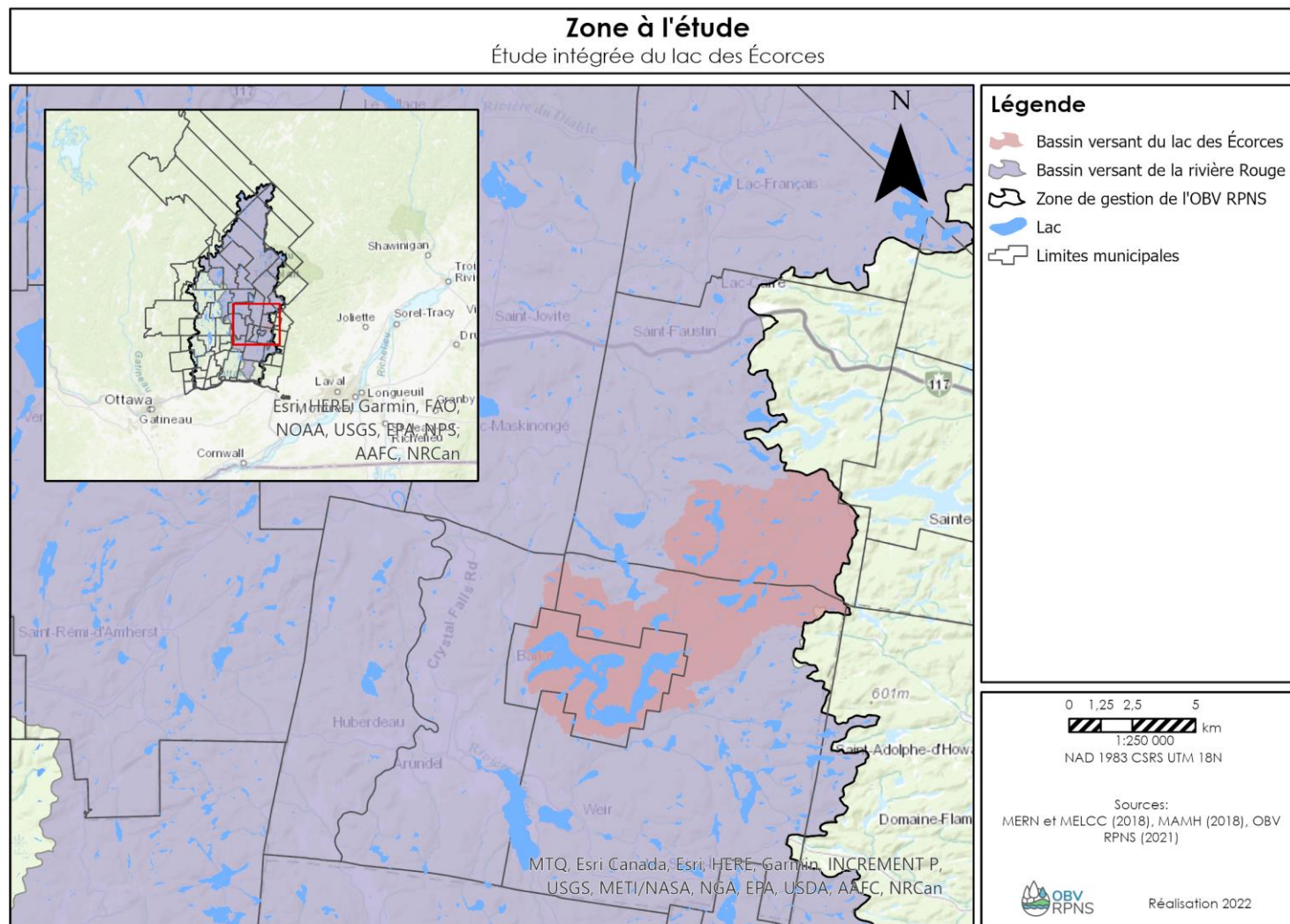


Figure 5 : Contexte géographique du bassin versant du lac des Écorces

3.1 CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE, GÉOLOGIQUE ET PÉDOLOGIQUE

Les dépôts de surface sont la couche de matériel meuble qui recouvre la roche mère. Ils peuvent être composés par des matériaux de différentes granulométries, allant de très fins (argile) à très grossiers (blocs de roches). Les dépôts de surface sont à la base de la formation d'un sol. Les différences dans la composition et la formation des dépôts de surface sont justifiées par leur historique de formation et la source de leurs matériaux. Les dépôts de surface influencent la composition chimique et structurelle du sol, le drainage, la sensibilité à l'érosion, la susceptibilité au gel et la sensibilité aux glissements de terrain. Les types de dépôts de surface au lac des Écorces sont illustrés à la Figure 6.

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

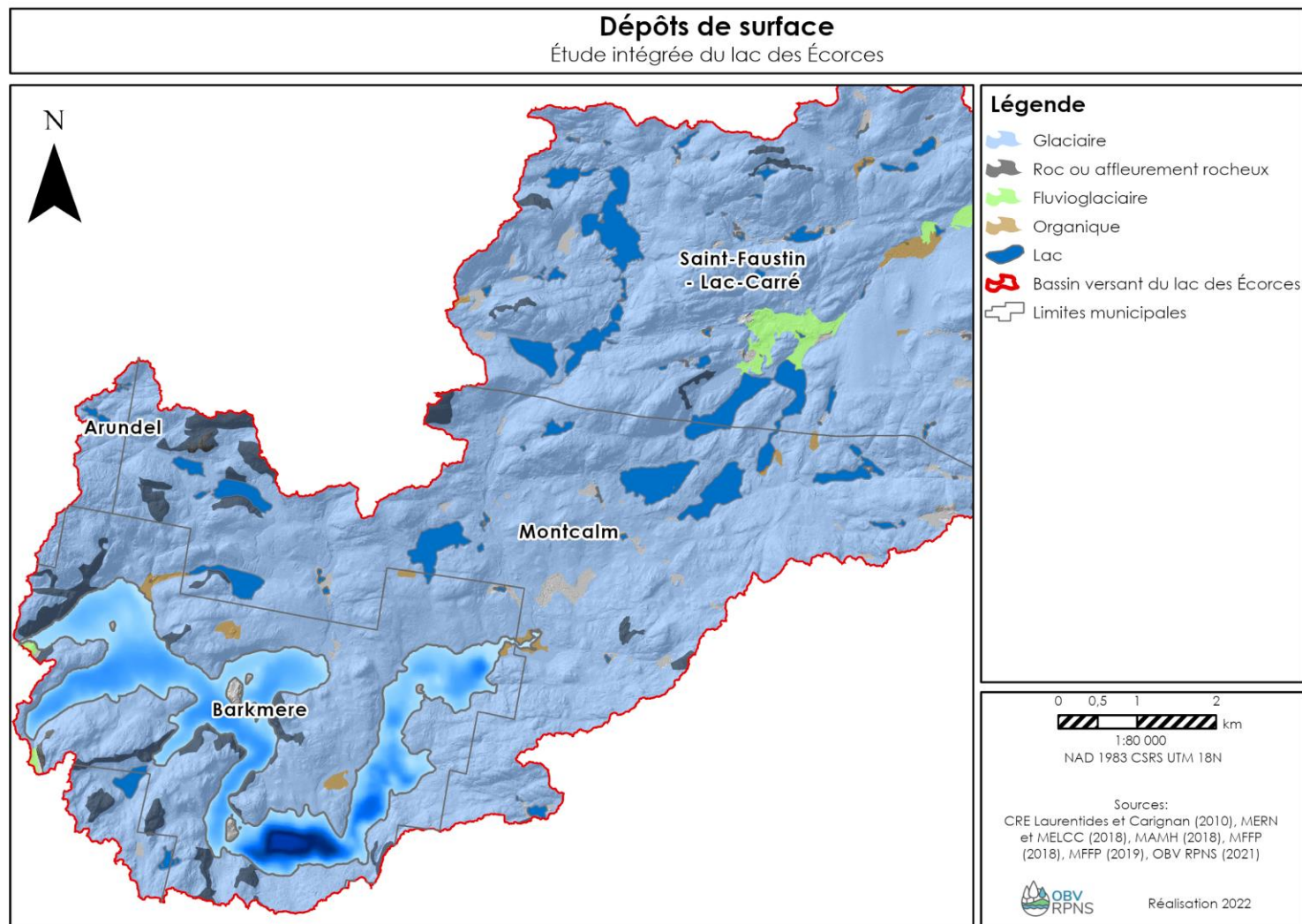


Figure 6 : Dépôts de surface dans le bassin versant du lac des Écorces

3.2 CONTEXTE CLIMATIQUE ET DOMAINE BIOCLIMATIQUE

Il existe trois types de climats au Québec, et celui associé au bassin versant du lac des Écorces 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, 2021a).

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 des Écorces 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 °C et de 4,2 °C pour la température maximum moyenne (MELCC, 2021b).

Pour ce qui est des températures spécifiques au secteur du lac des Écorces, les données utilisées sont celles prises à la station météorologique d'Environnement Canada à Arundel entre 1981 et 2010, située à un peu moins de 5 km du lac des Écorces. La quantité de pluie annuelle moyenne enregistrée entre 1981 et 2010 est de 931 mm et la quantité de neige est de 195,6 cm. La température moyenne annuelle est 4,7°C. Puis, pour les températures moyennes annuelles minimum et maximum, elles sont de -1,3°C et 10,7 °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 des Écorces 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 des Écorces, le type de couvert de végétation est constitué majoritairement de peuplements de feuillus et de peuplements mixtes.

3.3 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

Plusieurs tributaires potentiellement permanents ont été identifiés au lac des Écorces à l'aide de la modélisation hydrographique dérivée des données LiDAR. Les tributaires ainsi que le territoire drainé par chacun peuvent être visualisés sur la Figure 7.

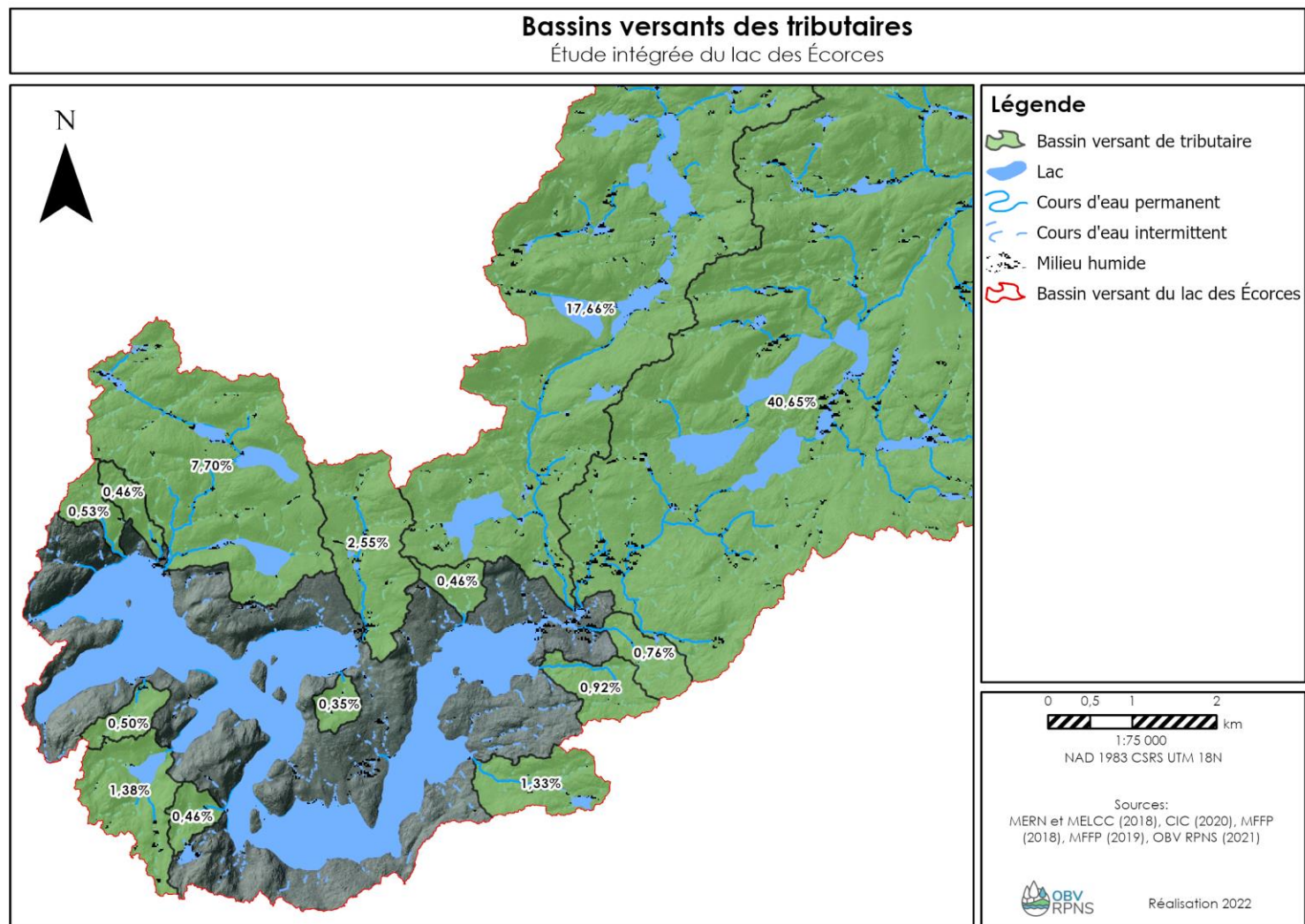


Figure 7 : Principaux tributaires permanents du lac des Écorces ainsi que leur bassin versant

La densité de drainage, qui représente le rapport entre la longueur total du réseau hydrographique (longueur totale des cours d'eau) sur la superficie totale du bassin versant, indique 3,27 kilomètres de tributaires pour chaque kilomètre carré du bassin versant. Il est généralement considéré qu'une densité de drainage supérieure à 2,5 km/km² correspond à un bassin versant bien drainé (Horton, 1945). En d'autres mots, cela pourrait indiquer que le réseau hydrographique est ramifié, c'est-à-dire qu'il y a beaucoup de tributaires et de sous-tributaires en amont du lac.

En ce qui concerne le ratio de drainage, soit le ratio entre la superficie du bassin versant et celle du lac, une valeur de 11,7 est obtenue au lac des Écorces. Il est généralement considéré qu'un ratio de drainage supérieur à 10 correspond à des apports naturels en phosphore et en carbone organique dissous (COD) élevés (CRE Laurentides, 2013a). Or, le lac des Écorces 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 les lacs.

Sur la Figure 7, on peut également constater que les deux tributaires au nord-est du bassin versant représentent des sources importantes d'apport en eau, avec un total de 58% du bassin versant drainé par ces deux cours d'eau. Plusieurs petits lacs habités se trouvent en amont du bassin versant, notamment les lacs Verdure, Caribou et Earl.

3.4 MILIEUX HUMIDES

La Figure 8 présente les types de milieux humides à l'intérieur du bassin versant du lac des Écorces, qui totalisent environ 4,21% de ce dernier. Il a été déterminé que les milieux humides devraient représenter au minimum 6% du bassin versant pour supporter la biodiversité présente (Environnement Canada, 2013). La cartographie détaillée des milieux humides a été réalisée par Canards illimités via photo-interprétation en utilisant des données complémentaires sur le relief, l'hydrologie, la végétation et les sols. Afin de confirmer la présence et la superficie de ces milieux humides, une validation terrain est nécessaire (survol aérien ou visites sur le terrain). De son côté, 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, basée uniquement sur des critères environnementaux, indique qu'environ 11% des milieux humides du bassin versant serait de priorité 1, 29% de priorité 2 et 58% de priorité 3 (Figure 9). Les critères ayant servi à la priorisation des complexes de milieux humides (CMH) sont les suivants :

- Critère 1 : CMH est 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 (EFE) publics ou privés
- Critère 3 : CMH inclut un habitat avec une 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 méridionales

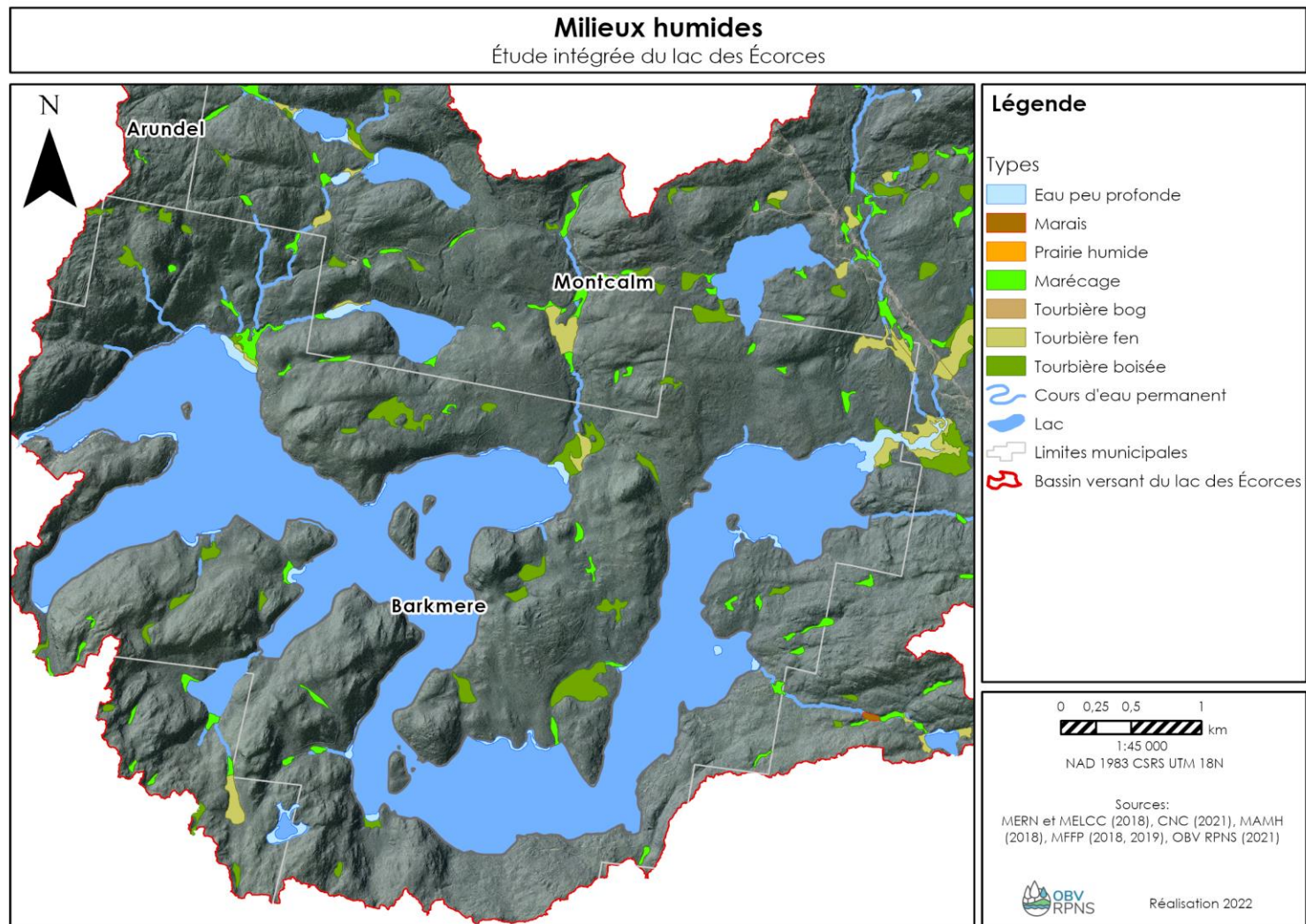


Figure 8 : Types de milieux humides dans le bassin versant du lac des Écorces

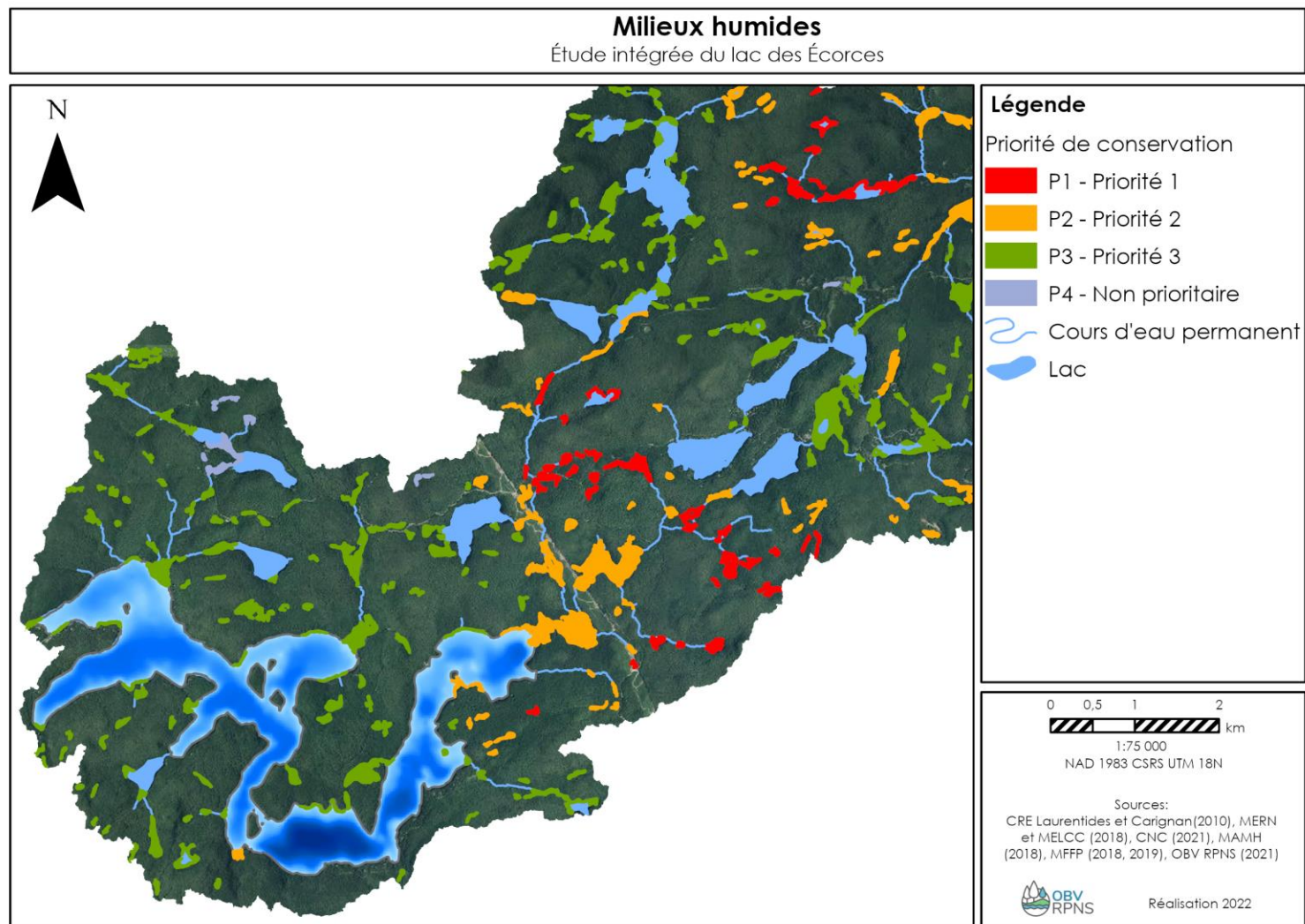


Figure 9 : Localisation des milieux humides à haute valeur écologique dans le bassin versant du lac des Écorces

3.5 CONTEXTE FAUNIQUE ET FLORISTIQUE

3.5.1 Barrages de castors

Lors des relevés de terrain de 2021, un barrage de castor sur le tributaire T1 a été observé. Ce barrage a été observé à l'arrivée du tributaire au lac lors des relevés de terrain de juillet (Figure 10) et son démantèlement a été observé durant l'échantillonnage de septembre (Figure 11). Il est peu probable que ce démantèlement soit d'origine naturelle puisqu'un barrage si peu haut pourrait difficilement créer une brèche aussi large. De plus, la morphologie du cours d'eau en amont (faible débit du cours d'eau, voir une plaine inondée) ne pourrait générer une pression assez importante pour créer cette brèche. Dans l'éventualité d'une grande arrivée d'eau (suite à de fortes précipitations par exemple), il aurait été plus probable que l'écoulement se déverse au-dessus du barrage. Il est également important de mentionner que lors des relevés sur le terrain en juin 2021, une partie de la propriété (à gauche sur Figure 10) était inondée. Un tuyau sous le barrage a également été observé en septembre. Tous ces éléments portent à croire que le démantèlement de ce barrage serait de nature anthropique.



Figure 10 : Barrage de castors (cercle rouge) observé à la sortie du tributaire T1, juillet 2021



Figure 11 : Observation du barrage de castors démantelé au tributaire T1, septembre 2021

Deux importants barrages ont également été observés à l'est du lac et sont représentés sur la Figure 12. Le barrage sur la droite de la carte est présent depuis plusieurs années alors que le barrage à la gauche sur la carte est nouveau de cette année (Communication personnelle, Jake Chadwick, 2021). L'évolution du nouveau barrage peut être visualisée sur la Figure 13. Malgré la construction de ce nouveau barrage, il a été observé que l'eau continuait de s'écouler par-dessus et sur les côtés.

Le castor, de manière générale, est associé à des modifications plus ou moins pérennes des écosystèmes, par le biais de la création de zones humides. Néanmoins, la présence d'un barrage permet de régulariser les écoulements, par la limitation des débits de pointe dans les ruisseaux, bien que la variation des niveaux d'eau induise une évolution des communautés végétales. Environnementalement parlant, les étangs de castors se révèlent être des milieux plus stagnants dans lesquels la décomposition de la matière organique peut conduire à des altérations de la qualité de l'eau. La présence de barrages et d'étangs peut ainsi constituer un frein à la pérennité de certaines espèces de poissons, dont l'omble de fontaine, qui préfère des eaux plus fraîches bénéficiant de courants, avec une concentration importante en oxygène dissous. D'autres espèces du règne animal telles que certains oiseaux ou mammifères, en revanche, prospèrent en ces milieux qui leur offrent habitat, nourriture, voire sites de reproduction (Ouzilleau, Fortin, Laliberté, 2001). S'il peut s'avérer nécessaire d'intervenir dans les centres urbains afin de préserver la sécurité des biens et des personnes, la cohabitation demeure la solution la plus préconisée, en gérant adéquatement l'habitat (rehaussement du niveau de la route, remplacement des ponceaux avec des diamètres plus gros, implantation de structures de contrôle de niveau de l'eau, etc.)

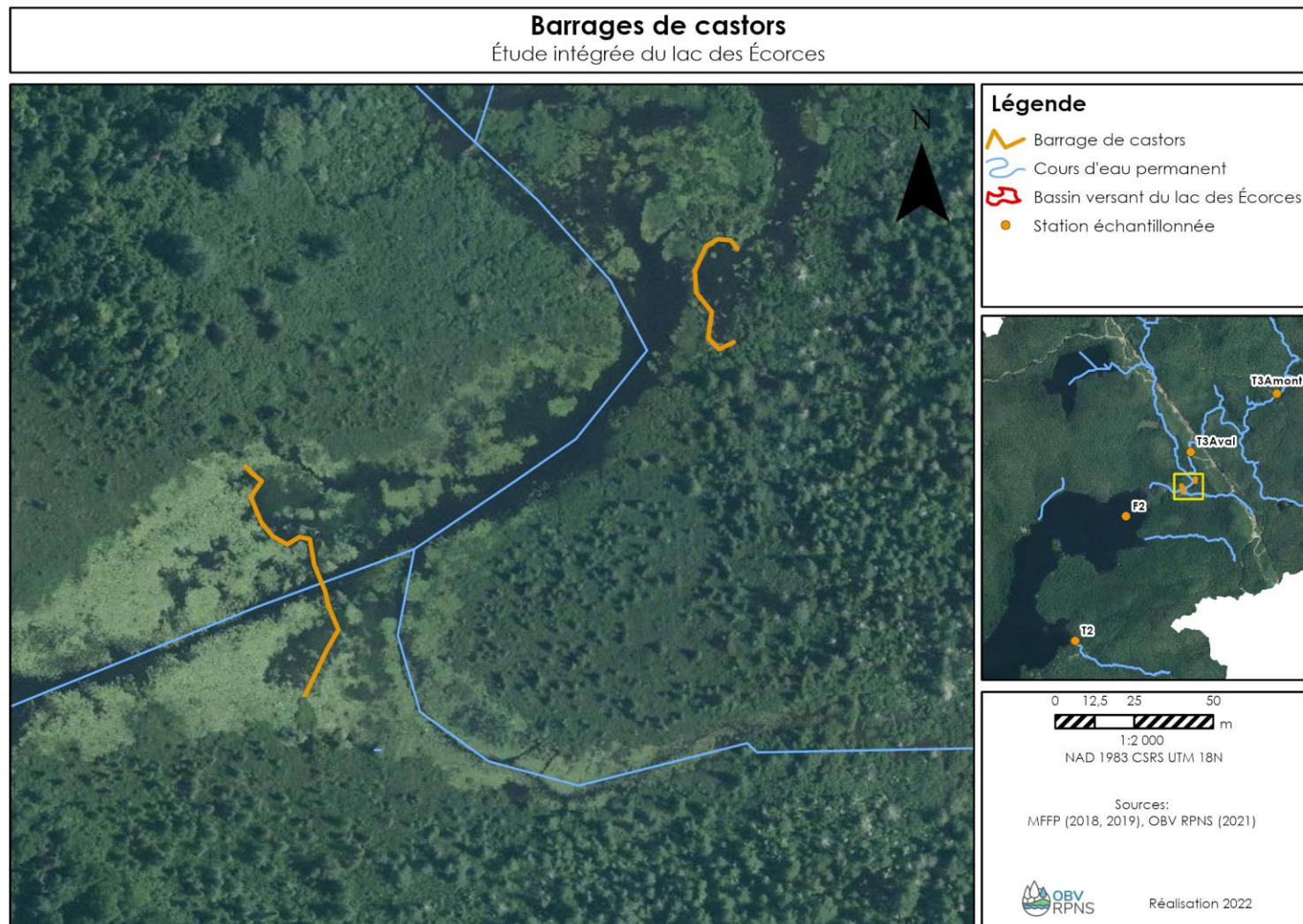


Figure 12 : Localisation des barrages de castors à l'est du lac des Écorces



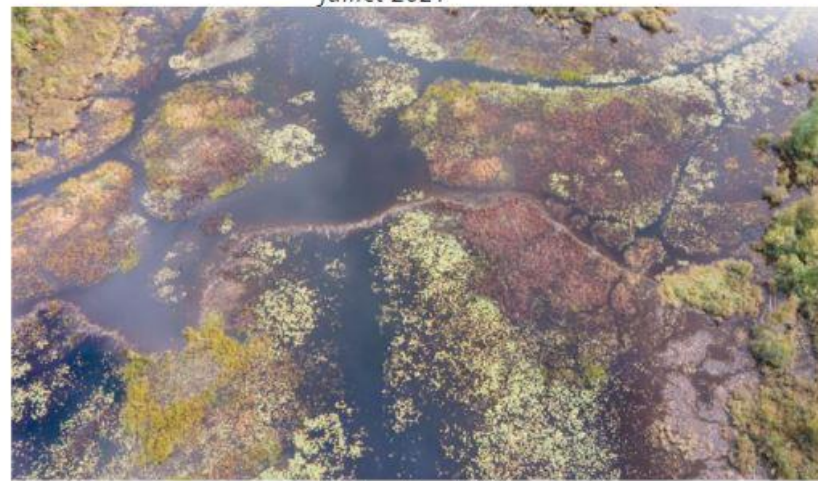
Juin 2021



Juillet 2021



Août 2021



Septembre 2021

Figure 13 : Évolution du nouveau barrage de castors observé à l'est du lac des Écorces durant l'été 2021

3.6 CONTEXTE ANTHROPIQUE

3.6.1 Occupation du territoire

En 2021, la ville de Barkmere comptait une population d'environ 60 résidents permanents et 450 résidents saisonniers (Communication personnelle, Barkmere, 2021). L'Association pour la protection du lac des Écorces (APLE) a été créée en 1914 et se consacre à la protection de l'environnement au lac des Écorces. En 2021, l'association comptait 145 membres en règle.

Le territoire du bassin versant du lac des Écorces, d'une superficie de 75,6 km² est à vocation majoritairement forestière. La Figure 14 montre l'utilisation actuelle du territoire dans le bassin versant (données de 2018). Les données montrent qu'une grande partie du bassin versant n'est pas encore perturbée (espace non exploité) et que le pourtour immédiat du lac des Écorces est occupé par des terrains résidentiels (villégiature).

Cinquante pourcents du bassin versant du lac des Écorces est constituée de terres publiques (Figure 15). Une partie d'entre elles à proximité du lac des Écorces fait partie de l'unité d'aménagement forestier 061-51, dans laquelle des coupes forestières peuvent être effectuées, mais doivent tenir compte des objectifs d'aménagement durable des forêts. On retrouve également la réserve naturelle Jack Rabbit à l'est du lac ainsi que des terres publiques intramunicipales au nord-est du bassin versant (CTEL). Il est important de mentionner qu'une étude de caractérisation est en cours afin d'agrandir la réserve naturelle Jack Rabbit.

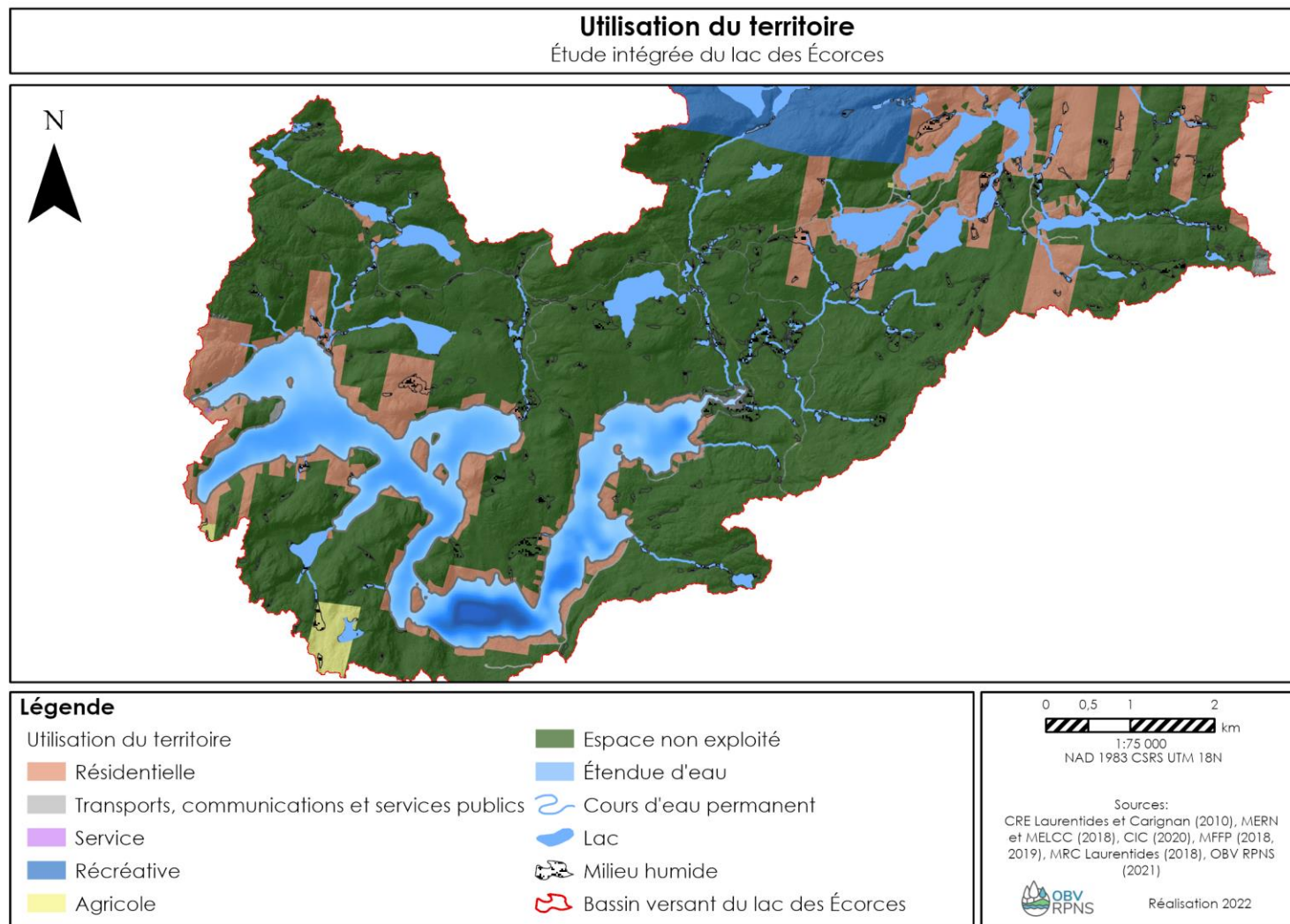


Figure 14 : Utilisation du territoire dans le bassin versant du lac des Écorces

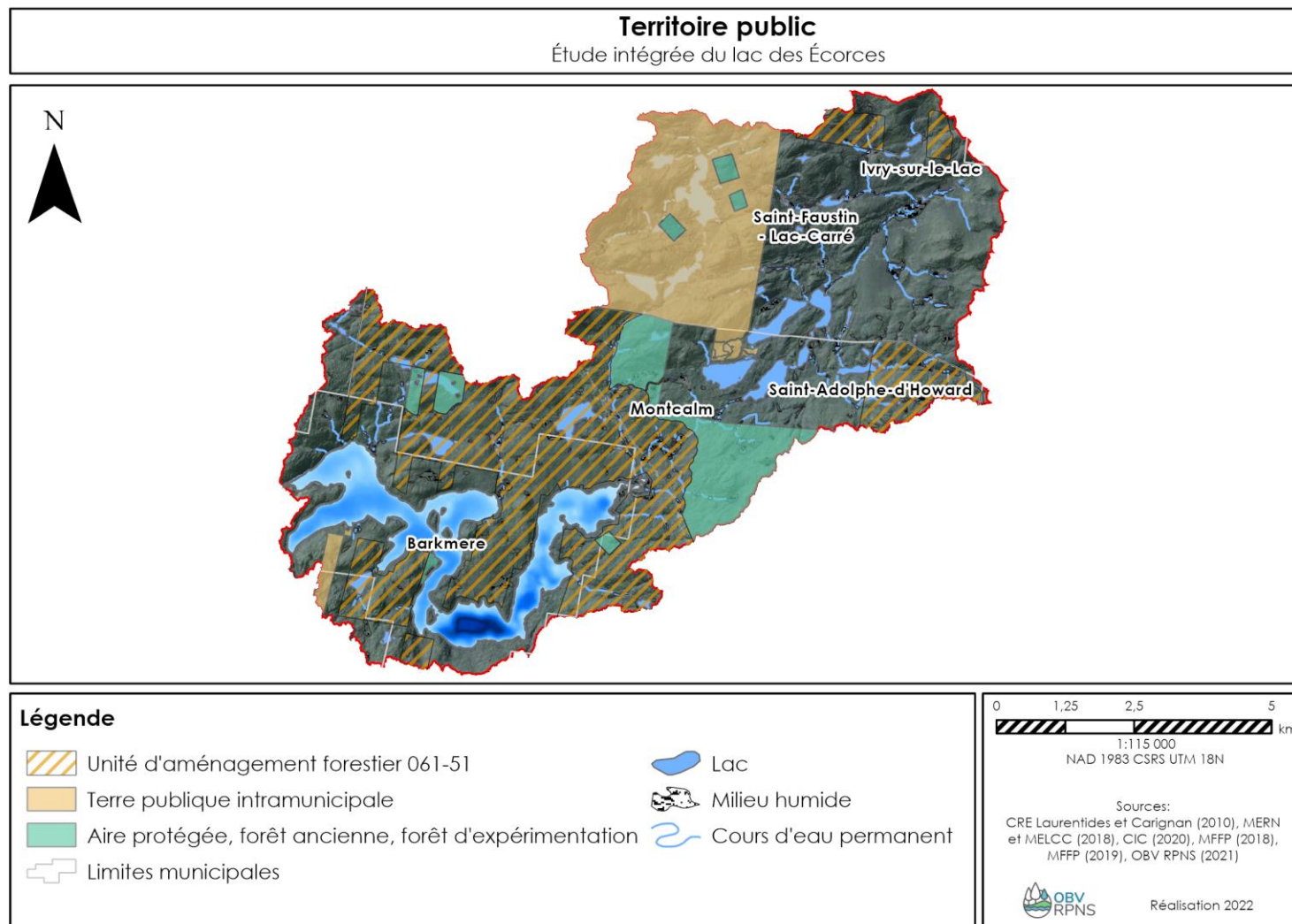


Figure 15 : Vocation du territoire public dans le bassin versant du lac des Écorces

3.6.2 Potentiel de développement des activités anthropiques

La Figure 16 illustre le potentiel de développement sur les terres publiques présentes dans le bassin versant. Quatre types de vocations sont possibles autour du lac des Écorces :

- Protection : sauvegarde de l'habitat du cerf de Virginie (petite portion au sud du lac)
- Protection stricte : Préservation des écosystèmes forestiers présentant un intérêt particulier sur le plan de la diversité biologique, notamment en raison de leur caractère ancien, rare ou exceptionnel (la réserve Jack Rabbit et la forêt ancienne au sud de la baie Silver)
- Utilisation multiple : Utilisation du territoire et des ressources de la zone à des fins de mise en valeur (plusieurs secteurs autour du lac)
- Utilisation prioritaire : Utilisation du territoire prioritairement à des fins de loisirs récréatifs et éducatifs (Parc Éco Laurentides à l'est du lac)

Des coupes forestières à proximité de la baie Silver (à l'est du lac) ont d'ailleurs été observées durant l'été 2021 (Figure 18). Des coupes d'une superficie de 3 km² (302,7 ha) ont été réalisées au nord de la Baie Silver ainsi que de 4,13 km² (145,3 ha) au sud du lac. Des coupes d'une superficie de 0,92 km² (92,16 ha) et 1,08 km² (108,41 ha) sont également prévues au nord-ouest et à l'est du lac. La Figure 17 illustre les limites approximatives des coupes forestières réalisées et prévues à proximité du lac des Écorces. À moins que des cours d'eau ne soient détournés, les travaux ne devraient pas avoir d'impact sur les limites du bassin versant.

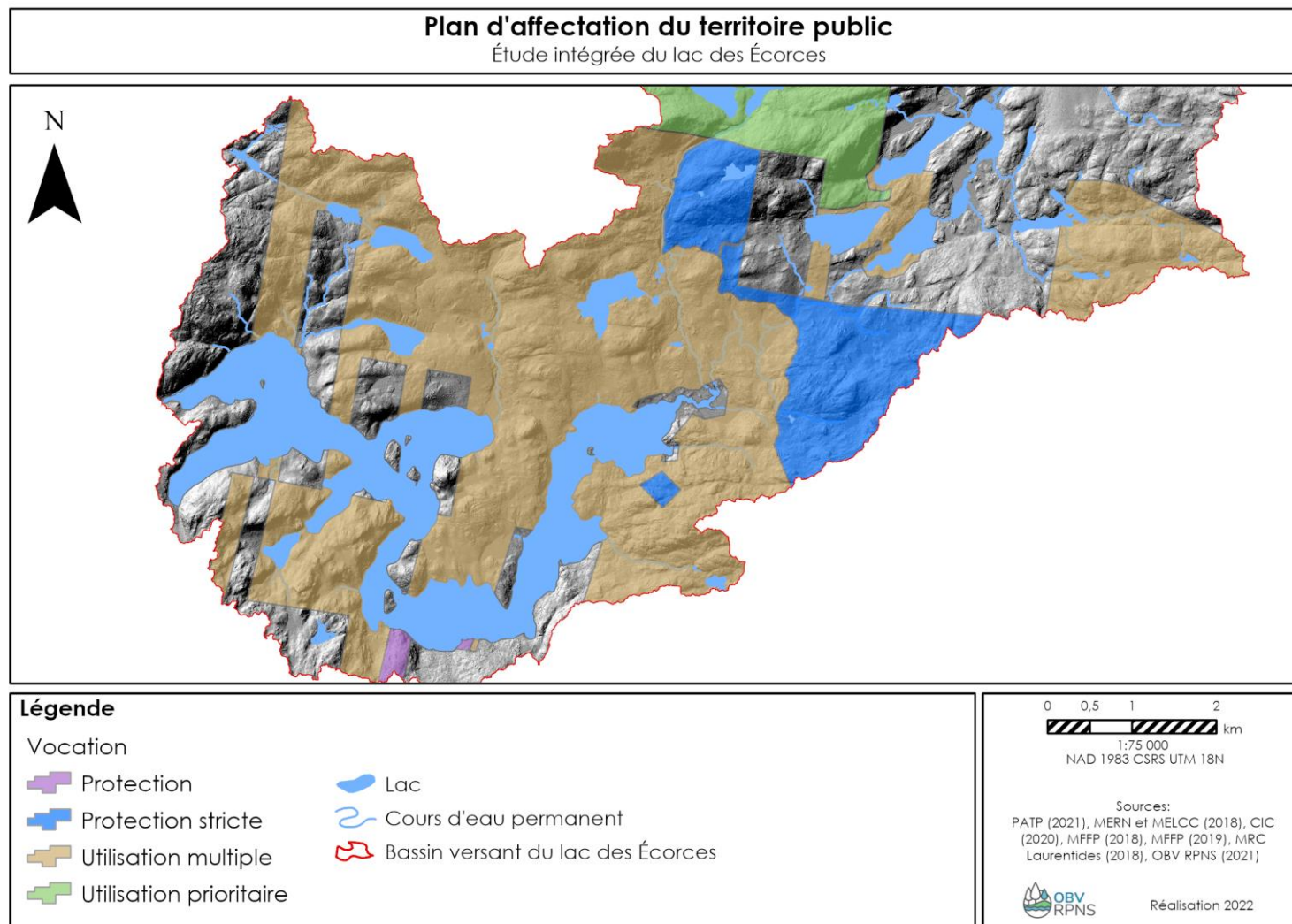


Figure 16 : Plan d'affectation du territoire public (PATP) dans le bassin versant du lac des Écorces

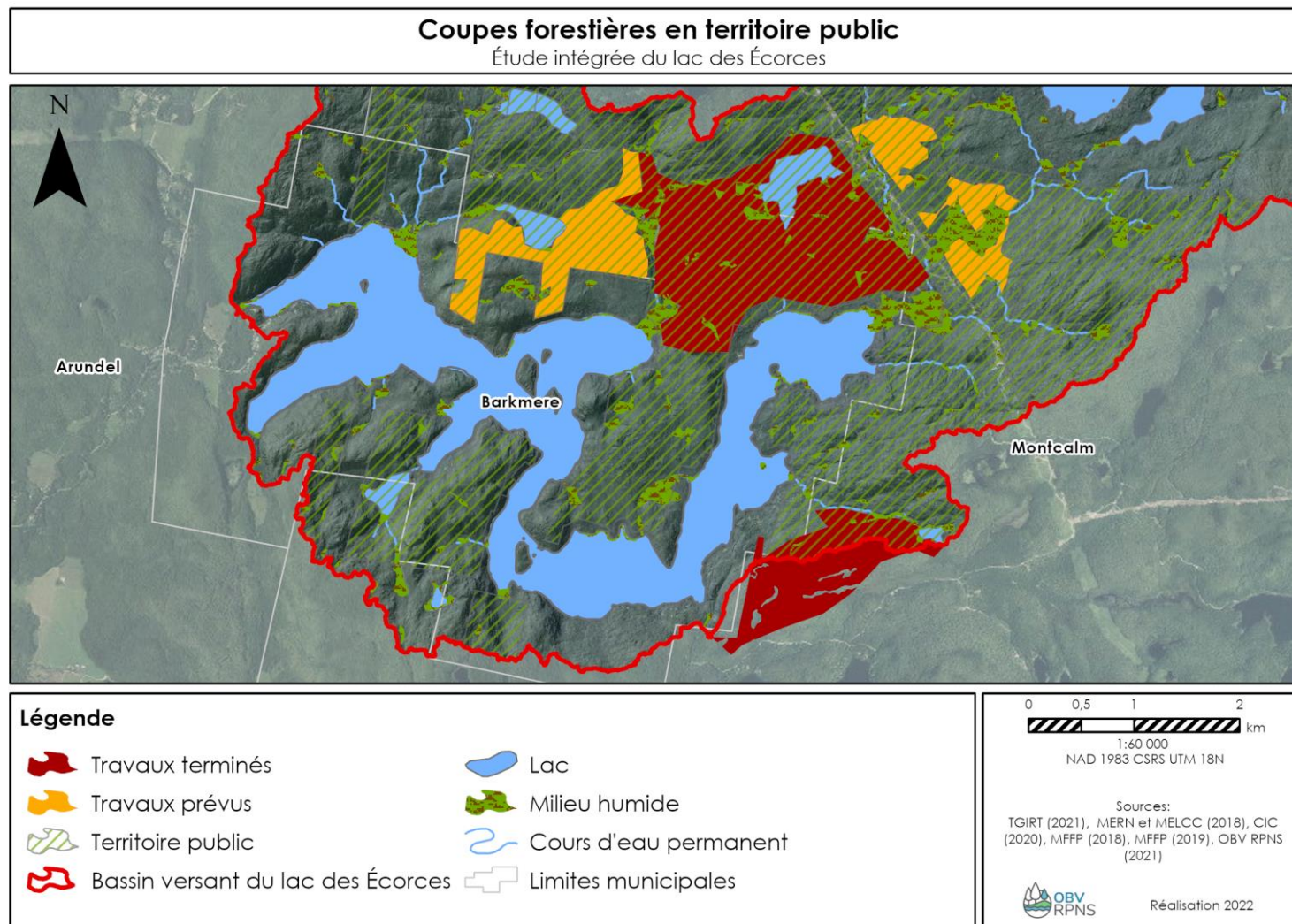


Figure 17 : Délimitation approximative des coupes forestières en territoire public dans le bassin versant du lac des Écorces



Figure 18 : Coupes forestières en cours au nord de la baie Silver, 21 septembre 2021

3.7 INDICE DE CONNECTIVITÉ DES SÉDIMENTS, ÉROSION ET RUISSELLEMENT

La Figure 19 illustre les secteurs présentant un indice de connectivité des sédiments (ICS) plus élevé avec le lac des Écorces. 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. Seulement des secteurs de niveau faible se retrouvent en bordure du lac des Écorces, sur de très petites superficies. Le couvert forestier et les faibles pentes autour du lac rendent le pourtour du lac moins susceptible d'être une source de sédiments.

La Figure 20 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 du lac Félix ainsi que le secteur du lac Charest sont plus susceptibles d'être des sources de sédiments qui atteignent le réseau hydrographique par ruissellement. Les activités de coupe forestière qui s'y pratiquent ainsi que la proximité des cours d'eau dans ces secteurs contribuent à ce niveau plus élevé de connectivité des sédiments.

L'ICS étant issu d'un modèle prédictif, il est important de considérer qu'il s'agit d'un outil pour cibler des secteurs sensibles, mais que d'autres paramètres 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.

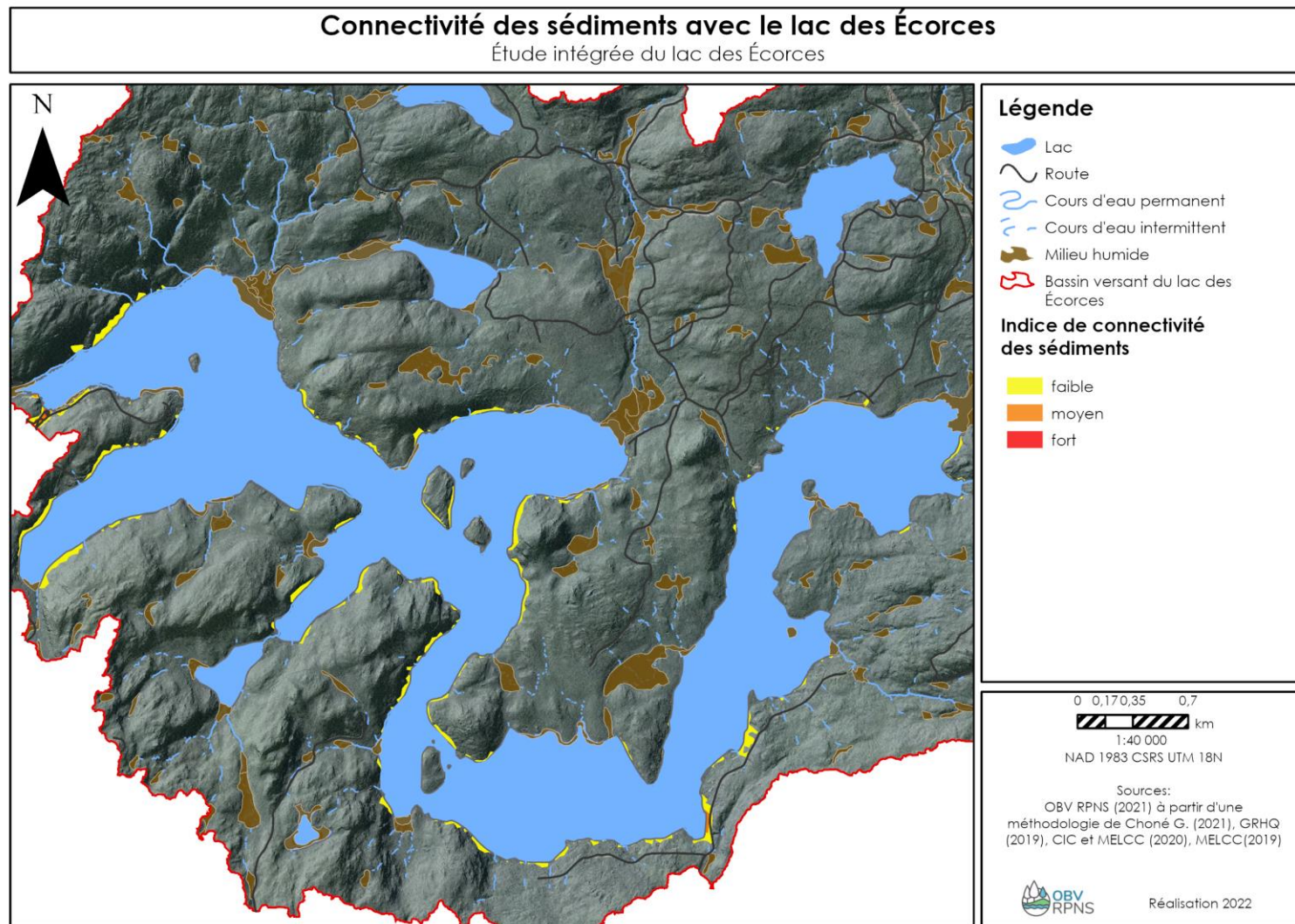


Figure 19 : Indice de connectivité des sédiments avec le lac des Écorces

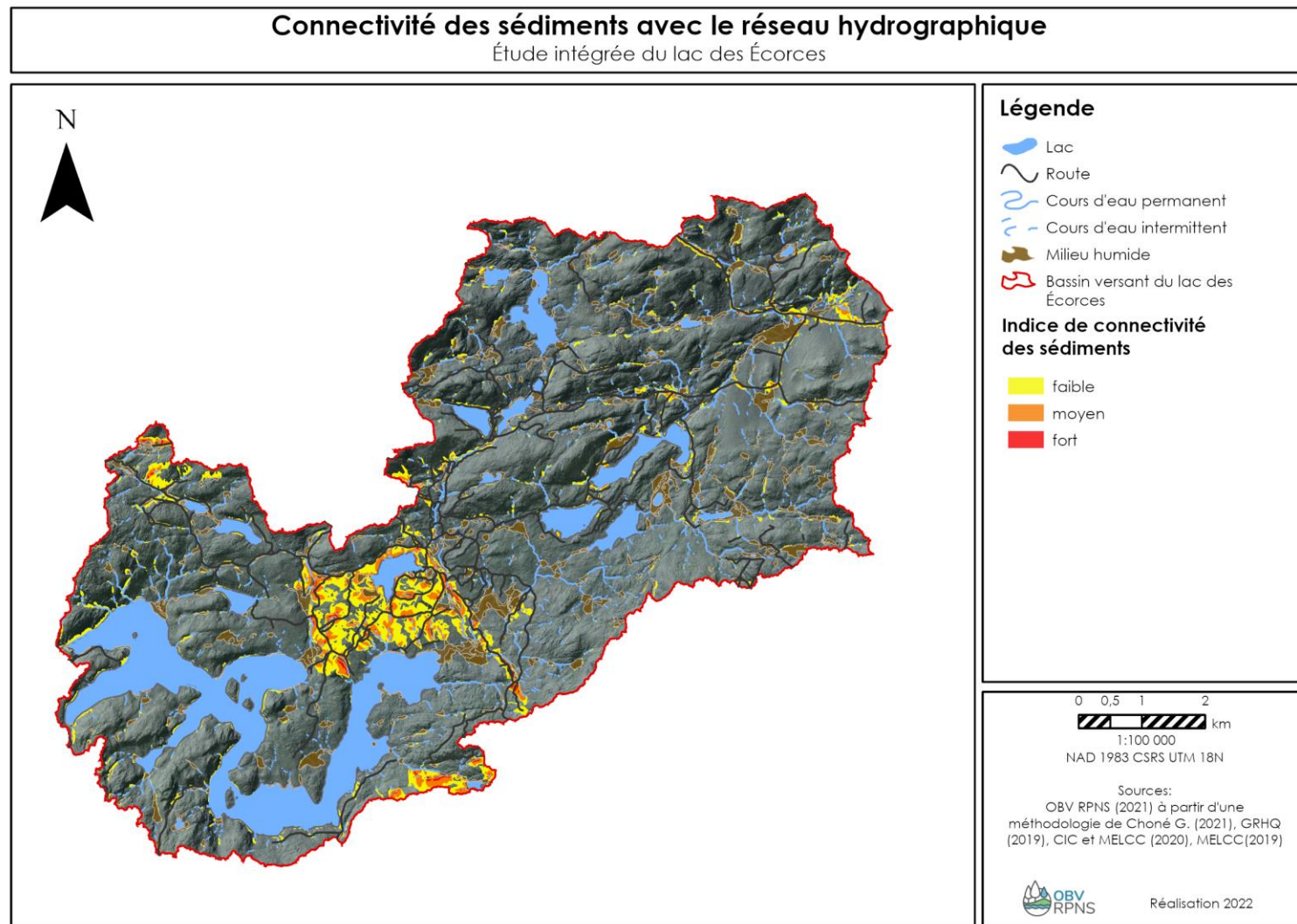


Figure 20 : Indice de connectivité des sédiments avec le réseau hydrographique

La caractérisation sur le terrain des foyers d'érosion, effectuée sur la première couronne autour du lac des Écorces, a permis d'identifier deux 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 ;

La Figure 21 montre des exemples de ces cas de figure au lac des Écorces. Il est à noter que les ponceaux problématiques étaient aussi caractérisés, mais qu'aucune observation de cette catégorie n'a été répertoriée sur les tronçons de routes visités.

**Exemple d'observation de
type érosion/ruissellement**



**Exemple d'observation de
type site à risque**



Figure 21 : Exemples des types d'observations répertoriés

Le Tableau 6 fournit les détails de chaque observation de la catégorie érosion/ruissellement et le Tableau 7 décrit les sites à risque d'érosion. La Figure 22 permet de localiser ces observations. Des photos de chaque site se trouvent à l'annexe 2, à la page indiquée 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 2)
ER1	Foyer d'érosion et ruissellement en bord de route, érosion de la chaussée	A2-1
ER2	Ruissellement sur route non pavée vers le lac	A2-1
ER3	Trace de ruissellement sur le chemin non pavé	A2-1
ER4	Ruissellement en bord de route non pavée	A2-1
ER5	Érosion dans un talus	A2-2
ER6	Érosion dans un talus	A2-2
ER7	Ruissellement sur sol dévégétalisé	A2-2
ER8	Ruissellement en bord de route non pavée	A2-2
ER9	Bords de fossés dévégétalisés susceptibles d'être érodés	A2-3
ER10	Ruissellement sur fossés en sol à nu susceptible de mobiliser beaucoup de sédiments. Érosion autour du ponceau et en bord du chemin.	A2-3
ER11	Foyer d'érosion en bord de route	A2-3
ER12	Profil de fossé très abrupte, propice à l'érosion, racines et sol à nu	A2-3
ER13	Sol dénudé de chaque côté du fossé susceptible à l'érosion, possibilité de transport de sédiments	A2-4
ER14	Profil de fossé abrupte, sol dévégétalisé de chaque côté, très propice à l'érosion et au transport de sédiments	A2-4
ER15	Beaucoup de sol à nu, ruissellement vers fossés susceptibles de mobiliser beaucoup de sédiments, traces d'érosion apparentes	A2-4
ER16	Érosion de la route dans le fossé	A2-4
ER17	Talus de bord de fossé à presque 90 degrés, traces d'érosion apparentes, transport de sédiments, fossé avec sol à nu	A2-4
ER18	Érosion sévère en bord de route, traces de ruissellement important, eau très turbide, sol à nu dans le fossé	A2-5
ER19	Bord de route en sol dévégétalisé, traces de ruissellement	A2-5
ER20	Traces de ruissellement en bordure d'un chemin en pente non pavé	A2-5
ER21	Ruissellement léger en bord de chemin	A2-5

*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 2)
S1	Pente abrupte en bord de route, à risque d'érosion	A2-2
S2	Talus en bord de fossé très abrupte avec sol à nu, à risque d'érosion	A2-5

*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.

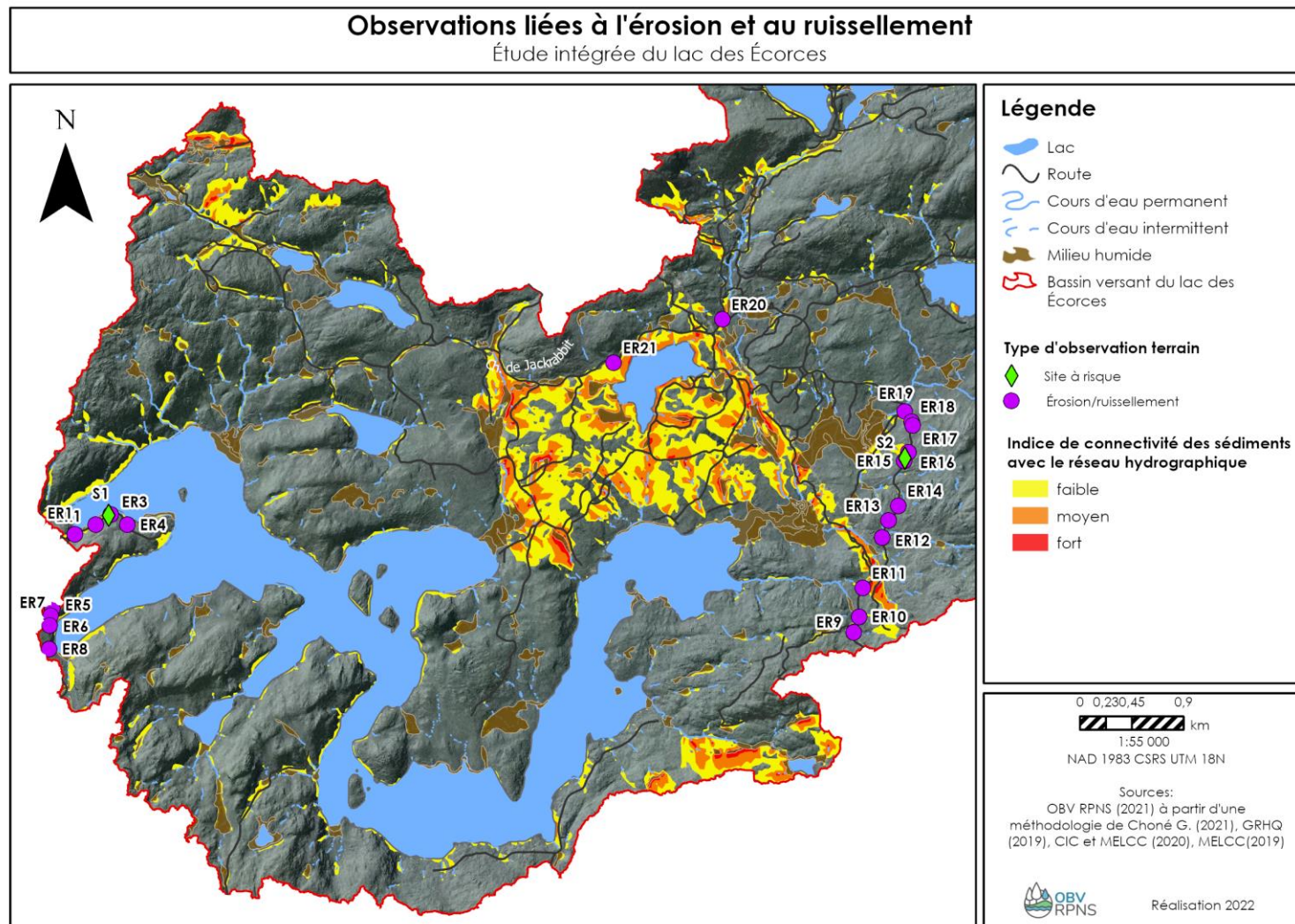


Figure 22 : Observations liées à l'érosion et au ruissellement

4 PORTAIT DU LAC DES ÉCORCES

4.1 MORPHOLOGIE DU LAC

Le lac des Écorces présente une superficie de 6,48 km², un périmètre de 38,3 km et est situé à une altitude de 221 mètres par rapport au niveau de la mer. La plus récente bathymétrie du lac, qu'il est possible de visualiser à la Figure 23, a été réalisée en 2010 par le CRE Laurentides et Richard Carignan. À l'aide de la bathymétrie du lac, il est possible d'acquérir des informations importantes, notamment la profondeur maximale de la fosse du lac, de 50,1 mètres, qui permet de comprendre le grand volume d'eau que peut contenir le lac des Écorces.

En calculant l'indice de développement du rivage, qui est le rapport entre le périmètre réel du lac et le périmètre d'un cercle parfait ayant la même superficie que le lac, une valeur de 4,25 est obtenue au lac des Écorces. 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. Toutes caractéristiques du lac des Écorces sont présentées au Tableau 8.

Tableau 8 : Caractéristiques du lac des Écorces

Paramètre	Valeur	Formule/méthode	Notes
Altitude (A)	221 m	Modèle numérique de terrain (MNT)	Données LiDAR
Superficie du bassin versant (Sbv)	75,6 km ²	Modélisation hydrographique	Dérivées du LiDAR
Superficie du lac (Slac)	6,48 km ²	Données dérivées du LiDAR	
Périmètre (P)	38,3 km		Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ)
Indice de développement du périmètre (ID)	4,25	$ID = P/2(\sqrt{\pi S_{lac}})$	Calcul avec les données GRHQ
Profondeur maximale	50,1 m		CRE Laurentides et Richard Carignan
Profondeur moyenne	11,4 m		CRE Laurentides et Richard Carignan
Volume du lac	73 800 000 m ³		CRE Laurentides et Richard Carignan
Temps de renouvellement	1,71 année	$V_{lac}/V_{arrivant\ au\ lac}$	Constante du CRE Laurentides (570 000 m ³ /km ²)

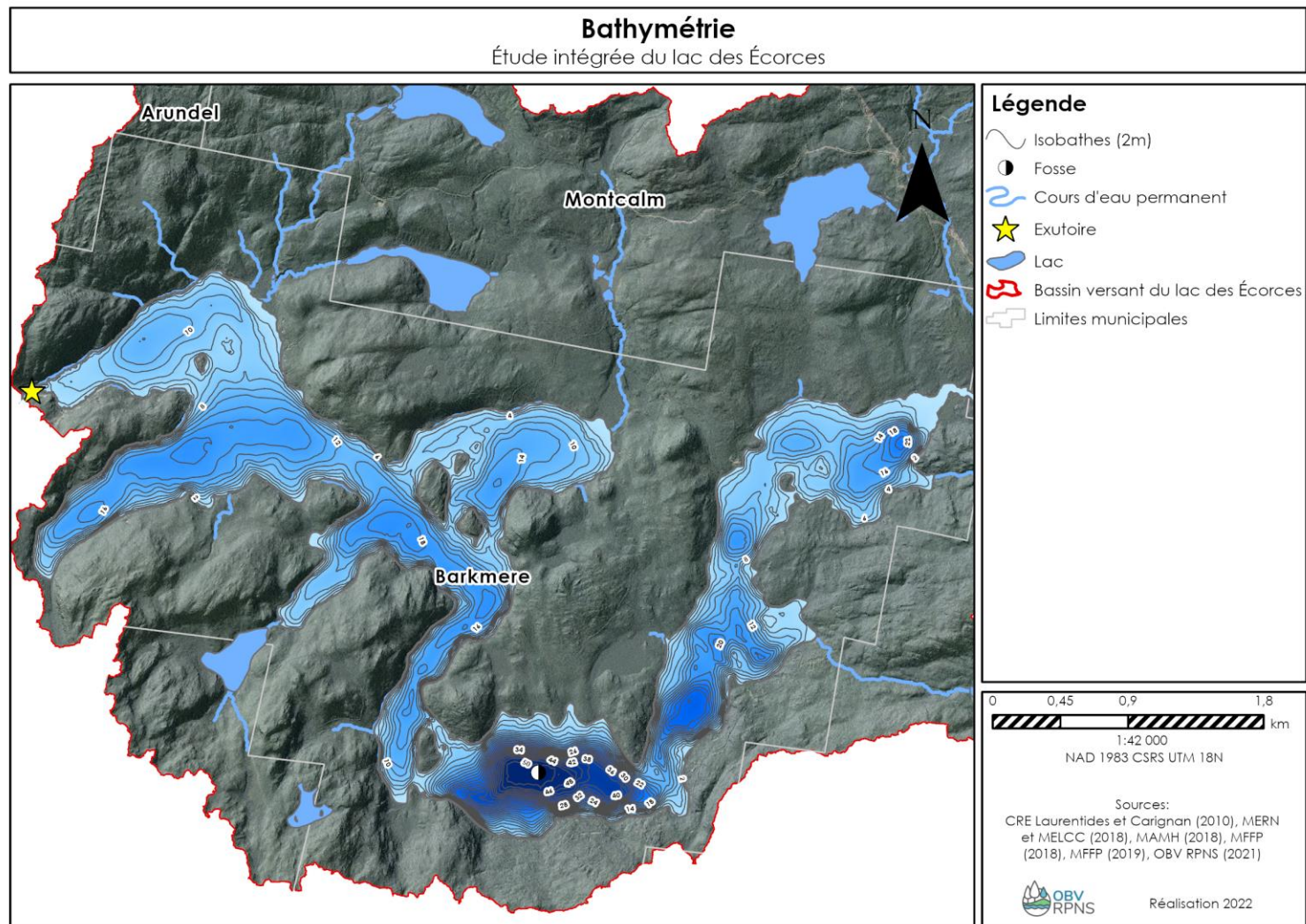


Figure 23 : Bathymétrie du lac des Écorces

4.2 TEMPS DE RENOUVELLEMENT DE L'EAU

Le temps de renouvellement de l'eau (Tr), aussi appelé temps de séjour de l'eau, correspond au temps que l'eau passe dans le lac avant d'être complètement renouvelée. Il est calculé de la façon suivante :

$$Tr = V_{lac} / V_{arrivant\ au\ lac}$$

Où V_{lac} est le volume d'eau du lac, et $V_{arrivant\ au\ lac}$ 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, 2013a). 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. Dans le cas d'un temps de renouvellement long, l'eau circule lentement et donc les nutriments et les MES ont une tendance à décanter. À l'inverse, un temps de renouvellement court signifie que l'eau circule rapidement et que les sédiments n'ont pas le temps de se déposer ; ils restent plutôt en suspension dans la colonne d'eau (CRE Laurentides, 2013a). Un temps de renouvellement se situant entre 2 et 5 ans est considéré modérément long (CRE Laurentides, 2013a).

Le temps de renouvellement du lac des Écorces 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 des Écorces dans la formule ci-dessus, on estime le temps de renouvellement au lac des Écorces à 1,71 an. En d'autres mots, une goutte d'eau réside environ 1,71 an dans le lac avant d'approcher l'exutoire.

4.3 PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU DE SURFACE DES LACS 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 24). 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 (106 mm de pluie entre le 25-29 juin; Figure 25). 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 dans la moyenne.

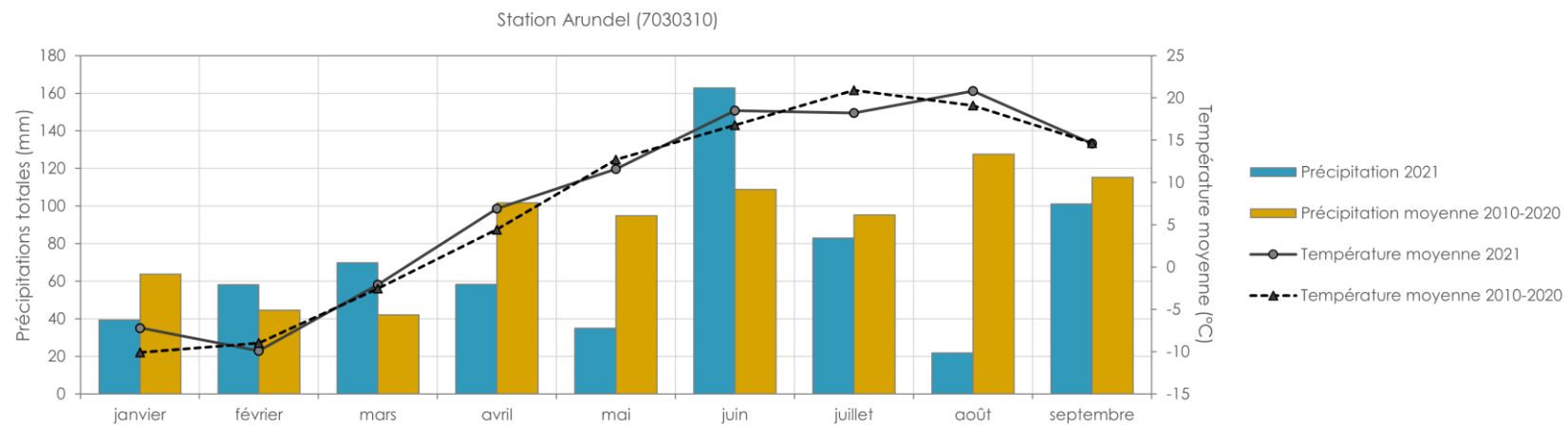


Figure 24 : Précipitations totales mensuelles et température moyenne (moyenne mensuelle) enregistrées en 2021 et entre 2010-2020 à la station Arundel #7030310

*Données MELCC

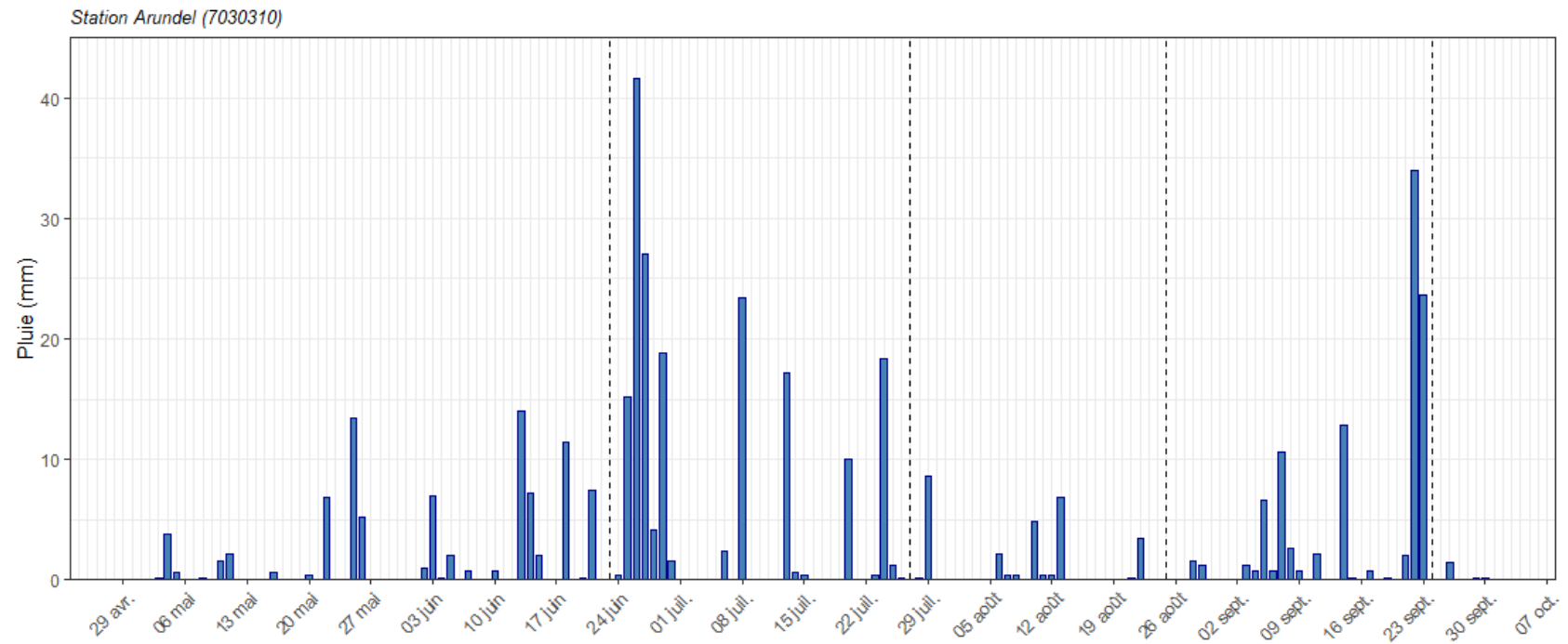


Figure 25 : Pluie totale quotidienne (mm) mesurée entre le 1er mai et 30 septembre 2021 à la station Arundel #7030310

*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.

4.3.2 Physico-chimie de l'eau (RSVL 2010-2020) et niveau trophique

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). En effet, l'excès de nutriments, combiné à un temps de résidence de l'eau long, une quantité de lumière suffisante et une température chaude augmente la vulnérabilité d'un lac à l'eutrophisation. Le phytoplancton (organismes photosynthétiques) disposera de plus de temps pour assimiler les nutriments dissous disponibles dans l'eau avant d'être évacués du lac.

Les niveaux trophiques, c'est-à-dire, oligotrophe, mésotrophe et eutrophe, permettent de classer les lacs selon leur niveau de productivité biologique (Figure 22). 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
- La concentration de chlorophylle *a*
- La transparence

Il existe des valeurs guides pour chacun de ces paramètres, présentées dans le Tableau 9.

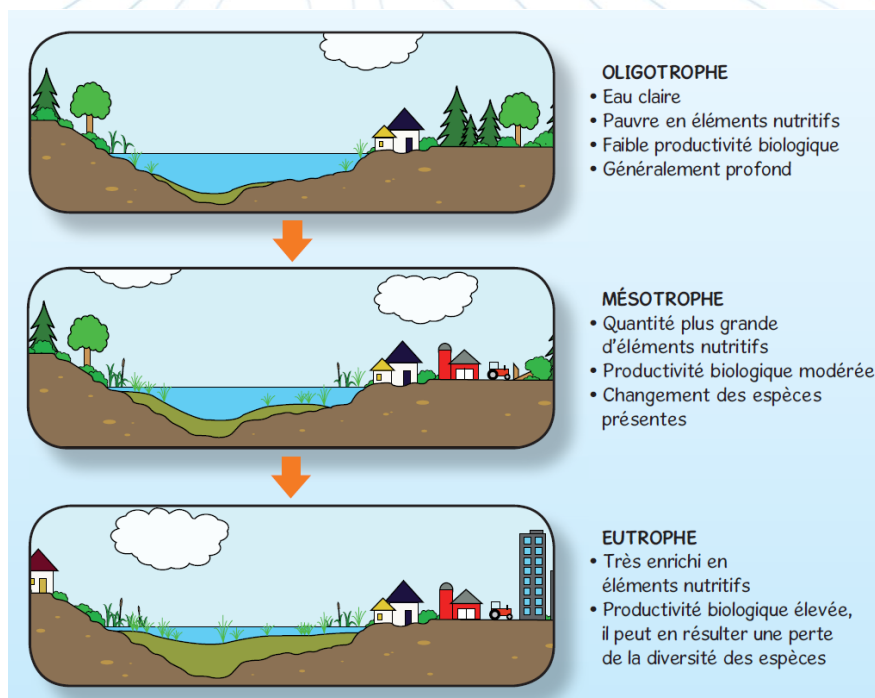


Figure 26 : Schématisation des niveaux trophiques d'un lac

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

Tableau 9 : Critères de classement du niveau trophique des lacs, basé sur la moyenne estivale des valeurs

Niveau trophique	Phosphore total (µg/L)	Chlorophylle a (µg/L)	Transparence (m)
Ultra-oligotrophe	< 4	< 1	> 12
Oligotrophe	4 - 10	1 - 3	12 - 5
Oligo- mésotrophe	7 - 13	2,5 - 3,5	6 - 4
Mésotrophe	10 - 30	3 - 8	5 - 2,5
Méso-eutrophe	20 - 35	6,5 - 10	3 - 2
Eutrophe	30 - 100	8 - 25	2,5 - 1
Hyper-eutrophe	> 100	> 25	< 1

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 27). La concentration de phosphore total dans l'eau comprend l'ensemble du phosphore dissous et particulaire. Le phosphore particulaire 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).

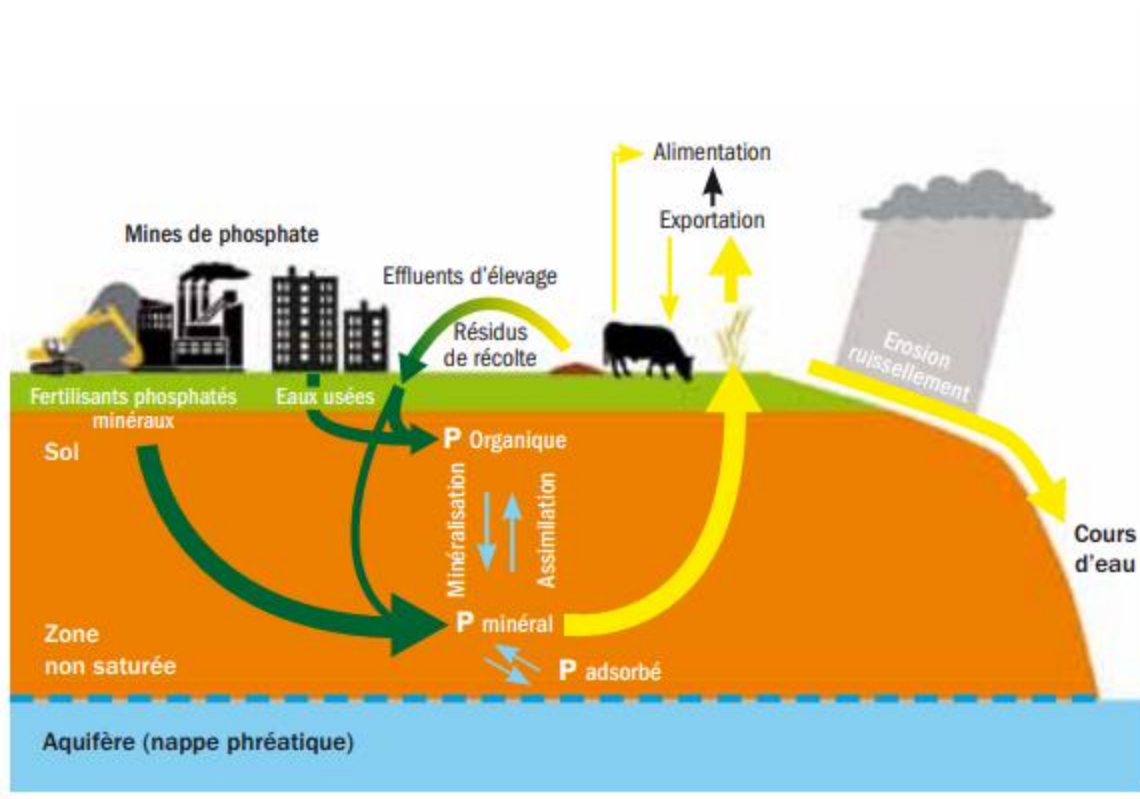


Figure 27 : Exemples de sources anthropiques de phosphore

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

Chlorophylle a (Chl.a)

La 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 (Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), s. d.).

Carbone organique dissous

Le 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 (Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), s. d.).

Trois stations sont suivies au lac des Écorces depuis 2010 dans le cadre du programme RSVL (Figure 28). Les concentrations de PT, de Chl.a et de COD sont mesurées uniquement à la station 0596A alors que des mesures de transparence (profondeurs mesurées avec un disque de Secchi) sont enregistrées aux trois stations. Les résultats de 2010 à 2020 sont présentés à la Figure 29 (résultats par année) et Figure 30 (résultats pour toutes les années). Il est important de mentionner que les données de phosphore de 2004 à 2017 sont en cours de vérification (biais à la baisse des résultats historiques). Le nouveau protocole du MELCC, qui utilise une bouteille en verre de 50 ml et la digestion complète en laboratoire du volume complet de la bouteille produira des résultats plus proches de la réalité limnologique des lacs et avec moins de variabilité induite par les manipulations. Le

Tableau 10 présente l'étendu, la médiane et la moyenne pour les quatre paramètres analysés à la station 0596A du RSVL (fosse).

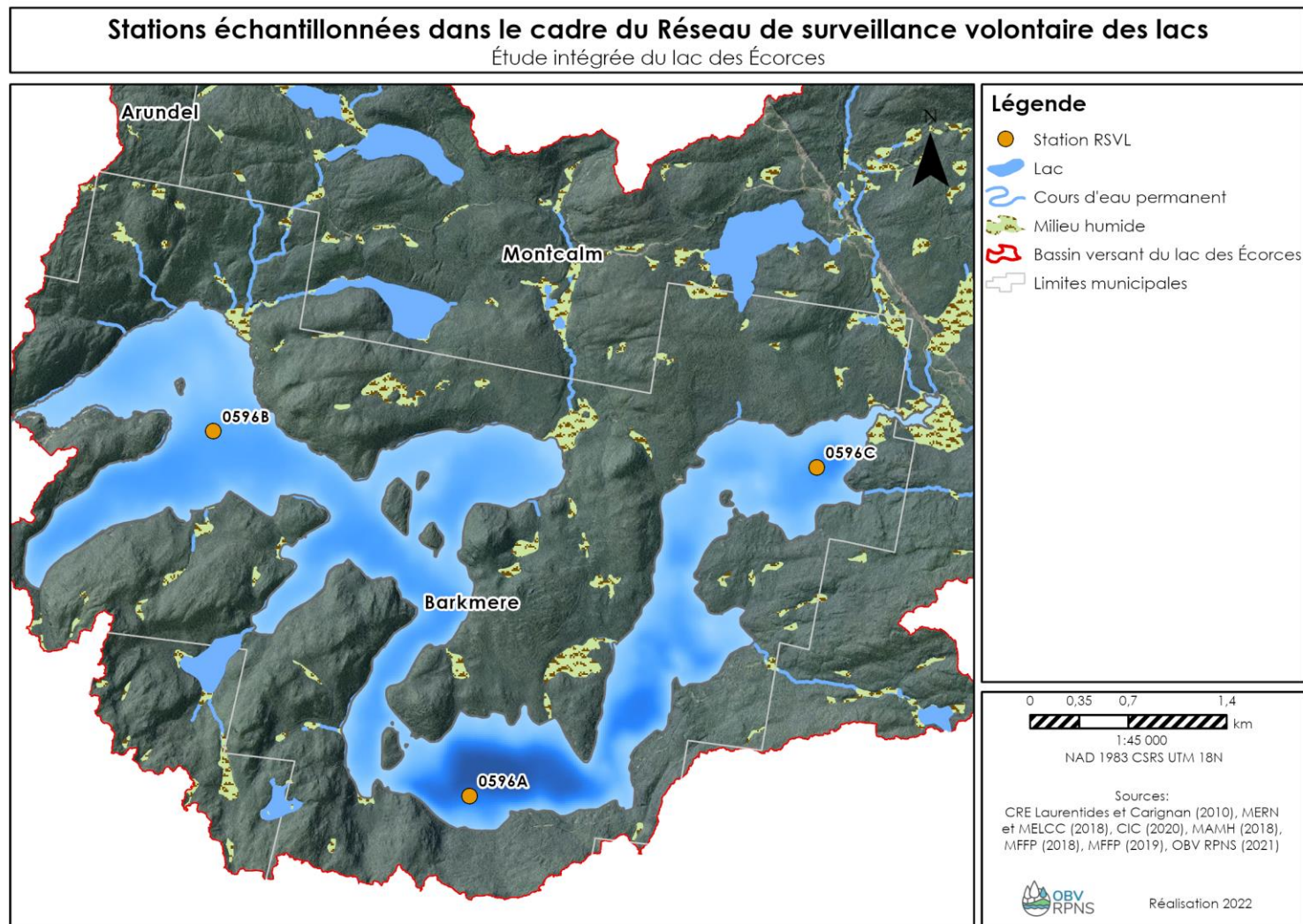


Figure 28 : Stations échantillonnées dans le cadre du RSVL

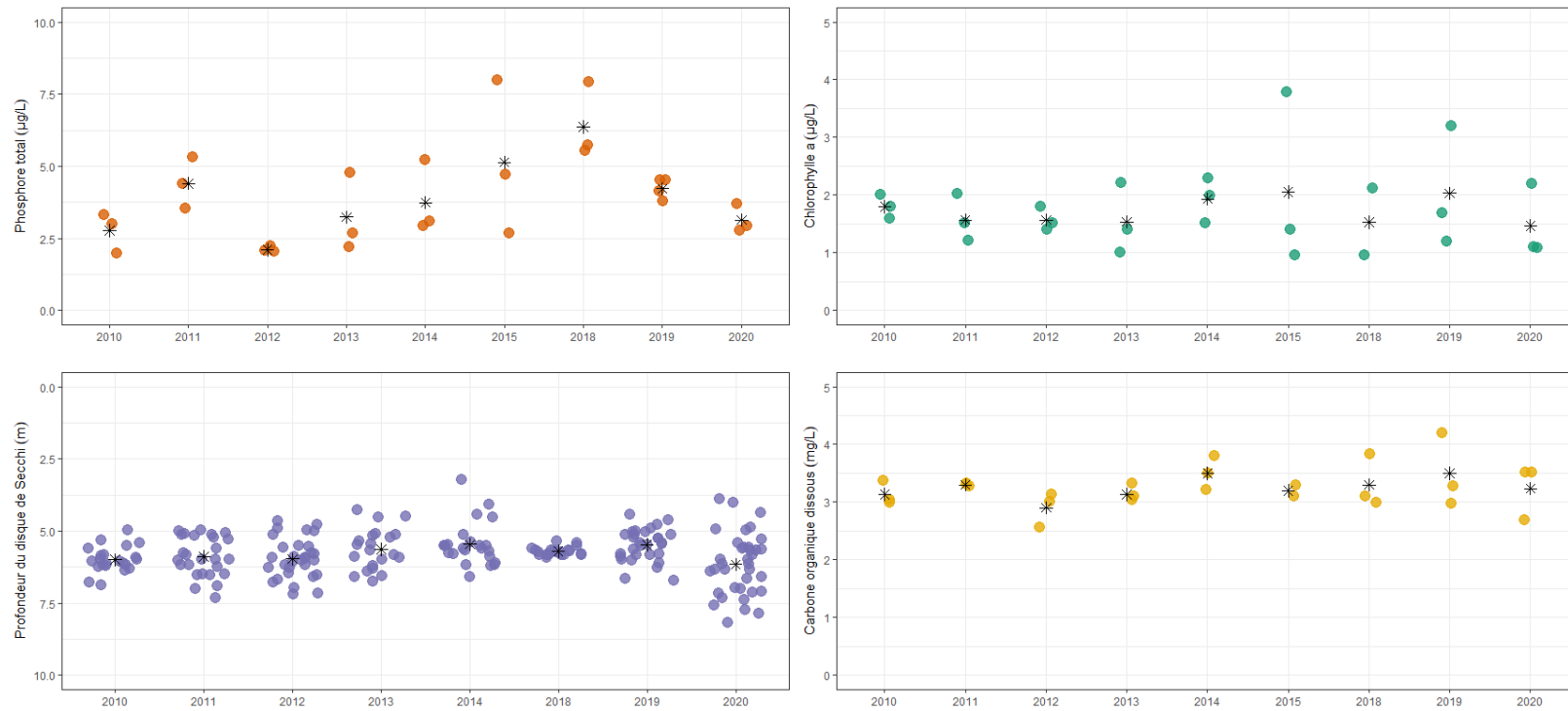


Figure 29 : Concentrations en phosphore total et chlorophylle a, transparence (profondeur du disque de Secchi) et concentration en carbone organique dissous mesurées à la fosse du lac des Écorces (0596A) dans le cadre du RSVL entre 2010 et 2020

* Chaque point représente un prélèvement et l'étoile représente la moyenne des données annuelles.

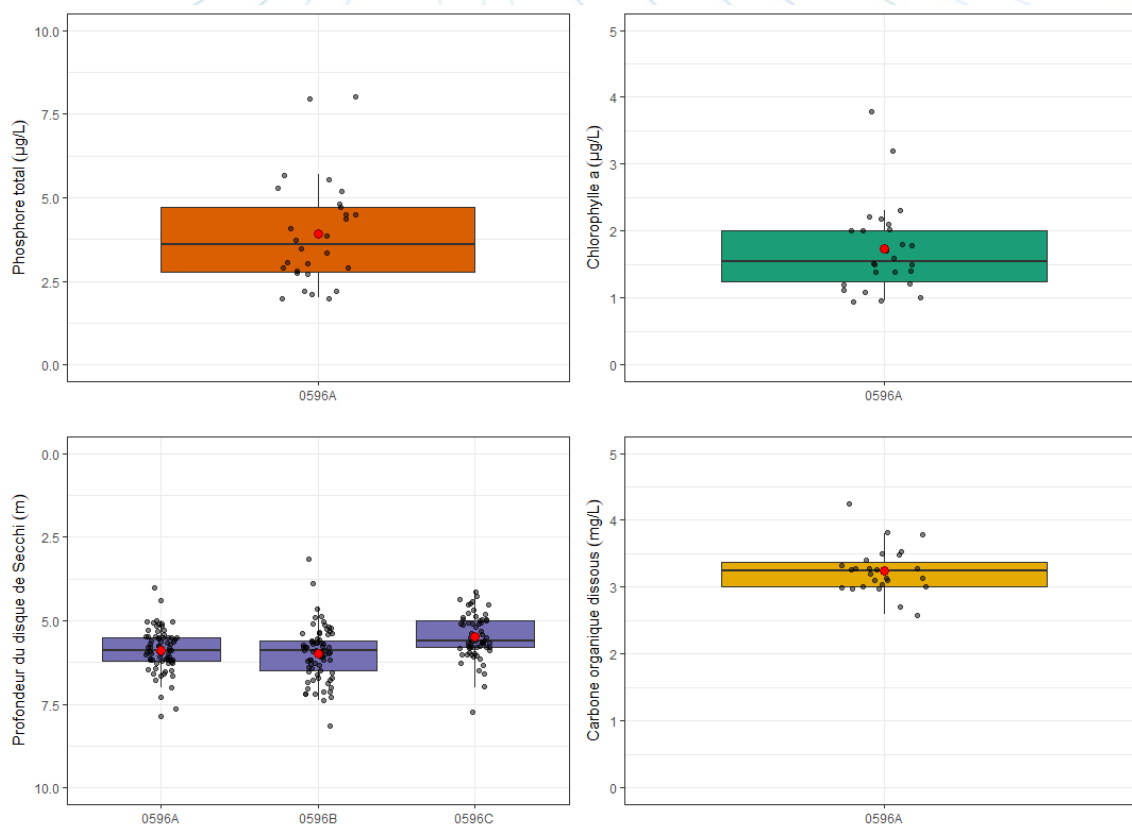


Figure 30 : Concentrations de phosphore total, de chlorophylle a, transparence (profondeur du disque de Secchi) et concentration en carbone organique dissous mesurées au lac des Écorces dans le cadre du RSVL entre 2010 et 2020

*Chaque point représente un prélèvement. La ligne centrale des boîtes à moustaches correspond à la médiane¹¹ (50^e percentile). Les bordures inférieure et supérieure correspondent respectivement aux 25^e et 75^e percentiles. Les extrémités des moustaches s'étendent du 75^e percentile à la valeur la plus élevée jusqu'à un maximum de 1,5*l'espace interquartile (distance entre le 25^e et 75^e percentile) et du 25^e percentile à la valeur minimale jusqu'à un maximum de 1,5*l'espace interquartile. Les valeurs à l'extérieur des boîtes à moustaches sont considérées comme atypiques. Le point rouge représente la moyenne des données.

¹¹ La médiane indique le centre de la série de données. En d'autres mots, c'est la valeur qui sépare une distribution en deux groupes qui contiennent le même nombre de données (Alloprof, s. d.).

Tableau 10 : Étendue, médiane et moyenne pour les paramètres mesurés à la station 0596A entre 2010 et 2020

Paramètre	Étendue	Médiane	Moyenne
Phosphore total (µg/L)	2-8	3,6	3,9
Chlorophylle <i>a</i> (µg/L)	0,96-3,8	1,55	1,73
Transparence (m)	3,2-8,2	5,8	5,8
Carbone organique dissous (mg/L)	2,9-4,2	3,25	3,25

*(MELCC, s.d.)

Les données montrent de légères variations dans les années sans toutefois changer le niveau trophique du lac (oligotrophe). Bien qu'aucune année ne semble se démarquer, il semble avoir une légère augmentation de phosphore de 2013 à 2018 et une légère diminution de 2018 à 2020. Les valeurs de COD, quant à elles, varient entre 2,9 et 4,2 µg/L et la moyenne (3,25 mg/L) ainsi que la médiane (3,25 mg/L) montrent que la couleur de l'eau a généralement une faible influence sur la transparence de l'eau. La mesure du phosphore, de la Chl.*a* et de la transparence à la fosse d'un lac est importante puisqu'elle donne une idée générale de l'état du plan d'eau. Cependant, des données dans la zone littorale, comme des mesures de périphyton, des inventaires de plantes aquatiques ainsi que des données de qualité de l'eau au niveau des tributaires sont aussi importantes et devraient être utilisées en complément puisqu'elles permettront d'identifier des sources potentielles de dégradation ponctuelles.

4.3.3 Physico-chimie de l'eau (2021)

Puisque plusieurs données historiques étaient disponibles pour les fosses du lac des Écorces, il a été décidé que des analyses d'eau ailleurs au lac viendraient compléter les données existantes. C'est dans cette optique que plusieurs stations ont été échantillonnées durant l'été 2021 dans le but de :

- Mesurer les concentrations de phosphore total dans la colonne d'eau pour les trois stations du RSVL
- Évaluer la qualité de l'eau de certains tributaires du lac des Écorces afin d'identifier les apports potentiels de contaminants au lac.

Au total, 16 stations ont été suivies (Figure 31 ; Figure 32). Il est important de mentionner que certaines stations (Tverd, Tearl, T3av, T3am, Tinc) ont été ajoutées au courant de l'été en raison des préoccupations du comité de travail ou à la demande de la Ville (Tinconnu, à une reprise), qui souhaitait savoir si certaines activités en amont de ce tributaire pourraient constituer une source d'apport de contaminants au lac.

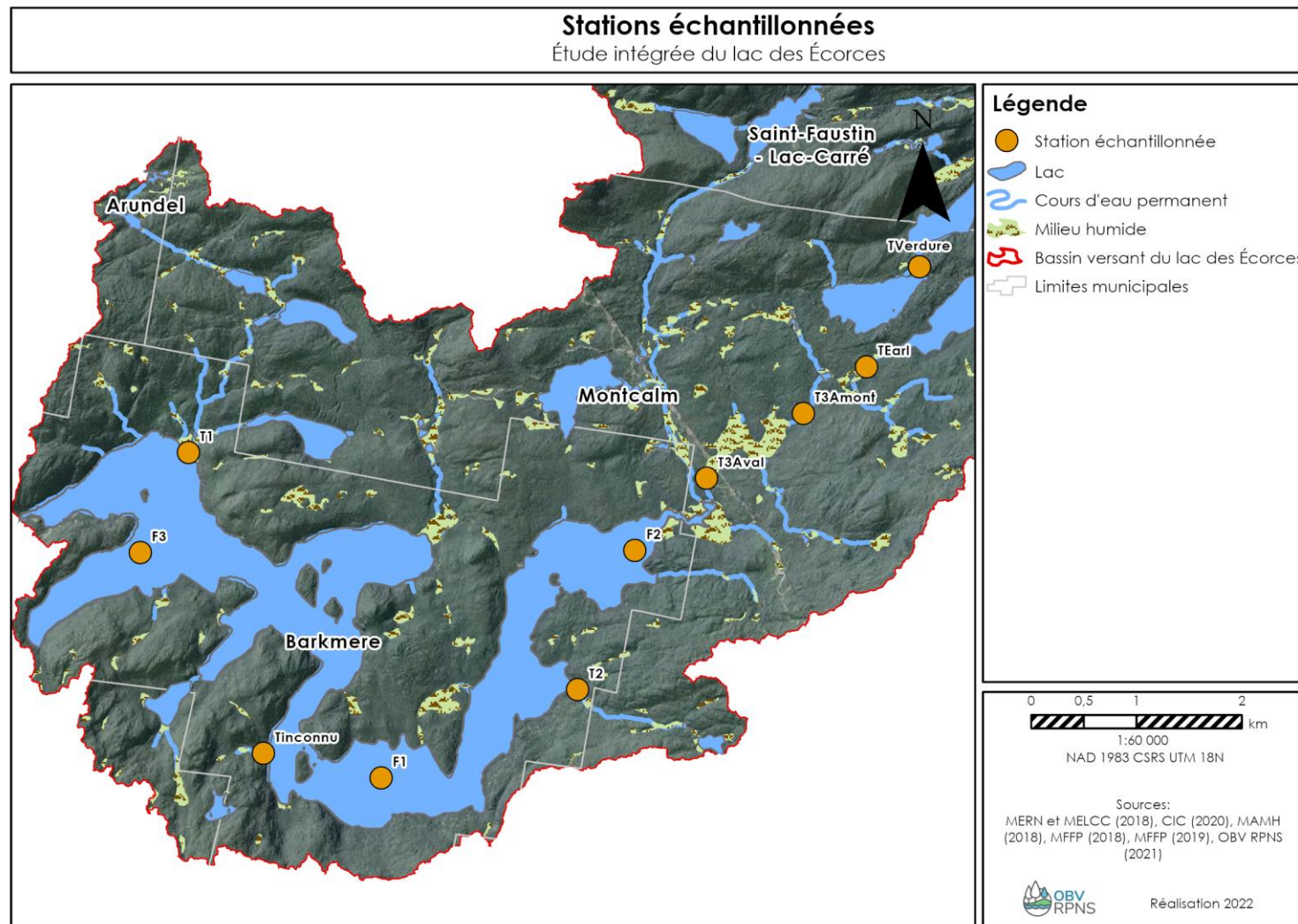


Figure 31 : Localisation des stations échantillonnées au lac des Écorces durant l'été 2021

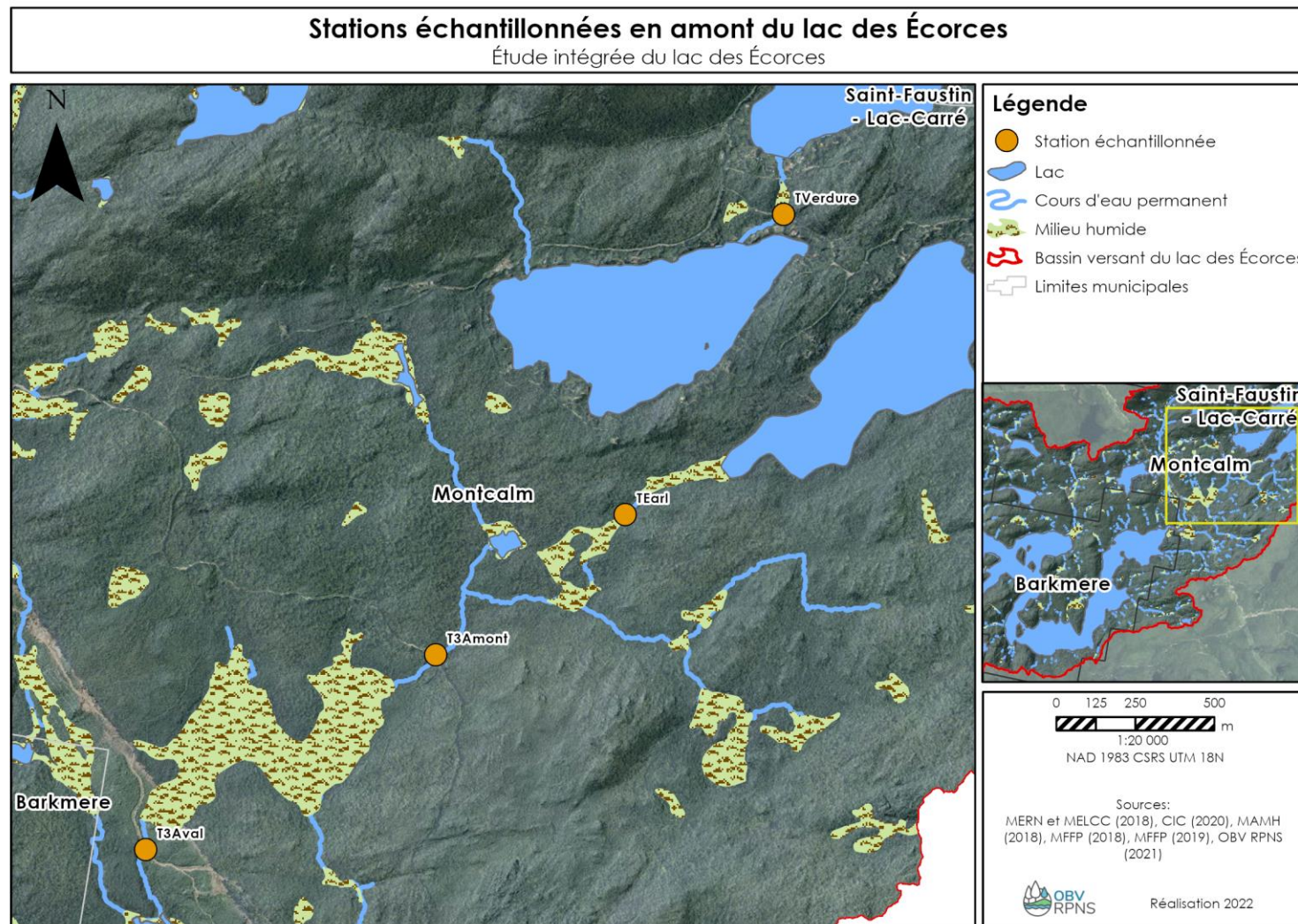


Figure 32 : Stations échantillonnées en amont du lac des Écorces durant l'été 2021

Tableau 11 : Dates et paramètres analysés lors des relevés de terrain

Stations																
Date	T1	T2	T3am	T3av	Tinc	Tearl	Tverd	F1épi	F1méta	F1hypo	F2épi	F2méta	F2hypo	F3épi	F3méta	F3hypo
22-06-23	S	S	NA	NA	NA	NA	NA	S, P	S, P	S, P	S, P	S, P	S, P	S, P	S, P	S, P
27-07-27	S	S	S	S	NA	S	S	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
23-08-25	S	S	S	S	S	S	S	P	P	P	P	P	P	P	P	P
23-09-24	S	S	S	S	NA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	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 : Aucun relevé de terrain

4.3.3.1 Transparence

La Figure 33 présente la comparaison des données de transparence mesurées durant l'été 2021 avec celles de 2010 à 2020 pour les trois stations du RSVL. Les données de transparence varient peu d'une année à l'autre et on remarque que la transparence à la station 0596C est en général légèrement inférieure aux deux autres stations.

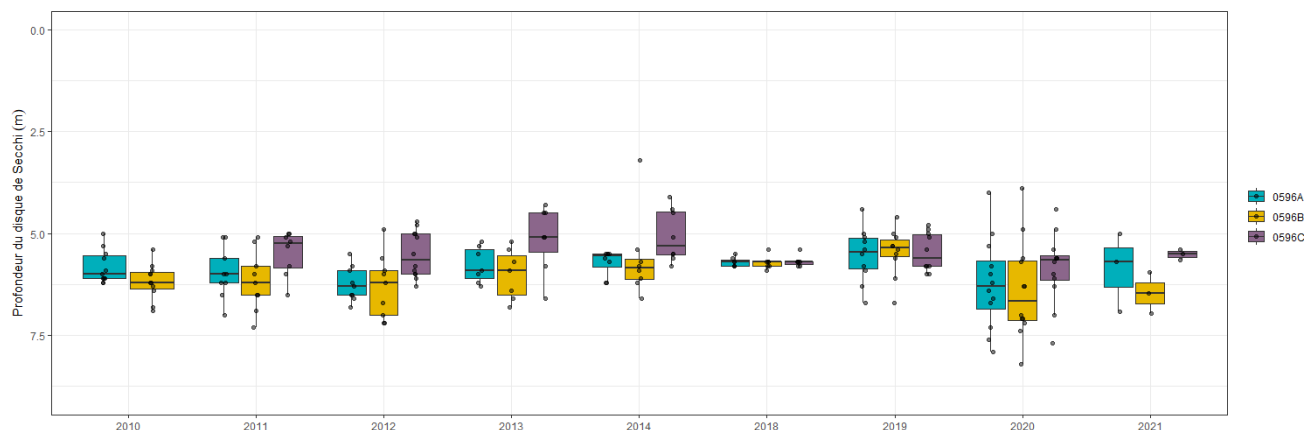


Figure 33 : Transparence (profondeur du disque de Secchi) mesurée aux trois stations du lac des Écorces de 2010 à 2021

*Chaque point représente un prélèvement. La ligne centrale des boîtes à moustaches correspond à la médiane¹² (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.

4.3.3.2 Phosphore total (PT)

La Figure 34 présente les résultats de PT dans les différentes couches de la colonne d'eau aux trois fosses échantillonnées au lac des Écorces. Les concentrations en phosphore sont légèrement plus élevées dans l'hypolimnion, mais toutes les valeurs toute profondeur confondue (sauf une) se situent dans la catégorie oligotrophe (0-10 µg/L). Une concentration de 25 µg/L a été observée en septembre à la fosse 1. Dans les lacs avec un déficit d'oxygène en profondeur, des valeurs élevées en phosphore (parfois dans les centaines ou les milliers de µg/L) en raison du phénomène de relargage de phosphore des sédiments, ont été mesurées (Kalff, 2002). Dans le cas du lac des Écorces, aucun déficit en oxygène n'est observé à la fosse 1 (Figure 40) ce qui indique que la valeur enregistrée en septembre n'est pas problématique. Plusieurs causes, comme la présence d'un gros zooplancton ou d'excréments de poissons, pourraient être à l'origine de cette valeur élevée (valeur aberrante).

¹² La médiane indique le centre de la série de données. En d'autres mots, c'est la valeur qui sépare une distribution en deux groupes qui contiennent le même nombre de données (Alloprof, s. d.).

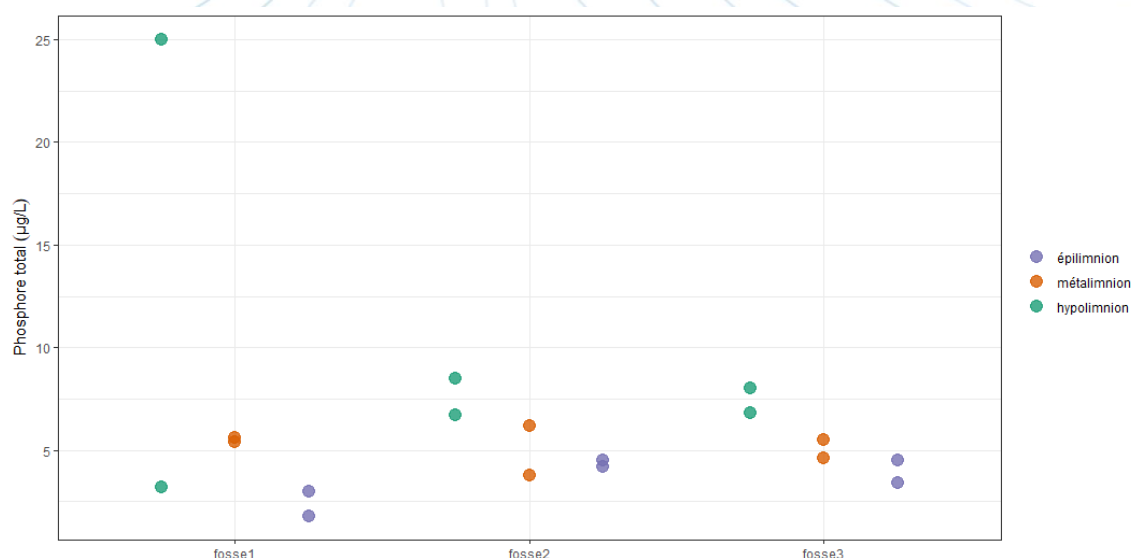


Figure 34 : Concentrations en phosphore total mesurées dans les différentes strates de la colonne d'eau pour les trois fosses du lac des Écorces en juin et septembre 2021

*Chaque point représente un prélèvement et le code de couleur permet de distinguer les différentes strates thermiques. Fosse 1=0596A, fosse 2=0596C, fosse 3=0596B. Les prélèvements ont eu lieu dans l'épilimnion (10-15 cm), dans le métalimnion (entre 5,5 et 6,5m) et dans l'hypolimnion (entre 10,5 et 28 m).

La Figure 35 montre les résultats en PT dans les tributaires au cours de l'été 2021. Les concentrations les plus élevées en phosphore total ont été enregistrées au tributaire T2, avec des valeurs variant entre 14 et 39 µg/L. Ce tributaire draine plusieurs milieux humides, ce qui pourrait expliquer en partie les concentrations plus élevées puisque les milieux humides peuvent agir autant comme des capteurs que de sources de phosphore (Reddy, Kadlec, Flaig et Gale, 1999).

4.3.3.3 Coliformes fécaux (CF)

Les CF sont des bactéries intestinales appartenant au groupe des coliformes totaux et proviennent des matières fécales produites par les humains et les animaux à sang chaud. Leur présence dans l'eau indique non seulement une contamination récente par des matières fécales, mais aussi la présence possible de bactéries, virus et protozoaires potentiellement pathogènes. Comme les colonies de CF peuvent être facilement identifiées et comptées, ces dernières sont fréquemment utilisées comme indicateurs de pollution fécale.

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

en CF doit être inférieure à 200 UFC/100 ml pour protéger les activités impliquant un contact direct avec l'eau (ex : baignade) (MELCC, s. d.).

La Figure 36 illustre les concentrations en CF dans les tributaires au cours de l'été 2021. À l'exception d'un résultat en septembre, toutes les analyses de CF dans les tributaires du lac ont montré des concentrations inférieures au critère de 200 UFC/100 mL (activités avec contacts directs comme la baignade) du MELCC. Le seul résultat supérieur au critère correspond au tributaire T1 en septembre. Les valeurs plus élevées des tributaires T1, T2, T3amont et T3aval en septembre pourraient être expliquées en partie par les fortes précipitations qui ont précédé l'échantillonnage (environ 80 mm de pluie sont tombés dans les 48h précédant cet échantillonnage; Figure 25). Une telle quantité de précipitations peut entraîner le ruissellement de l'eau sur le sol, entraînant au passage de grandes quantités de nutriments et contaminants vers les cours d'eau.

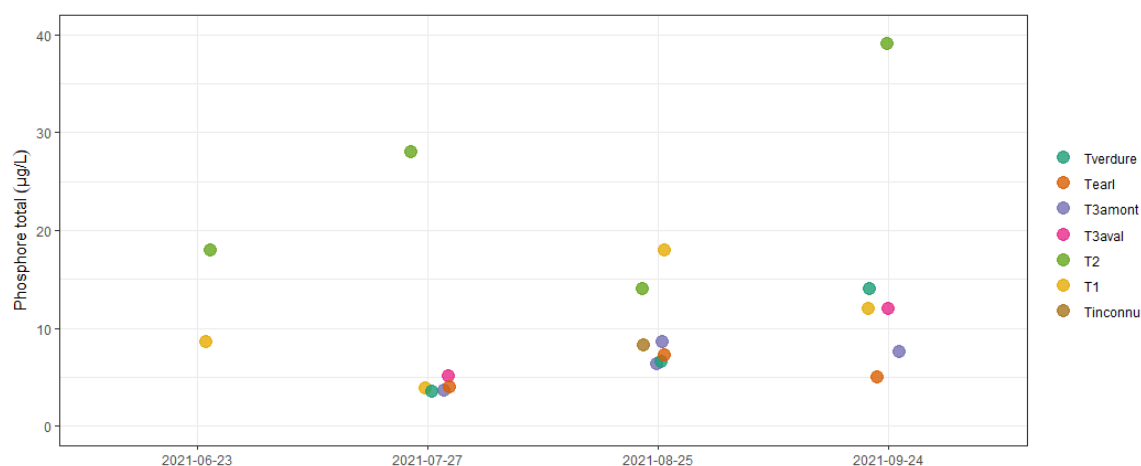


Figure 35 : Concentrations en phosphore total mesurées dans les tributaires du lac entre juin et septembre 2021

*Chaque point représente un prélèvement et le code de couleur permet d'identifier les différentes stations.

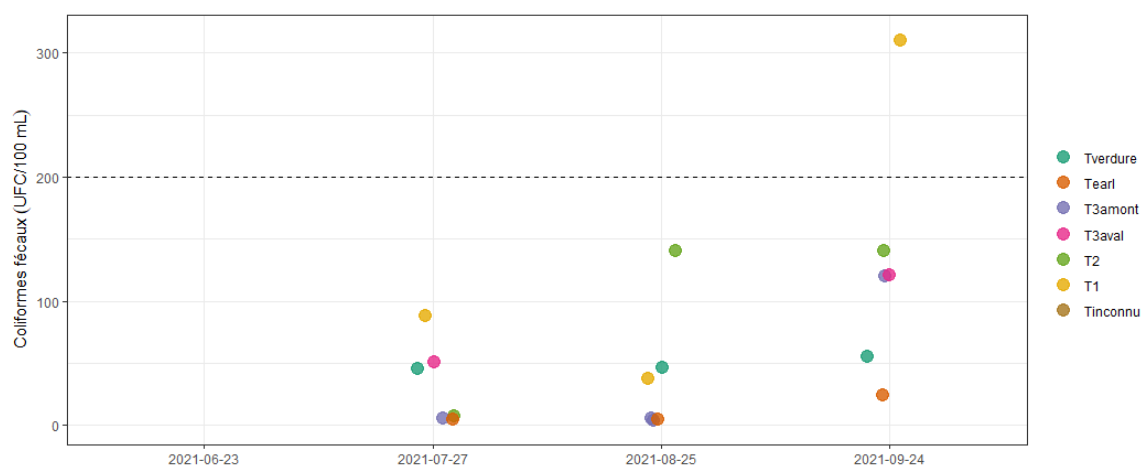


Figure 36 : Concentrations en coliformes fécaux dans les tributaires du lac entre juin et septembre 2021

*Chaque point représente un prélèvement et le code de couleur permet d'identifier les différentes stations. En raison d'une erreur du laboratoire, aucun résultat de coliformes fécaux n'est disponible pour l'échantillonnage de juin.

4.3.3.4 Matières en suspension (MES)

La Figure 37 illustre les concentrations en MES dans les tributaires échantillonnés entre juin et septembre 2021. Les valeurs ont varié entre 0 (sous seuil de détection) et 4 mg/L pour les tributaires analysés au lac des Écorces. Basé sur le critère de 13 mg/L du MELCC, il ne semble pas y avoir de problématique d'apports de sédiments au plan d'eau. On remarque cependant des valeurs légèrement plus élevées (mais bien en-deçà du critère) lors de l'échantillonnage de septembre, encore une fois probablement expliquées par les fortes pluies dans les jours précédant les prélèvements.

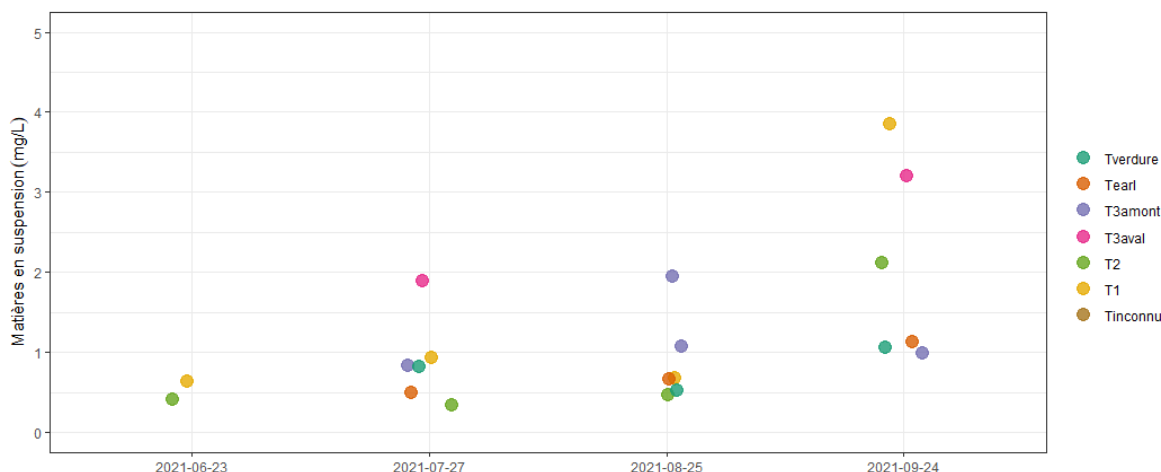


Figure 37 : Concentrations en matières en suspension dans les tributaires du lac entre juin et septembre 2021

*Chaque point représente un prélèvement et le code de couleur permet d'identifier les différentes stations.

4.3.3.5 Stratification thermique

Un profil physico-chimique sert à caractériser l'état d'un plan d'eau en fonction de plusieurs paramètres. Ces derniers permettent de dresser un portrait global des composantes du milieu aquatique et également d'établir l'épaisseur des différentes couches de la stratification thermique du lac, notamment en fonction des températures (Figure 38). Les paramètres mesurés dans le cadre de cette étude sont la température, l'oxygène dissous, la conductivité, le pH et la turbidité.

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 atmosphériques 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, la respiration du phytoplancton et la demande en oxygène des sédiments.

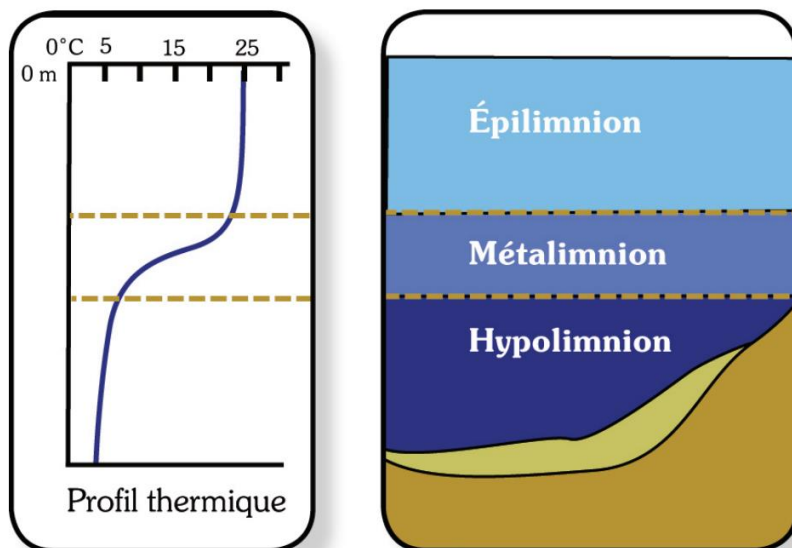


Figure 38 : Schématisation du profil thermique et de la stratification thermique

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

La Figure 39 présente les profils de température mesurés aux trois fosses du lac des Écorces en juin et août 2021. Tel qu'attendu, les courbes suivent une trajectoire normale, avec des températures constantes dans l'épilimnion, diminuant rapidement dans le métalimnion pour ensuite se stabiliser à environ 5°C dans l'hypolimnion. On remarque également une différence d'environ 5°C en surface entre les courbes de juin et août, ce qui était attendu puisque les profils ont été réalisés à deux mois d'intervalle et que les températures en août étaient plus élevées.

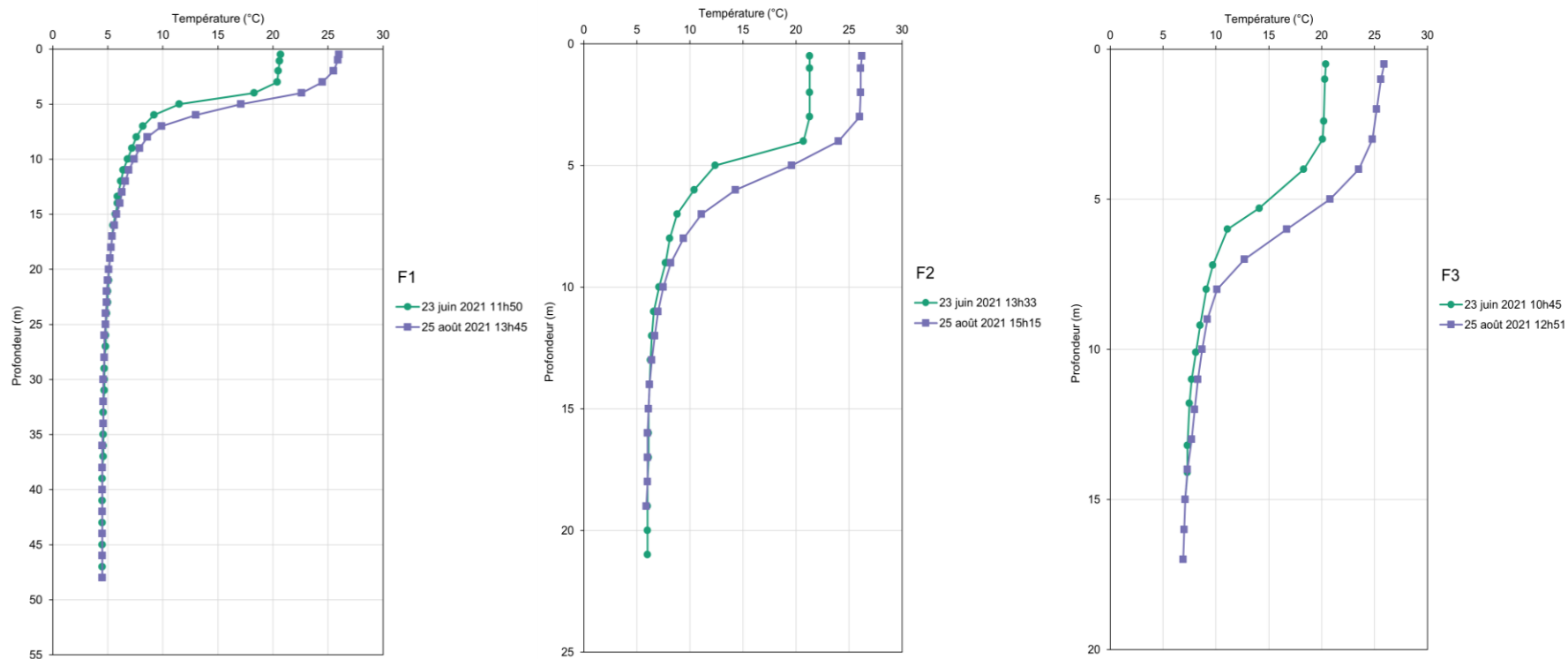


Figure 39 : Profils de température mesurés aux trois fosses du lac des Écorces en juin et août 2021

4.3.3.6 Oxygène dissous (OD)

L'oxygène est avant tout une molécule gazeuse essentielle à la respiration des poissons et autres organismes aquatiques, ainsi qu'à une multitude de processus biologiques et chimiques importants pour l'équilibre d'un milieu (décomposition et transformation de certains éléments nutritifs). Il est important de mentionner qu'en milieu aquatique, l'oxygène se trouve sous forme dissoute, c'est pourquoi lorsqu'il est question d'établir un profil physico-chimique d'un plan d'eau, le terme « oxygène dissous » est employé. Pour ces raisons, la teneur de ce paramètre est un facteur primordial à prendre en compte dans une analyse de qualité de l'eau.

L'OD peut être mesuré en mg/l et en pourcentage de saturation. Le pourcentage de saturation permet de comparer la valeur mesurée en mg/l avec la valeur théorique maximale qu'il serait possible d'obtenir dans les mêmes conditions de pression atmosphérique et de température. Cela permet de voir si l'eau est complètement saturée en oxygène, ou si un déficit est observé.

La température et la profondeur influencent directement la disponibilité de l'OD dans la colonne d'eau d'un lac. Par ailleurs, des paramètres comme la conductivité, le pH, et la teneur en solides dissous sont liés indirectement à la teneur en oxygène de l'eau (Akkoyunlu, Altun et Cigizoglu, 2011). En théorie, dans un lac stratifié, la quantité d'oxygène dissous diminue successivement avec le changement de couche thermique, du haut vers le bas. L'eau restreinte dans l'hypolimnion n'est pas en contact direct avec l'air et sa teneur en oxygène n'est donc pas renouvelée tout au long de la saison estivale. Il est cependant souhaitable qu'elle ne soit pas réduite à zéro afin d'être en mesure de subvenir aux besoins des organismes vivants dans les couches profondes. Selon le MELCC, les concentrations en OD ne devraient pas être inférieures à certaines valeurs pour assurer la protection de la vie aquatique (Tableau 12).

Tableau 12 : Concentration minimales d'oxygène dissous absolues (mg/L) et en pourcentage de saturation (%) pour assurer la protection de la vie aquatique.

Température °C	mg/L	% de saturation
0 - 5	8 - 7	54
10 - 15	6	
20 - 25	5	57 - 63

Figure 40 présente les profils d'OD aux trois fosses du lac des Écorces en juin et août 2021. Les profils montrent des trajectoires similaires, avec des concentrations constantes en surface suivies d'une augmentation dans la couche intermédiaire (dû à la photosynthèse du phytoplancton dans cette couche) pour finalement diminuer progressivement au fond du lac. Finalement, on remarque que les concentrations d'OD sont légèrement plus élevées en juin qu'en août. Cette observation est normale puisque qu'au début de l'été, suite au brassage printanier, les différentes strates de la colonne d'eau se rechargent en OD. Tout au long de l'été, les organismes aquatiques consomment l'OD disponible dans la colonne d'eau, ce qui entraîne une diminution des concentrations durant la saison estivale. Le brassage automnal permet la recharge quasi-totale d'OD dans toute la colonne d'eau. On remarque également dans les trois profils d'août qu'à quelques mètres du fond, les concentrations d'OD sont descendues sous les 5 mg/L, observation normale lorsque les capteurs approchent la couche de sédiments du fond. L'augmentation soudaine des valeurs de conductivité et de turbidité en profondeur semble confirmer cette théorie. Il ne semble donc pas avoir de déficit d'OD en profondeur au lac des Écorces.

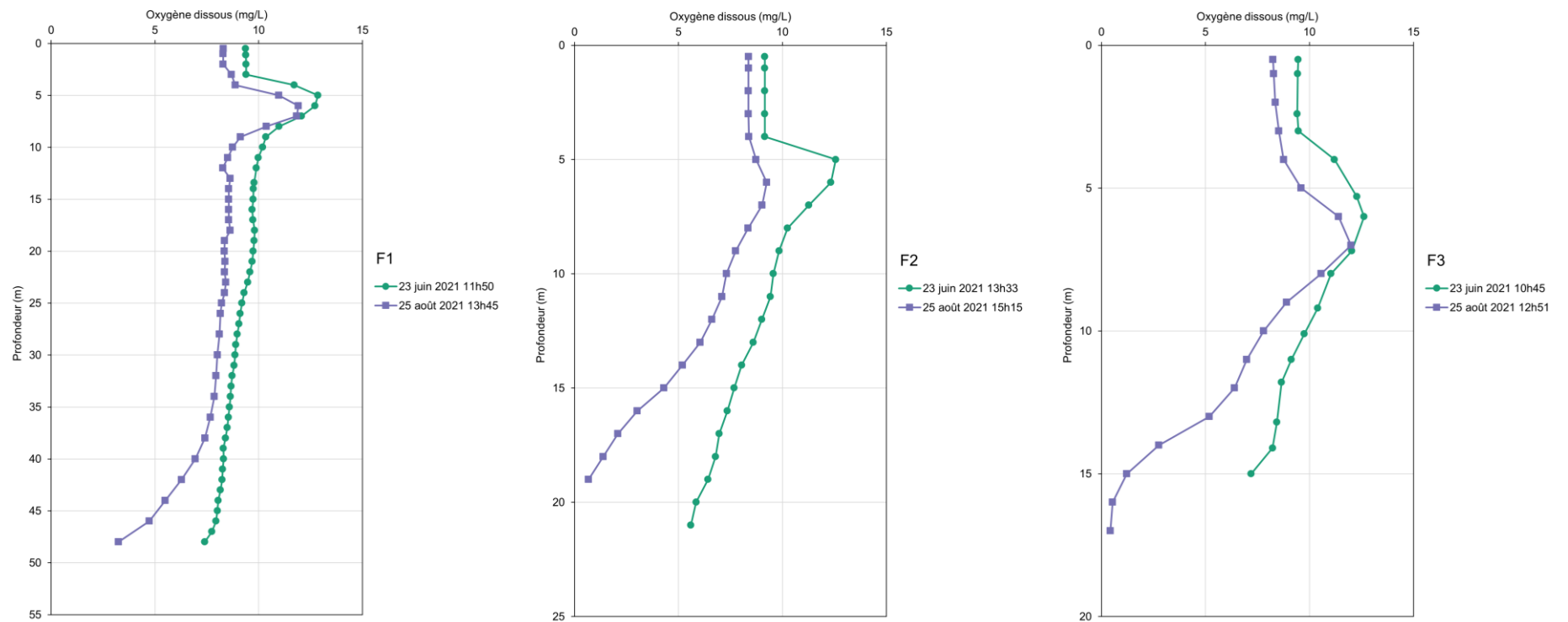


Figure 40 : Profils d'oxygène dissous mesurés aux trois fosses du lac des Écorces en juin et août 2021

4.3.3.7 Conductivité

Les valeurs de conductivité enregistrées aux fosses du lac des Écorces, toute profondeur confondue, ont varié entre 25,3 et 33,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et sont considérées normales, si l'on considère que les valeurs au-delà de 125 $\mu\text{S}/\text{cm}$ peuvent démontrer l'influence des activités anthropiques provenant du bassin versant, notamment des sels de voirie (CRE Laurentides, 2015). Une légère augmentation de la conductivité a été observée en août et pourrait être expliquée par la différence du niveau d'eau du lac. La conductivité aurait tendance à augmenter lorsque le niveau de l'eau d'un lac est plus bas (volume moindre) et que le débit des tributaires est plus faible (Kalff, 2002). Le débit de ces derniers au lac des Écorces étaient effectivement plus faibles en août, ce qui a eu une incidence sur le volume de l'eau et par le fait même sur la conductivité.

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 (Figure 41). 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.

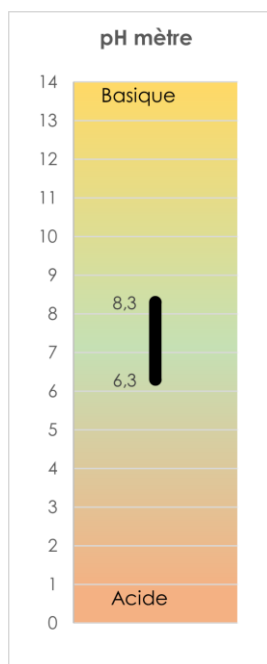


Figure 41 : pH mètre

Le pH mesuré au lac des Écorces, toute profondeur confondue, se situait entre 5,5 et 8,4. Il est considéré qu'un lac est acide lorsque les valeurs sont en deçà 5,5 et qu'il est en transition lorsque les valeurs varient entre 5,5 et 6 (MELCC, 2021c). Ces intervalles sont cependant pour les mesures de pH en surface, qui elles, ont varié entre 7,11 et 7,57 aux différentes fosses du lac. Ces données sont comparables aux données de pH mesurées en 2020 (moyenne de 7,1 pour les trois fosses). Basé sur ces valeurs de surface, aucun problème d'acidité n'est observé au lac des Écorces.

4.3.3.9 Turbidité

La turbidité se définit comme la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau. Elle est contraire à la limpidité (INSPQ, 2019) 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).

Les mesures de turbidité à la surface des fosses du lac des Écorces ont varié entre 0,5 UTN et 0,68 UTN. Ces valeurs sont faibles et bien en deçà de la limite de 50 UTN (critère purement esthétique) fixé pour les eaux récréatives.

4.4 PLANTES AQUATIQUES ET ALGUES

Les herbiers de plantes aquatiques n'ont pas été caractérisés dans le cadre de cette étude. Cependant, des inventaires ont été réalisés en 2005 et 2013 (BIOFILIA, 2013). En 2013, un total de 20 herbiers aquatiques a été inventorié pour une superficie totale de 78 000 m² comparativement à 14 herbiers pour une superficie de 64 000 m² en 2005. Cela représente une augmentation d'environ 22% de superficie d'herbiers aquatiques en huit ans. Les espèces dominantes inventoriées étaient le nymphée, le rubanier, la pontédérie, la brasénie et le potamot. Aucune espèce exotique envahissante n'avait été détectée au moment de ces inventaires.

La présence du myriophylle à épis au lac des Écorces a été détectée en 2016. Depuis sa détection, la Ville, en collaboration avec l'APLE procède à des patrouilles ainsi qu'à de l'arrachage afin de limiter sa propagation. Chaque année, des plongeurs sont engagés afin de procéder à l'arrachage de plants, qui sont situés principalement dans la baie Silver (est du lac). Lors de la première campagne en 2016, environ 5000 plants ont été retirés. Depuis cette première année, le nombre de plants arrachés a diminué (696 en 2017, 486 en 2018, 187 en 2019, 147 en 2020 et 648 en 2021) sauf pour l'année 2021. En effet, lors de l'été 2021, une importante colonie (600 plants) a été détectée à un nouvel endroit du lac, c'est-à-dire à l'intérieur du tributaire T3 (à l'est du lac). Cette colonie ainsi que quelques autres de plus petites envergures, ont été arrachées (Communication personnelle, Jake Chadwick, 2021).

La zone de croissance potentielle des macrophytes au lac des Écorces s'étend de la berge jusqu'à environ 6 m de profondeur (Figure 42). Cette profondeur maximale a été établie en utilisant une relation observée entre la présence de plante détectée 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 2010 à 2021 a été utilisée (5,8 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 littorale de 6 mètres représente environ 30% de la superficie du lac (1,92 km²).

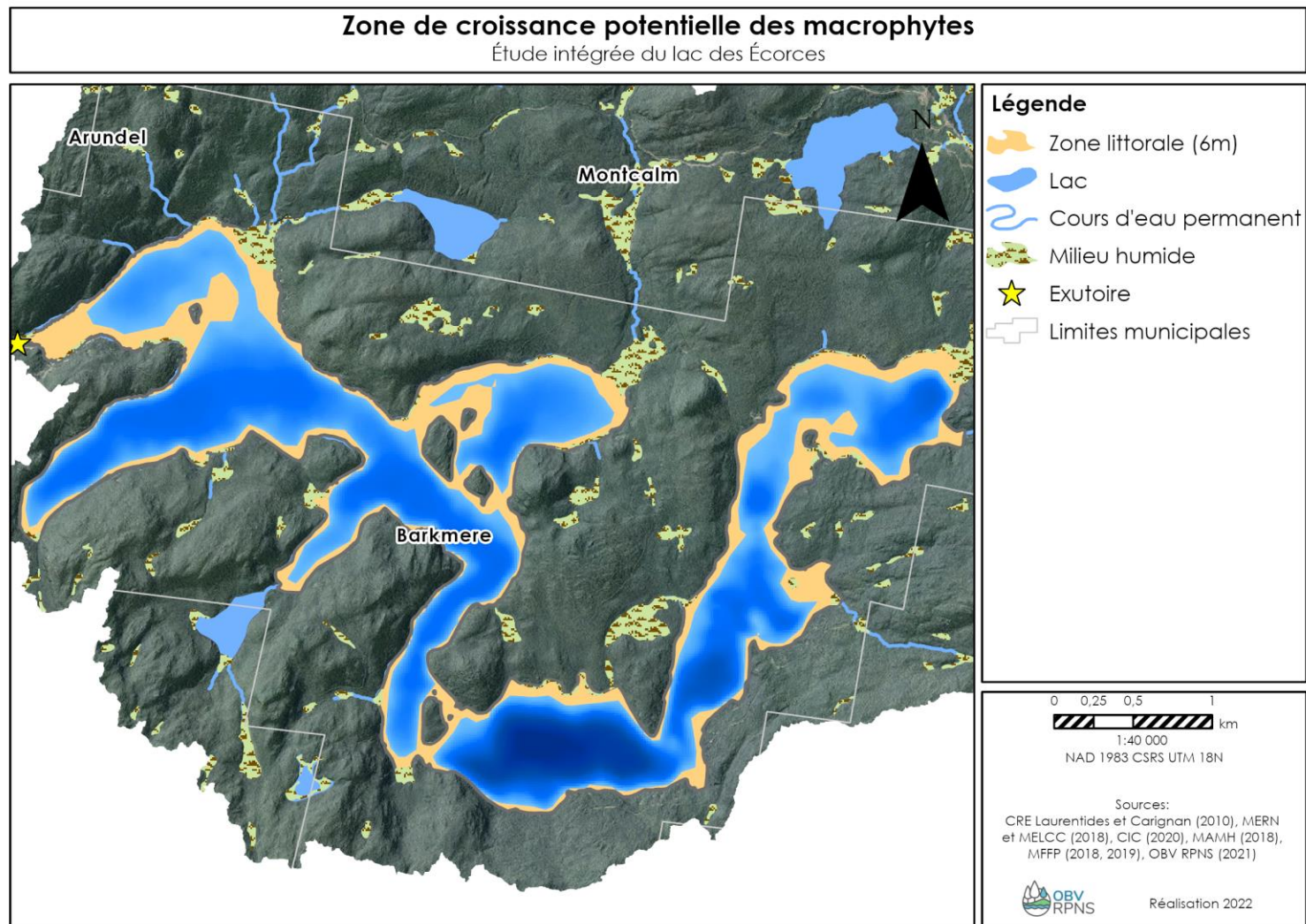


Figure 42 : Délimitation de la zone littorale au lac des Écorce

Aucune fleur de cyanobactéries n'a été observée lors des relevés de terrain de 2021, cependant, certaines ont été remarquées durant l'été 2020 (Communication personnelle, Jake Chadwick, 2020). Des prélèvements ont été effectués à trois sites dans la baie Miller (près de la rampe de mise à l'eau) le 18 juin 2020 et les analyses ont permis de confirmer la présence de cyanobactéries dans le lac.

4.5 ESPÈCES FAUNIQUES

Bien qu'aucun inventaire faunique n'ait été réalisé dans le cadre de cette étude, plusieurs espèces ont été observées au lac des Écorces. Parmi elles, on retrouve : l'achigan à petite bouche, la ouitouche, la perchaude, le crapet soleil, la tortue serpentine, le castor, le pygargue à tête blanche et le cerf de Virginie. Le touladi, le grand brochet et l'urubu à tête rouge ont quant à eux été rapportés dans certaines études. Lors des relevés de terrain de 2021, plusieurs tortues serpentes (*Chelydra serpentina*) juvéniles ont été observées en amont du tributaire T3, au niveau des lignes de transport d'électricité. Cette espèce a été désignée préoccupante au Canada en 2008 (COSEPAC, 2008) mais ne possède pas de statut de protection particulier au Québec. Le pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) s'est vu attribuer le statut d'espèce vulnérable au Québec en 2003 (MFFP, 2021).

4.6 BANDES RIVERAINES

Les bandes riveraines n'ont pas été caractérisées dans le cadre de cette étude. Cependant, elles ont fait l'objet d'une caractérisation en 2005 et 2013 (BIOFILIA, 2013). En 2013, il avait été constaté qu'une petite diminution des berges naturelles avait eu lieu entre 2005 et 2013, passant de 85,5% (31,73 km) à 80% (29,70 km).

4.7 INSTALLATIONS SEPTIQUES

Aucune caractérisation d'installations septiques n'a été réalisée dans le cadre de cette étude. Cependant, la ville de Barkmere possède une base de données leur permettant d'assurer un suivi régulier de la conformité des installations septiques (communication personnelle, Barkmere, 2021). Le logiciel utilisé par la Ville comprend des informations sur le type de résidence (permanente ou saisonnière), la méthode de vidange (via un camion de pompage ou via une barge) ainsi que les dates des vidanges.

Parmi les 230 installations répertoriées sur le territoire de Barkmere, deux sont des toilettes sèches, quatre sont des puisards et 15 sont des fosses de rétention. La réglementation de la Ville prévoit qu'une fosse de rétention doit être vidangée au minimum une fois par année. Selon la Ville, plusieurs de ces systèmes « non-conventionnels » seront remplacés dans les prochaines années par des systèmes avec élément épurateur.

4.8 ACTIVITÉ DE PLAISANCE

Une rampe de mise à l'eau publique est située à l'ouest du lac des Écorces et des frais de mise à l'eau sont exigés pour les plaisanciers. Aucun règlement municipal officiel ne régit la navigation sur le plan d'eau, mais l'APLE fait la promotion d'un code de conduite afin d'encourager les comportements ayant le moins d'impacts négatifs sur l'environnement. Les embarcations avec ballasts sont notamment interdites.

5 DIAGNOSTIC DES PROBLÉMATIQUES

Suite aux actions d'acquisition de connaissances, d'interprétation et de rédaction du Portrait, des forces, faiblesses, opportunités et menaces (FFOM) ont été identifiées pour le lac des Écorces et son bassin versant. Le Tableau 13 indique les définitions des éléments diagnostic utilisés dans le cadre de cet exercice alors que le Tableau 14 présente la formulation des FFOM.

Tableau 13 : Définition des éléments de diagnostic

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 son bassin versant.

Tableau 14 : FFOM du lac des Écorces et son bassin versant

Section du rapport	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Enjeu	Commentaire
2.2.1	Grande disponibilité d'informations (données, études, rapports)	x				Aspect environnemental	
2.2.1	Suivi régulier de la qualité de l'eau	x				Aspect environnemental	
3	Grand bassin versant				x	Aspect environnemental	Plus de sources potentielles de dégradation
3	Bassin versant traversant plusieurs municipalités		x			Aspect environnemental	Nécessité de travailler en concertation
3.3	Deux tributaires drainant 58% du bassin versant	x				Aspect environnemental	Facilite l'identification des apports en contaminants
			x			Aspect environnemental	Potentiel d'apports en contaminants élevé
3.3	Plusieurs plans d'eau développés en amont du lac				x	Aspect environnemental	
3.3	Ratio de drainage élevé				x	Aspect environnemental	Lac susceptible d'être naturellement enrichi en phosphore et COD
3.4	Faible % de milieux humides dans le bassin versant		x			Aspect environnemental	
3.4	Plusieurs complexes de milieux humides à haute valeur écologique en amont du lac			x		Aspect environnemental	
3.5.1	Barrages de castors	x				Aspect environnemental	Force pour la biodiversité
					x	Aspect environnemental	Menace pour la qualité de l'eau
3.6.1	Association de riverains	x				Aspect environnemental et socio-économique	
3.6.1	Réserve naturelle Jack Rabbit et forêt ancienne à proximité du lac	x				Aspect environnemental	

Section du rapport	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Enjeu	Commentaire
3.6.1	50% du bassin versant sont des terres publiques			x		Aspect environnemental	Diminution des possibilités de développement immobilier
					x	Aspect environnemental	Augmentation des possibilités de coupes forestières
3.6.1	Peu de routes à proximité du lac	x				Aspect environnemental	
3.6.1	Démarches pour augmenter la superficie de la réserve naturelle Jack Rabbit			x		Aspect environnemental	
3.6.2	Coupes forestières sur les terres publiques à proximité du lac				x	Aspect environnemental	
3.7	Faible ICS avec le lac	x				Aspect environnemental	Peu susceptible de recevoir des sédiments via les pentes autour du lac
3.7	Fort ICS avec le réseau hydrographique		x			Aspect environnemental	Susceptible de recevoir des sédiments via les tributaires
3.7	Aménagement des chemins forestiers				x	Aspect environnemental	Sources potentielles d'érosion, de ruissellement et d'apport en matière au lac
3.7	État des ponceaux	x				Aspect environnemental	
4.1	Lac de grande superficie et profond	x				Aspect environnemental	Grand volume d'eau
4.3.2	Participation au RSVL	x				Aspect environnemental	Lac oligotrophe
4.3.2 et 4.3.3	Résultats d'analyse de la qualité de l'eau	x				Aspect environnemental	
4.3.3.6	Oxygénation de la colonne d'eau	x				Aspect environnemental	
4.4	Myriophylle à épis		x			Aspect environnemental	
		x				Aspect environnemental et socio-économique	Suivi et arrachage

Section du rapport	Critère	Force	Faiblesse	Opportunité	Menace	Enjeu	Commentaire
4.4	Grande superficie de la zone littorale				x	Aspect environnemental	Fort potentiel de colonisation du myriophylle à épis
4.6	Conformité des bandes riveraines	x				Aspect environnemental	80% de berges naturelles
4.7	Suivi des installations septiques	x				Aspect environnemental	Base de données détaillée
4.8	Frais de mise à l'eau	x				Aspect environnemental	Diminution de l'achalandage au lac
			x			Aspect socio-économique	Diminution de l'accessibilité au lac

6 PLAN D’ACTION

6.1 ATELIER PARTICIPATIF EN LIEN AVEC LE PLAN D’ACTION DE L’ÉTUDE INTÉGRÉE DU LAC DES ÉCORCES

L’Atelier participatif en lien avec le plan d’action, qui a eu lieu en ligne le 10 janvier, visait à planifier des actions réalistes et concrètes. Les acteurs devaient d’abord identifier les problématiques et enjeux présents au lac dans le bassin versant pour ensuite choisir des actions qu’ils pensaient pouvoir mettre en œuvre et leur associer des échéanciers.

La liste des problématiques recensées par les acteurs et les enjeux auxquels elles sont associées se retrouvent au Tableau 15.

Tableau 15 : Présentation des problématiques et enjeux identifiés par les acteurs

Enjeu	Problématique
Sécurité publique*	Embarcations à moteur (quantité et puissance des moteurs)
Qualité de l'eau*	Conformité des installations septiques
	Apports de sédiments/contaminants
	Conformité des bandes riveraines
	Divergence entre les règlements associés à la foresterie et à l'environnement
	Pression de développement
Biodiversité*	Destruction et altération des milieux humides dans le bassin versant
	Coupes forestières
	Développement immobilier
	Grande portion du bassin versant occupée par les terres publiques
	Espèces exotiques envahissantes
	Divergence entre les règlements associés à la foresterie et à l'environnement
Agrément (usages des plans d'eau, baignade, pêche, etc.)*	Espèces exotiques envahissantes
	Coupes forestières
	Développement immobilier
	Divergence entre les règlements associés à la foresterie et à l'environnement

*Les changements climatiques, la navigation dans la zone littorale et le développement et l'aménagement des routes (accès véhiculaires, 4x4) ont été identifiées comme des problématiques pouvant avoir un impact sur les quatre enjeux.

Pour chacun des enjeux du Tableau 15, les participants étaient invités à proposer des actions, en identifiant les acteurs responsables de l'action et l'échéance de réalisation (0-2 ans, 3-5 ans, 5-10 ans ou en permanence). L'exercice a été réalisé sur une plateforme collaborative (Miro) où des actions étaient proposées par l'OBV RPNS. Les participants pouvaient choisir parmi les actions proposées en les modifiant ou les détaillant ou proposer leurs propres actions. Les acteurs devaient seulement choisir les actions pour lesquelles ils souhaitaient être responsables, mais ne pouvaient parler au nom d'autres acteurs.

6.2 PLAN D’ACTION

Les actions sélectionnées par le comité de travail sont listées dans le Tableau 16, de même que leurs responsables et les échéanciers de réalisation.

Tableau 16 : Actions prévues au lac des Écorces

No	Action	Responsable(s)	Échéancier			
			0-2 ans	3-5 ans	5-10 ans	Permanent
A1	Promouvoir l'adhésion à l'APLE	APLE et Ville				x
A2	Continuer d'entretenir et d'alimenter les communications de l'APLE (courriels, réseaux sociaux)	APLE	x			
A3	Créer un réseau de contacts dans le bassin versant	APLE	x			
A4	Créer une association pour le bassin versant du lac des Écorces	APLE		x		
A5	Mettre en place un plan de communication solide afin de sensibiliser/éduquer les résidents aux enjeux environnementaux : • en personne • via des infolettres dynamiques • via les réseaux sociaux	Ville	x			
A6	S'informer sur le développement des connaissances sur les EEE	APLE	x			
A7	Organiser un atelier d'identification des plantes aquatiques et des espèces exotiques envahissantes	APLE	x			
A8	Sensibiliser des acteurs du bassin versant à l'importance des milieux humides	APLE	x			
A9	Sensibiliser les usagers à l'importance de la zone littorale	APLE	x			
A10	Sensibiliser les acteurs aux problématiques d'érosion/ruissellement	Ville				x
A11	Sensibiliser les acteurs du bassin versant aux bonnes pratiques de coupes forestières/aménagement des chemins forestiers	Ville	x			
A12	Sensibiliser les usagers du bassin versant à la présence des espèces exotiques envahissantes et aux bonnes pratiques pour éviter de les propager	Ville				x

No	Action	Responsable(s)	Échéancier			
			0-2 ans	3-5 ans	5-10 ans	Permanent
A13	Sensibiliser les usagers sur les enjeux de sécurité (puissance et grosseur des embarcations, navigation dans la zone littorale)	APLE	x			
A14	Collaborer avec les instances gouvernementales sur l'enjeu des coupes forestières	APLE	x			
A15	Collaborer avec la Ville afin de documenter les foyers d'érosion/ruissellement	APLE	x			
A16	Collaborer avec le MFFP pour les problématiques liées aux chemins forestiers	Ville	x			
A17	Poursuivre la collaboration avec les organismes environnementaux du milieu (OBV, CRE Laurentides, etc.)	Ville	x			
A18	Poursuivre la participation au RSVL	APLE	x			
A19	Poursuivre les patrouilles sur le lac (détection d'espèces exotiques envahissantes)	APLE	x			
A20	Supporter le programme de Patrouille d'Action Environnementale Communautaire (PACE)	APLE	x			
A21	Créer une patrouille des bandes riveraines	APLE	x			
A22	Construire une base de données afin d'évaluer l'impact des changements climatiques sur le lac : • dates de gel/dégel sur le lac • température de surface de l'eau	APLE	x			
A23	Documenter l'état des chemins forestiers/4x4	Ville				x
A24	Poursuivre les démarches pour la protection du territoire adjacent à la réserve du Jack Rabbit	Ville	x			
A25	Poursuivre la surveillance des barrages de castors	Ville				x
A26	Poursuivre l'acquisition de connaissances : • qualité de l'eau aux fosses du lac • qualité de l'eau de certains tributaires	Ville				x
A27	Mesurer l'épaisseur du périphyton	Ville			x	

No	Action	Responsable(s)	Échéancier			
			0-2 ans	3-5 ans	5-10 ans	Permanent
A28	Fournir une aide technique ou matériel au reboisement/revégétalisation	APLE et Ville		x		
A29	S'assurer du bon état des ponceaux et traverses	Ville	x			
A30	Corriger les cas problématiques d'érosion/ruissellement sur le territoire de Barkmere	Ville	x			
A31	S'assurer du bon état des installations septiques	Ville				x
A32	S'assurer de la capacité réelle des installations septiques	Ville				x
A33	Poursuivre l'arrachage du myriophylle à épis	Ville				x
A34	S'assurer que les zones à risque de myriophylle à épis soient interdites d'accès (installation de bouées)	Ville				x
A35	S'assurer que le nouveau plan d'urbanisme et les règlements soient cohérents avec les objectifs de la Ville	Ville	x			
A36	Limiter le développement immobilier en bordure du lac	Ville				x
A37	Appliquer rigoureusement la réglementation sur les bandes riveraines	Ville				x
A38	Assurer un suivi rigoureux du lavage des embarcations	Ville				x

6.3 SUIVI DU PLAN DU PLAN D'ACTION

Il a été statué par les acteurs le suivi du plan d'action dans les prochaines années serait assuré par le comité consultatif en environnement (CCE) de la ville de Barkmere. Ce comité, qui se réunit à différentes reprises durant l'année, comprend entre autres des représentants de la Ville ainsi que de l'APLE.

7 CONCLUSION

La réalisation d'une étude du bassin versant du lac des Écorces constitue une base solide pour comprendre l'état de santé du lac des Écorces et identifier les priorités des prochaines années pour veiller à sa protection. La démarche de concertation a mis en lumière les différents usages à concilier dans le bassin versant, et a démontré que les acteurs locaux sont capables de faire des compromis et de travailler ensemble pour poursuivre l'objectif commun de maintenir le lac des Écorces 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 des problématiques et enjeux identifiées au lac des Écorces, voici quelques recommandations de l'OBV RPNS. Si jugées pertinentes, ces actions pourraient être intégrées dans le plan d'action dans les années à venir :

- Organiser une formation sur les bonnes pratiques nautiques afin d'assurer la sécurité des plaisanciers et réduire l'érosion des rives du lac (pourrait se faire en collaboration avec la Sûreté du Québec)
- Exiger un plan de gestion des eaux pluviales lors de la délivrance d'un permis de construction (ex. : bassins ou jardins de pluie)
- Former les employés municipaux (voirie) sur les bonnes pratiques d'entretien des routes et des fossés
- Mettre à jour l'inventaire des plantes aquatiques présentes au lac et la carte de localisation des herbiers aquatiques

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 ville de Barkmere. L'OBV RPNS tient à remercier les partenaires financiers, ainsi que les membres du comité qui ont travaillé pour la préservation de la santé du lac des Écorces. Nous tenons à remercier particulièrement Jake Chadwick et Kirstin Lachance qui ont participé à certains relevés de terrain, fourni les embarcations et dans certains cas l'équipement nécessaire à la réalisation des prélèvements.

RÉFÉRENCES

- Akkoyunlu A., Altun H. et Cigizoglu H., 2011, « Depth-Integrated Estimation of Dissolved Oxygen in a Lake », *Journal of Environmental Engineering*, vol. 137, n° 10, p. 961-967.
- Alloprof, « La médiane », Alloprof. Adresse : <https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/mathematiques/la-mediane-m1412> [Consulté le : 1 décembre 2021].
- BIOFILIA, 2013, « Programme d'évaluation et de surveillance du lac des Écorces à Barkmere ».
- 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 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.
- Choné Guénolé, 2021, *Calcul de l'indice de connectivité des sédiments sur le territoire de l'OBV RPNS. Outil géomatique*.
- 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*.
- COSEPAC, 2008, « Tortue serpentine (*Chelydra serpentina*): évaluation et rapport de situation du COSEPAC 2008 », Adresse : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/evaluations-rapports-situations-cosepac/tortue-serpentine-2008.html>.
- CRE Laurentides, 2013a, « 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, 2013b, *Schématisation des niveaux trophiques d'un lac, Trousse des lacs*.
- CRE Laurentides, 2009, « Trousse des lacs La stratification thermique », Adresse : https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/troussedeslacs/Fiches/fiche_stratification.pdf.
- CRE Laurentides, 2015, « Suivi complémentaire de la qualité de l'eau Programme Bleu Laurentides Volet 1 - Multisonde », Adresse :

http://crelaurentides.org/images/images_site/documents/atlas/SC_CRE/Rond_Am_2005-2013_ficheSC.pdf.

CRE Laurentides et Carignan Richard, 2010, « Isobathes du lac des Écorces - Jeu de données ».

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%E9moire.pdf?sequence=2 [Consulté le : 25 novembre 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/index_f.html.

Environnement Canada, 2013, « Quand l'habitat est-il suffisant ? Troisième Édition. », Adresse : http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/ec/CW66-164-2013-fra.pdf [Consulté le : 10 novembre 2020].

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 ».

INSPQ, 2019, « Turbidité », Adresse : <https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/turbidite> [Consulté le : 9 décembre 2021].

Kalff Jacob, 2002, *Limnology: Inland Water Ecosystems*, Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.

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, « 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 2021a].

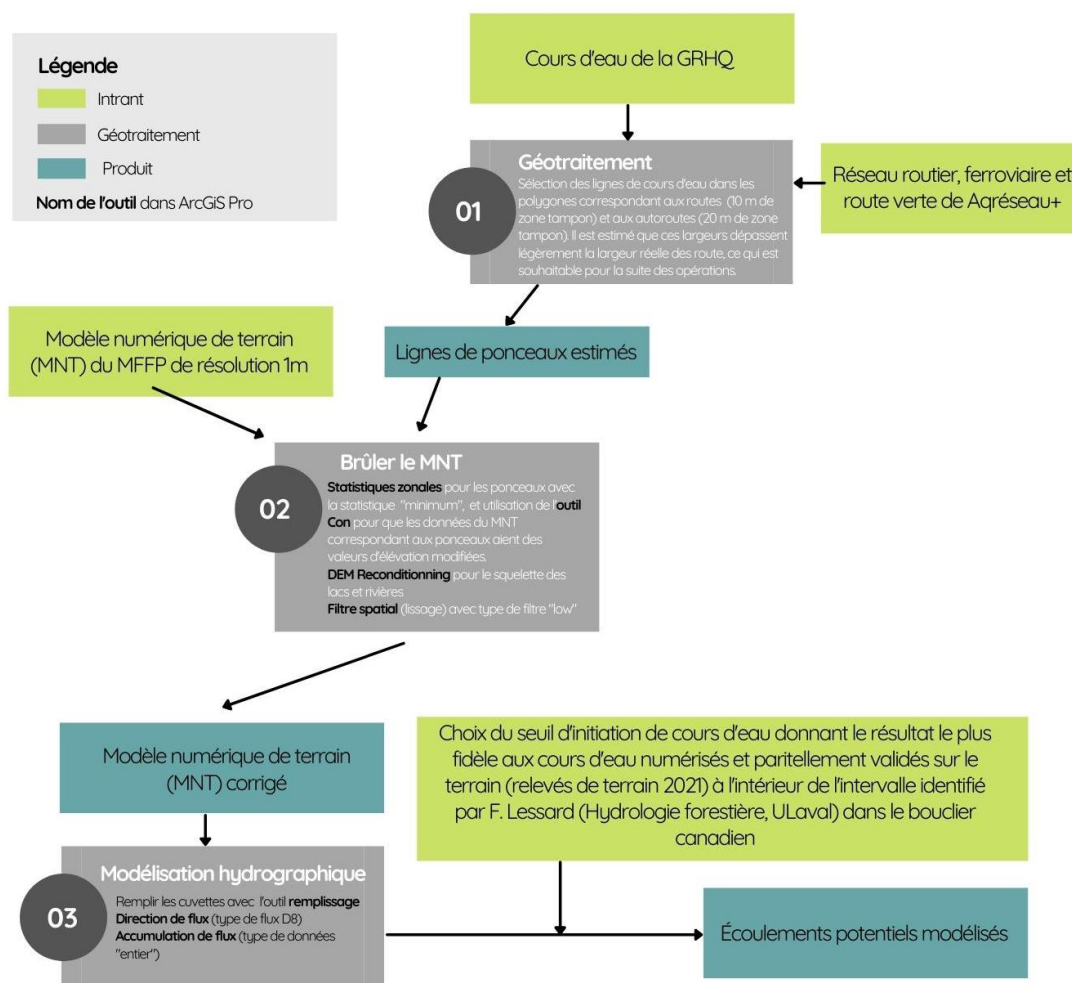
- MELCC, 2021a, « Normales climatiques 1981-2010: Climat du Québec », Adresse : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/climat/normales/climat-qc.htm>.
- MELCC, 2021b, « Aires protégées au Québec Les provinces naturelles », Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/provinces/partie4c.htm.
- MELCC, « Critères de qualité de l'eau de surface Coliformes fécaux », Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0123 [Consulté le : 7 décembre 2021b].
- MELCC, 2021c, « L'acidité des eaux au Québec (1999) », Adresse : https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/pre_acid/brochure/capsule.htm.
- MFFP, 2003, « Zones de végétation et domaines bioclimatiques du Québec », Adresse : <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/zone-f.pdf>.
- MFFP, 2021, « Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec Pygargue à tête blanche », Adresse : <https://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=40>.
- 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), 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), 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 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), 2020, « Subdivisions territoriales forestières (STF) - Jeu de données », Adresse : <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/stf#>.
- 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, 2021, « Utilisation du territoire, affectations du territoire et divisions cadastrales - Jeux de données. ».

- 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].
- Ouzilleau, Fortin, Laliberté, 2001, *GUIDE D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION DU TERRITOIRE UTILISÉ PAR LE CASTOR AU QUÉBEC*, Adresse :
http://fondationdelafaune.qc.ca/documents/x_guides/850_guideamenaggestionterritoirecastor.pdf.
- 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>.
- 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 ».
- Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL), Adresse :
<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.htm> [Consulté le : 14 septembre 2020].

ANNEXES

A1. MODÉLISATION HYDROGRAPHIQUE

MODÉLISATION HYDROGRAPHIQUE



A2. PHOTOS DES OBSERVATIONS RELATIVES À L'ÉROSION ET AU RUISSELLEMENT

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

ER1



ER3



ER2



ER4



SECTEUR: CHEMIN DES JÉSUITES
Sites à risque

S1



ER8



SECTEUR: CHEMIN PATRY
Traces d'érosion et/ou ruissellement

ER5



ER6



ER7



SECTEUR: CHEMIN DE JACKRABBIT
Traces d'érosion et/ou ruissellement

ER 9



ER 11



ER10



ER 12



SECTEUR: CHEMIN DE JACKRABBIT
Traces d'érosion et/ou ruissellement

ER 13



ER 17



ER14



ER 15



ER 16



SECTEUR: CHEMIN DE JACKRABBIT
Traces d'érosion et/ou ruissellement

ER 18



ER 21



ER 19



ER 20



SECTEUR: CHEMIN DE JACKRABBIT
Sites à risque

S2



A3. RÉSULTATS DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Station	Date	Profondeur	Coliformes fécaux (UFC/100 mL)	Phosphore total en trace (µg/L)	Matières en suspension (mg/L)	Transparence (m)	Commentaire
F1_epi	2021-06-23	Surface	NA	3	NA	5	
F1_meta	2021-06-23	Métalimnion	NA	5,6	NA	5	
F1_hypo	2021-06-23	Hypolimnion	NA	3,2	NA	5	
F2_epi	2021-06-23	Surface	NA	4,5	NA	5,5	
F2_meta	2021-06-23	Métalimnion	NA	6,2	NA	5,5	
F2_hypo	2021-06-23	Hypolimnion	NA	6,7	NA	5,5	
F3_epi	2021-06-23	Surface	NA	4,5	NA	5,95	
F3_meta	2021-06-23	Métalimnion	NA	5,5	NA	5,95	
F3_hypo	2021-06-23	Hypolimnion	NA	6,8	NA	5,95	
T1	2021-06-23	Surface	NA	8,6	< 1	NA	MES sous seuil détection
T2	2021-06-23	Surface	NA	18	< 1	NA	MES sous seuil détection
T1	2021-07-27	Surface	88	3,8	1	NA	
T2	2021-07-27	Surface	7	28	< 1	NA	MES sous seuil détection
T3AM	2021-07-27	Surface	5	3,6	1	NA	Nouvelle station
T3AV	2021-07-27	Surface	50	5,1	2	NA	Nouvelle station
Tearl	2021-07-27	Surface	5	4	< 1	NA	MES sous seuil détection/Nouvelle station
Tverd	2021-07-27	Surface	46	3,5	1	NA	Nouvelle station
T1	2021-08-25	Surface	38	18	< 1	NA	MES sous seuil détection
T2	2021-08-25	Surface	140	14	< 1	NA	MES sous seuil détection
T3AM	2021-08-25	Surface	3	6,3	1	NA	
T3AV	2021-08-25	Surface	5	8,6	2	NA	
Tearl	2021-08-25	Surface	5	7,2	< 1	NA	MES sous seuil détection

Station	Date	Profondeur	Coliformes fécaux (UFC/100 mL)	Phosphore total en trace (µg/L)	Matières en suspension (mg/L)	Transparence (m)	Commentaire
Ti	2021-08-25	Surface	NA	8,3	NA	NA	Nouvelle station, plantation de cannabis en amont?
Tverd	2021-08-25	Surface	46	6,6	< 1	NA	MES sous seuil détection
F1_epi	2021-09-24	Surface	NA	1,8	NA	NA	
F1_meta	2021-09-24	Métalimnion	NA	5,4	NA	NA	
F1_hypo	2021-09-24	Hypolimnion	NA	25	NA	NA	
F2_epi	2021-09-24	Surface	NA	4,2	NA	NA	
F2_meta	2021-09-24	Métalimnion	NA	3,8	NA	NA	
F2_hypo	2021-09-24	Hypolimnion	NA	8,5	NA	NA	
F3_epi	2021-09-24	Surface	NA	3,4	NA	NA	
F3_meta	2021-09-24	Métalimnion	NA	4,6	NA	NA	
F3_hypo	2021-09-24	Hypolimnion	NA	8	NA	NA	
T1	2021-09-24	Surface	310	12	4	NA	
T2	2021-09-24	Surface	140	39	2	NA	
T3AM	2021-09-24	Surface	120	7,6	1	NA	
T3AV	2021-09-24	Surface	120	12	3	NA	
Tearl	2021-09-24	Surface	25	5	1	NA	
Tverd	2021-09-24	Surface	56	14	1	NA	

