

État de la population d'ombles de fontaine du lac Éva, zec Mitchinamecus

Décembre 2021

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS



Référence à citer

TURCOTTE, C., Y. BOURQUE et V. ST-HILAIRE (2021). *État de la population d'ombles de fontaine du lac Éva, zec Mitchinamecus*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune de Lanaudière-Laurentides, 34 p.

Photographie de la page couverture :

Yan Bourque, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2021

ISBN (PDF) : 978-2-550-90788-6

Équipe de réalisation

Rédaction

Caroline Turcotte, biologiste, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs¹

Échantillonnage

Yan Bourque, technicien de la faune, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs²

Véronique St-Hilaire, technicienne de la faune, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs²

Cartographie

Véronique St-Hilaire, technicienne de la faune, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs²

Révision scientifique

Marc Pépino, biologiste, M. Sc. ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs³

Correction et mise en page

Dominique St-Onge, adjointe administrative⁴

¹ Direction générale du secteur sud-ouest, Direction de la gestion de la faune de Lanaudière et des Laurentides, 289, route 117, Mont-Tremblant (Québec) J8E 2X4

² Direction générale du secteur sud-ouest, Direction de la gestion de la faune de Lanaudière et des Laurentides, 142, rue Godard, Mont-Laurier (Québec) J9L 3Y7

³ Direction générale du secteur central, Direction de la gestion de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec, 100, rue Laviolette, bureau 207, Trois-Rivières (Québec) G9A 5S9

⁴ Direction générale du secteur sud-ouest, Direction de la gestion de la faune de Lanaudière et des Laurentides, 35, rue de Port-Royal Est, bureau 4.50, Montréal (Québec) H3L 3T1

Résumé

Les populations d'ombles de fontaine allopatriques sont reconnues comme étant généralement très productives pour la pêche sportive. En raison de l'introduction d'espèces compétitrices, l'omble de fontaine vivant en allopatrie, c'est-à-dire en présence d'une seule espèce, se fait de plus en plus rare. Dans le territoire de la zec Mitchinamecus, on trouve quelques secteurs où l'omble de fontaine pourrait vivre en allopatrie. Le lac Éva pourrait abriter ce type de population. Afin de confirmer les espèces vivant dans le plan d'eau, un inventaire de pêche normalisée a été effectué en 2019 par l'équipe de la Direction de la gestion de la faune de Lanaudière et des Laurentides du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). L'inventaire avait également pour objectif d'évaluer la qualité de l'habitat de l'omble de fontaine, l'état de la population ainsi que les mesures requises pour en assurer une saine gestion.

La profondeur maximale du plan d'eau (6,8 m) est jugée faible pour l'omble de fontaine ainsi que sa profondeur moyenne de 2,9 m. L'habitat préférentiel de l'omble de fontaine en matière d'oxygène se situe de 2 à 3 m de profondeur seulement et ne représente que 18,2 % du volume du plan d'eau. À partir de 3 m, le profil d'oxygène atteint des concentrations inférieures à 5,0 ppm, soit la valeur seuil recommandée pour l'omble de fontaine. Le pH de l'eau est fortement acide (5,0 et moins) de 3 à 8 m de profondeur.

L'inventaire confirme que la population d'ombles de fontaine du lac Éva vit en sympatrie avec le meunier noir (*Catostomus commersonii*) et le mulot de lac (*Couesius plumbeus*). Malgré ces espèces, l'abondance de l'omble de fontaine est modérément élevée actuellement (15,5 ombles ou 2,0 kg par nuit-filet), comparativement à l'abondance mesurée chez d'autres populations d'ombles de fontaine des Laurentides, qui sont aussi en sympatrie complexe.

L'âge des ombles de fontaine capturés varie de 1 à 4 ans. L'âge moyen de la population est de 2,5 ans. L'indice proportionnel de distribution des tailles (*Proportional Size Distribution* [PSD]) comprend une bonne proportion (37 %) d'ombles dans la classe « qualité », bien que la majorité des spécimens (63 %) soit dans la classe « stock », qui comprend les plus jeunes spécimens qui viennent d'entrer dans la pêcherie. Le taux de mortalité annuelle s'élève à 61 %, ce qui est près du seuil de surexploitation de 65 %. Le nombre de femelles matures est suffisant (0,9 kg par nuit-filet), mais demeure près du seuil où le renouvellement de la population pourrait être problématique (0,7 kg par nuit-filet). Dans l'ensemble, les indicateurs mesurés indiquent que la population d'ombles de fontaine du lac Éva doit être surveillée de près.

En ce qui a trait à la pêche sportive, les indicateurs présentent un portrait différent de l'inventaire normalisé. Les statistiques de pêche ne permettent pas de conclure que cette population d'ombles de fontaine est à surveiller. Depuis 2009, les indicateurs de pêche montrent plutôt une tendance à la hausse du rendement et du succès de pêche ainsi qu'une stabilité dans la masse moyenne des prises. Néanmoins, le constat découlant de la pêche expérimentale est le suivant : cette population est à surveiller; la productivité du plan d'eau est plus faible que ce qui est attendu; et le contingent actuel serait, par conséquent, trop élevé.

Table des matières

Résumé	II
Table des matières	IV
1. Introduction	1
2. Site d'étude	2
3. Méthodologie	4
3.1 Bathymétrie et physicochimie.....	4
3.2 Caractérisation des cours d'eau	5
3.3 Pêche expérimentale	5
3.4 Préparation et lecture des otolithes	5
3.5 Analyse des résultats	7
3.5.1 Abondance et biomasse.....	7
3.5.2 Structure de population, croissance, maturité sexuelle, taux de mortalité.....	7
3.5.3 Statistiques de pêche sportive.....	8
4. Résultats	9
4.1 Morphométrie.....	9
4.2 Physicochimie	9
4.3 Caractérisation de cours d'eau.....	10
4.4 Inventaire ichtyologique.....	13
4.5 Descripteurs biologiques.....	13
4.6 Structure de la population d'omble de fontaine.....	14
4.7 Indice <i>proportionnel de distribution de tailles</i>	17
4.8 Maturité sexuelle	17
4.9 Femelles matures.....	17
4.10 Taux de mortalité	18
4.11 Outil de diagnostic.....	18
4.12 Statistiques de pêche sportive.....	19
5. Discussion	22
6. Bilan	26
7. Conclusion	27
Liste des références	28
Annexes	31

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques morphométriques du lac Eva	9
Tableau 2. Données physicochimiques mesurées au lac Eva, le 13 août 2019	10
Tableau 3. Résultats des pêches expérimentales (aux filets expérimentaux et bourolles) effectuées au lac Eva, du 13 au 15 août 2019	13
Tableau 4. Longueur totale (LTmax), masse et âge moyen des ombles de fontaine capturés par la pêche expérimentale faite au lac Eva en 2019.....	14

Liste des figures

Figure 1. Localisation du lac Eva sur le territoire de la zec Mitchinamecus	3
Figure 2. Localisation des stations de pêche au filet expérimental, à la bourolle, physicochimie et bathymétrie du lac Eva en 2019.....	6
Figure 3. Profil d'oxygène- température et pH du lac Eva mesurés le 13 août 2019	10
Figure 4. Cartographie de la caractérisation des cours d'eau du lac Éva.	12
Figure 5. Distribution de fréquence de taille (en mm), en fonction de la maturité sexuelle des ombles de fontaine capturés au lac Eva lors de la pêche expérimentale en 2019	15
Figure 6. Distribution de fréquence d'âge, en fonction de la maturité sexuelle des ombles de fontaine récoltés au lac Eva lors de la pêche expérimentale en 2019.....	15
Figure 7. Croissance des ombles (tous sexes confondus) du lac Eva selon le modèle de von Bertalanffy non pondéré, $t = 0$, lors de la pêche expérimentale en 2019.....	16
Figure 8. Relation entre la masse et la longueur totale des ombles de fontaine au lac Eva lors de la pêche expérimentale 2019.....	16
Figure 9. Répartition des ombles de fontaine selon les catégories de taille de l'indice <i>PSD</i> capturés au lac Eva durant la pêche expérimentale, en 2019.....	17
Figure 10. État de la population d'omble de fontaine du lac Eva en 2019 établi à l'aide des points de référence biologique	19
Figure 11. Succès de pêche et masse moyenne des prises au lac Eva, de 2000 à 2019.....	20
Figure 12. Récolte en ombles de fontaine et effort de pêche au lac Eva, de 2000 à 2019	20
Figure 13. Pression et rendement de pêche (en kilogrammes d'ombles par hectare) du lac Eva, de 2000 à 2019.....	21
Figure 14. Indice de qualité (en gramme par jour-pêche) de l'omble de fontaine du lac Eva, de 2000 à 2019 (ligne pointillée : 1 000 g/j-p : lac avec un meilleur résultat de pêche)	21

Liste des annexes

Annexe 1. Description de la récolte effectuée à l'aide des filets expérimentaux et des bourolles	31
Annexe 2. Photos	32

1. Introduction

L'omble de fontaine est l'espèce préférée des Québécois. Près d'un million de pêcheurs pratiquent la pêche à l'omble de fontaine, pour une pression totale de 3,5 millions de jours-pêche tous les ans (MFFP, données non publiées). La région des Laurentides attire bon nombre de pêcheurs en raison des nombreux lacs qui parsèment le territoire et de sa proximité des grands centres urbains (Pêches et Océans Canada, 2012; MRNF, 2007; Société de la faune et des parcs du Québec, 2002).

La principale offre de pêche à l'omble de fontaine à fort potentiel des Laurentides, dont font partie les lacs à ombles de fontaine allopatriques¹ et sympatriques à haut rendement de pêche, se trouve majoritairement en territoires fauniques structurés. L'omble de fontaine en situation d'allopatrie serait plus susceptible d'occuper le bassin hydrographique de la rivière Rouge et quelques populations pourraient aussi se trouver dans le bassin de la rivière Gatineau et dans celui de la rivière du Lièvre (Lacasse et Magnan, 1994).

Les lacs abritant des populations allopatriques sont très productifs et fournissent une qualité de pêche exceptionnelle (MFFP, 2019). Compte tenu de la perte importante de ces secteurs, souvent causée par l'envahissement des espèces compétitrices à la suite d'introductions humaines intentionnelles ou accidentelles, et du fait que l'état général des populations d'ombles de fontaine n'est pas aussi reluisant qu'on le croyait (50 % des populations sont surexploitées (MFFP, 2019)), des inventaires sont réalisés pour localiser les populations d'ombles de fontaine allopatriques et sympatriques à haut rendement de pêche. Des mesures particulières de protection de ce type de lac pourront ensuite être envisagées, comme des modalités forestières plus adaptées aux lacs abritant des populations allopatriques ou sympatriques à haut rendement, soit les sites fauniques d'intérêt (SFI).

Le lac Éva a été priorisé pour un inventaire puisque ce plan d'eau est considéré comme abritant possiblement, après analyse de son bassin versant et des résultats de pêche sportive des dix dernières années, une population allopatrique. La diagnose réalisée en 2019 visait à confirmer les espèces présentes, mais également à évaluer l'état de la population d'ombles de fontaine et de son habitat. Ce document présente les résultats du premier inventaire faunique normalisé réalisé sur ce plan d'eau.

¹ Allopatrie : présence unique d'ombles de fontaine dans un plan d'eau ou ponctuellement en association avec l'omble chevalier.

2. Site d'étude

Situé dans la région des Laurentides en territoire non organisé (TNO), dans la municipalité de Lac-De La Bidière dans la MRC d'Antoine-Labelle, le lac Éva (47° 19' 56" N et 75° 00' 48" O) (n° menviq : 09718) se trouve dans le territoire de la zone d'exploitation contrôlée (zec) de chasse et de pêche-Mitchinamecus, dans la zone de pêche 15. Ce plan d'eau fait partie du bassin hydrographique de la rivière du Lièvre (figure 1). Selon la visite effectuée sur le terrain durant les travaux, le lac Éva est alimenté par trois tributaires et comporte un émissaire. Aucun chalet de villégiature privé n'a été érigé sur le bord du lac. La zec n'offre aucun site de camping. Le lac Éva est géré par un contingent de pêche en nombre d'ombles de fontaine depuis la création de la zec Mitchinamecus en 1978. Aucun ensemencement de poissons ne soutient la pêche sportive du lac Éva. Le lac est situé à environ 100 km du poste d'accueil de Mont-Saint-Michel et est accessible en camionnette et en VTT.

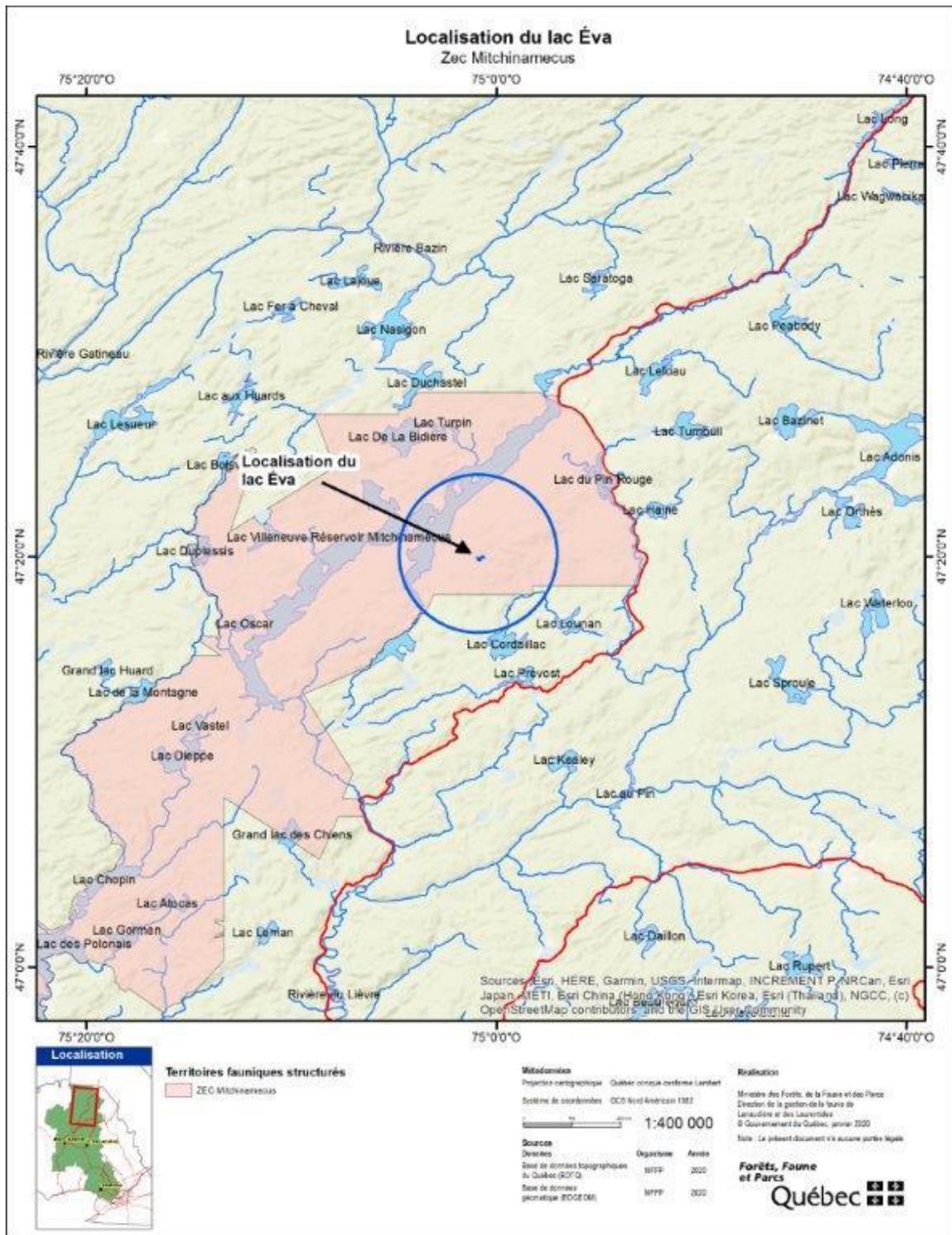


Figure 1. Localisation du lac Éva sur le territoire de la zec Mitchinamecus

3. Méthodologie

3.1 Bathymétrie et physicochimie

La bathymétrie a été mesurée à l'aide d'un échosondeur GPS 178C de marque Garmin, conformément au *Guide de normalisation des inventaires bathymétriques* (Demers et Arvisais, 2011). À partir des données recueillies, il a été possible de tracer les isobathes équidistantes et de les fixer à tous les mètres à partir d'outils tels qu'ArcMap et Spatial Analyst. Ces derniers permettent aussi de calculer la profondeur maximale (Z_{\max}), la profondeur moyenne (Z_{moy}) et d'établir le rapport Z_{moy}/Z_{\max} ainsi que d'évaluer les reliefs du plan d'eau. La superficie totale et le volume de l'habitat préférentiel de l'omble de fontaine (portion du plan d'eau située entre la surface et 10 m de profondeur où la température est supérieure ou égale à 10 °C et où la concentration d'oxygène dissous est supérieure ou égale à 5 g/l) ont aussi été calculés.

Les données physicochimiques ont été recueillies au lac Éva au point le plus profond du plan d'eau, le 17 août 2019 (figure 2). Les paramètres tels que la température (°C), la teneur en oxygène dissous (mg/l ou ppm), la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) et la concentration en ions hydrogène (pH) ont été mesurés avec l'appareil YSI 650 mds et la sonde multiparamètre 600QS à partir de 0,5 m de la surface et, ensuite, à tous les mètres jusqu'au fond, conformément au *Guide de normalisation des méthodes d'inventaire ichtyologique en eaux intérieures* (Service de la faune aquatique, 2011). La transparence de l'eau (m) a été évaluée avec un disque de Secchi et la couleur de l'eau a été déterminée avec un colorimètre Hach CO-1.

Des paramètres morphométriques tels que la superficie, le périmètre, le volume, le rapport Z_{moy}/Z_{\max} ont été évalués ainsi que l'indice de développement du littoral, qui se calcule selon la formule suivante :

L'indice de développement du littoral (D_L), qui exprime le rapport entre le périmètre du lac et son périmètre hypothétique :

$$D_L = \frac{P}{2\sqrt{(\pi \times S)}}$$

où P correspond au périmètre exprimé en mètres et S à la superficie exprimée en mètres carrés.

3.2 Caractérisation des cours d'eau

Une caractérisation sommaire des cours d'eau jusqu'à l'atteinte d'un obstacle infranchissable a été effectuée durant l'inventaire. L'objectif était de vérifier si des obstacles nuisaient à la libre circulation des ombles de fontaine et de répertorier les secteurs de fraye qui semblaient les plus propices pour la reproduction de l'espèce.

3.3 Pêche expérimentale

Pour connaître l'état de la santé de la population d'ombles de fontaine du lac Éva, la pêche expérimentale a été effectuée conformément au *Guide de normalisation des méthodes utilisées en faune aquatique* du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (Service de la faune aquatique, 2011), du 13 au 15 août 2019.

Au total, les pêches ont été faites dans quatre stations au moyen de filets expérimentaux standards (22,8 m x 1,8 m) comportant six panneaux et des mailles étirées variant de 25 à 76 mm, et quatre stations ont été couvertes par des bourolles appâtées avec du pain dans le but de capturer les autres espèces potentiellement présentes (figure 2). Tous les filets étaient posés perpendiculairement à la rive dans la zone d'habitat préférentiel de l'omble de fontaine, soit de 2,3 à 3,3 m de profondeur. D'un filet à l'autre, les engins étaient placés de sorte que la petite maille soit orientée, en alternance, vers la rive et vers le large. Les profondeurs minimales et maximales (en mètres) ont été notées pour chacun des filets.

Tous les poissons capturés ont été identifiés et dénombrés. Nous avons mesuré la longueur totale (en millimètres), la masse (en grammes) et déterminé le sexe et la maturité sexuelle. Le contenu stomacal a été évalué et les structures permettant de déterminer l'âge (otolithes) ont été prélevées pour une lecture en laboratoire. Le contenu stomacal correspond aux catégories suivantes : poissons (identification à l'espèce, si possible), chyme, insectes, benthos, plancton, sangsue ou estomac vide.

3.4 Préparation et lecture des otolithes

Pour déterminer l'âge des ombles de fontaine, les deux otolithes de chaque poisson ont été prélevés, puis conservés. Il n'y a pas eu de sablage des otolithes. La lecture des otolithes a été faite avec la lumière diffuse d'un microscope binoculaire Leica M-125, avec un grossissement de 25x. Deux lectures indépendantes, soit par deux observateurs distincts, ont été réalisées sur l'ensemble des spécimens. En cas de discordance, des lectures supplémentaires ont été faites, jusqu'à l'atteinte d'un consensus entre les deux observateurs.

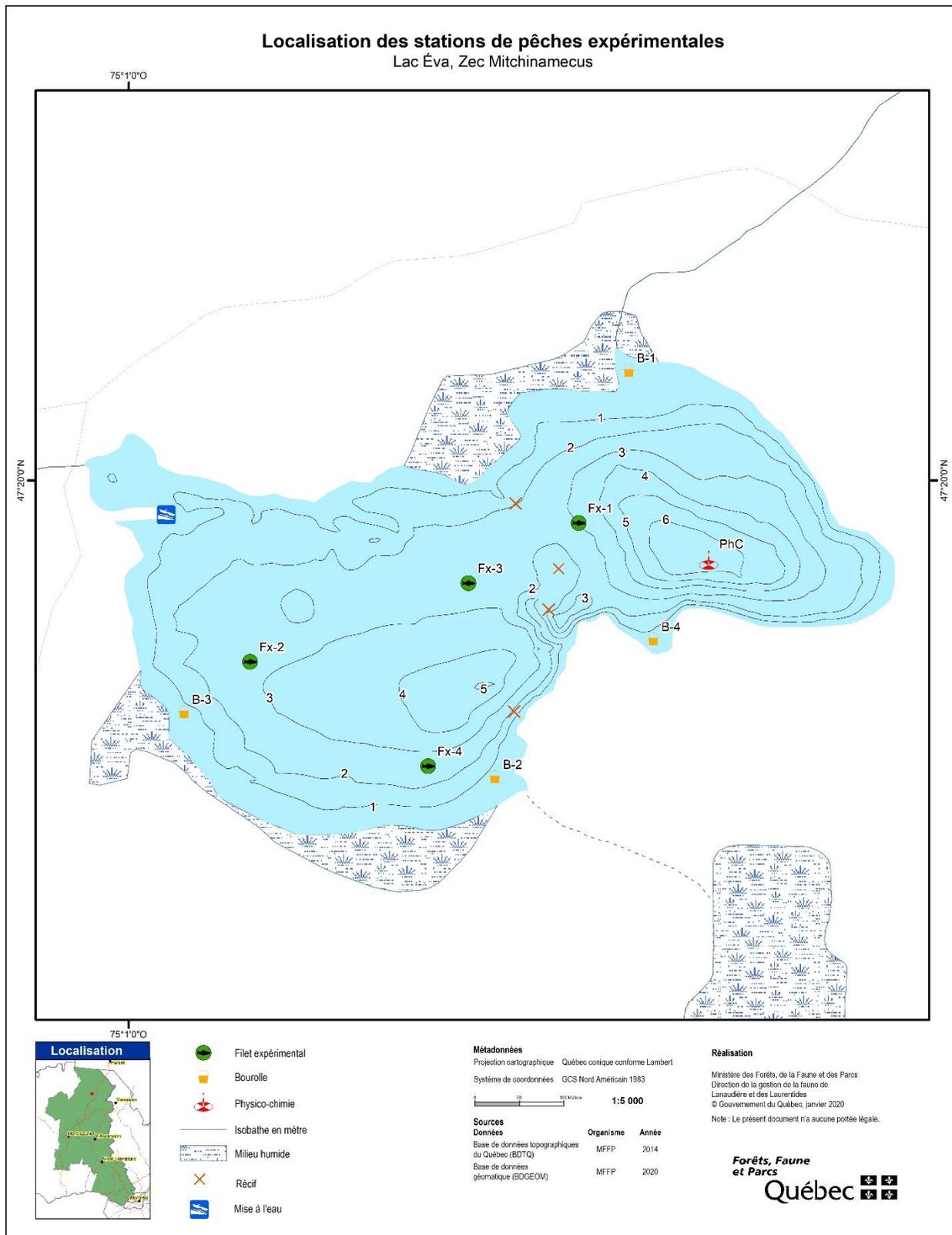


Figure 2. Localisation des stations de pêche au filet expérimental, à la bourolle, physicochimie et bathymétrie du lac Éva en 2019

3.5 Analyse des résultats

3.5.1 Abondance et biomasse

Pour évaluer l'état de la population d'ombles de fontaine du lac Éva, différents paramètres liés à l'abondance sont calculés. Ainsi, le nombre de captures par unité d'effort (CPUE) est établi en divisant le nombre total de poissons d'une espèce par le nombre total de filets (captures/nuit-filet), même si l'espèce visée n'est pas présente dans un ou plusieurs filets. La biomasse des poissons capturés par espèce par unité d'effort (BPUE) est exprimée en kilogrammes de poissons/n-f.

3.5.2 Structure de population, croissance, maturité sexuelle, taux de mortalité

D'autres variables qui se rattachent à la structure de la population ont également été analysées : la longueur totale, la masse, l'âge et la maturité sexuelle. Ces variables ont permis d'estimer la masse moyenne, l'âge moyen, l'indice proportionnel de distribution des tailles (PSD), la croissance, l'âge et la longueur à maturité sexuelle, le taux de mortalité et la BPUE des femelles matures.

Indice proportionnel de distribution des tailles (*Proportional Size Distribution [PSD]*)

L'indice proportionnel de distribution des tailles (PSD) permet de calculer la proportion de poissons qui atteint une taille intéressante pour la pêche sportive (Anderson et Neumann, 1996). Les classes de tailles sont celles utilisées par le MFFP pour l'omble de fontaine à l'échelle provinciale et sont basées sur Gabelhouse (1984). Le PSD a été obtenu en divisant le nombre d'individus de taille « stock », « qualité » ou plus grands par le nombre de spécimens capturés dans les filets, le tout multiplié par 100. Les ombles de fontaine de la classe « sous-stock » ne sont pas inclus dans le pourcentage puisqu'à cette taille, ils ne sont pas pleinement capturables aux filets expérimentaux.

Croissance

La croissance a été évaluée selon le modèle de von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938). Celle-ci est basée sur le fait que, tôt dans la vie du poisson, le gain en longueur se fait très rapidement, alors qu'il ralentit avec l'âge. À mesure que le poisson grandit, sa taille s'approche d'une longueur asymptotique L_{∞} . La rapidité avec laquelle il peut s'en approcher est représentée par la lettre k dans la formule suivante : $L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$, où L_t représente la longueur à l'âge t et t_0 est le coefficient lié au temps auquel la longueur serait théoriquement de 0.

Maturité sexuelle

La maturité sexuelle, qui correspond à l'âge ou à la longueur où 50 % de la population est sexuellement mature, a été calculée à partir de la méthode *arcsin-square-root* (ASR) (Chen et Paloheimo, 1994).

Mortalité

Le taux de mortalité annuel (A) a été calculé selon la méthode de Robson et Chapman (1961) et l'approche *peak plus* (mode + 1) (Smith et coll. 2012). Ce taux estimé inclut la mortalité naturelle et la mort résultant de la pêche.

3.5.3 Statistiques de pêche sportive

Différents indicateurs de pêche sportive tels que le succès de pêche (capture/jour-pêche), l'effort de pêche (jour-pêche), le rendement en biomasse (kg/ha), la pression (jour-pêche/ha), la masse moyenne (en grammes) des prises et l'indice de qualité (gramme/jour-pêche) seront aussi présentés pour compléter le diagnostic. Les données de pêche sportive de 2000 à 2019 ont été considérées pour le présent travail, sauf dans le cas où elles n'étaient pas disponibles.

4. Résultats

4.1 Morphométrie

La bathymétrie du lac Éva (figure 3) a permis de déterminer que les profondeurs moyenne et maximale sont respectivement de 2,9 m et 6,8 m. Le rapport $Z_{\text{moy}}/Z_{\text{max}}$ obtenu est de 0,34, ce qui signifie que le lac est de forme conique (un lac conique a une valeur $> 0,33$), c'est-à-dire qu'il possède une zone littorale moyennement grande. L'indice de développement du littoral (D_L) est évalué à 1,54. Selon cet indice, la forme du lac Éva comporte quelques irrégularités et peu de baies peu profondes.

Tableau 1. Caractéristiques morphométriques du lac Éva

<i>Paramètres morphométriques</i>	<i>Valeurs</i>
Superficie du lac (ha)	18
Volume de l'habitat préférentiel de l'omble de fontaine (2 à 3 m) (m^3) (%)	74 484,33 (18,2)
Périmètre (m)	2314,23
Volume total (V_t : m^3)	409 203

4.2 Physicochimie

L'omble de fontaine recherche les eaux fraîches (de 10 à 20 °C) et bien oxygénées (concentration d'oxygène d'au moins 5 mg/l).

Le profil d'oxygène et de température est présenté dans la figure 3. La stratification thermique était observable au moment de l'échantillonnage en 2019. La thermocline (zone où la température chute de plus d'un degré par mètre de profondeur) se situe à partir de 2 m jusqu'à 5 m. On note que la température en surface jusqu'à 1 m dépasse 20 °C, température considérée comme tolérable pour une espèce comme l'omble de fontaine (MFFP, 2020).

La concentration en oxygène dissous devient un facteur limitant entre 2 et 3 m de profondeur, étant inférieure à 5 ppm. L'hypolimnion (couche d'eau en profondeur sous la thermocline) du lac Éva est particulièrement anoxique avec une concentration en oxygène de 1,5 à 0,6 mg/l. La conductivité moyenne est de 13,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25 °C pour l'ensemble de la colonne d'eau (tableau 2), ce qui est typique

d'une eau peu minéralisée. La transparence mesurée au moyen du disque de Secchi est de 2,2 m (tableau 2), ce qui est observé normalement dans les lacs mésotrophes (MELCC, 2020). Le pH, qui a été mesuré sur toute la colonne d'eau, varie de 6,45 à 4,5 et moins, dès 3 m de profondeur (figure 3).

En tenant compte de ces données, il est possible d'affirmer que le volume d'habitat préférentiel de l'omble de fontaine est restreint, se situant principalement entre 2 et 3 m de profondeur en raison du seuil de concentration en oxygène, au moment où l'on a procédé à l'échantillonnage. Cet habitat occuperait seulement 18,2 % du volume total du plan d'eau (tableau 1).

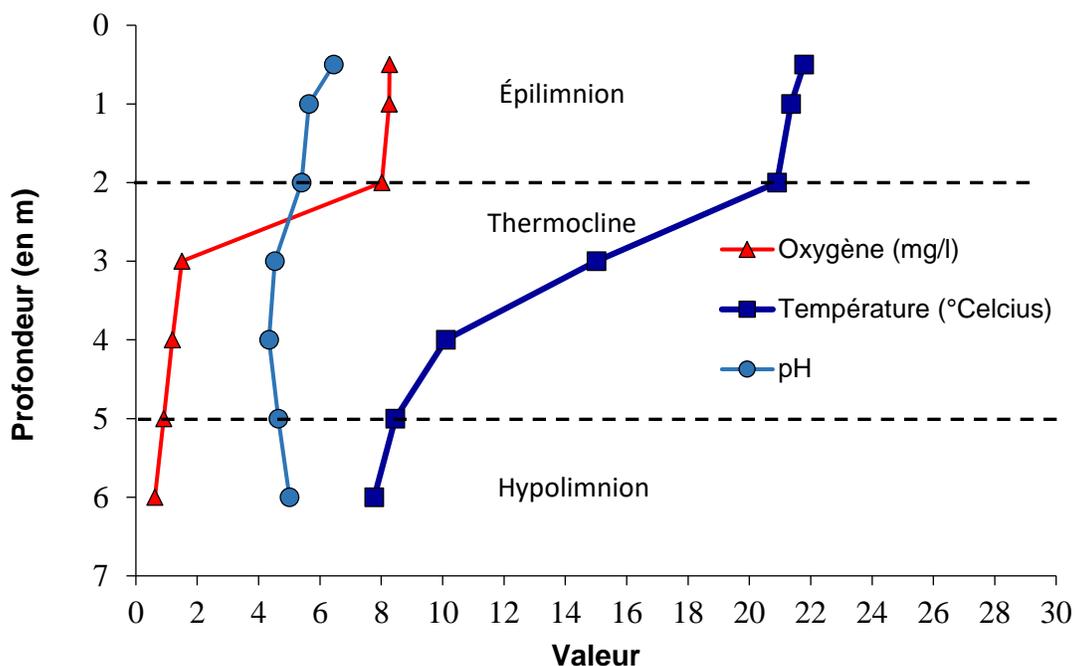


Figure 3. Profil d'oxygène et de température et pH du lac Éva mesurés le 13 août 2019

Tableau 2. Données physicochimiques mesurées au lac Éva le 13 août 2019

Station	Conductivité ₂₅ (en $\mu\text{S}/\text{cm}$) (en moyenne)	Transparence (m)	Couleur de l'eau (APHA) (en moyenne)
1	13,3	2,2	65

4.3 Caractérisation des cours d'eau

L'évaluation du potentiel de fraye a été réalisée de l'embouchure des tributaires jusqu'à l'atteinte d'un obstacle infranchissable à la montaison du poisson. Le lac Éva compte trois tributaires et un émissaire.

Le premier tributaire (T1) est celui qui a le plus grand bassin versant, le deuxième (T2) provient d'un milieu humide et le troisième (T3) est de moindre importance et n'est pas cartographié (figure 4).

Le tributaire T1 est celui qui présentait le meilleur potentiel pour la fraye de l'omble de fontaine. Le premier obstacle infranchissable a été rencontré à environ 100 mètres en amont de l'embouchure du lac. Il s'agit d'un vieux barrage de castor où l'eau percole par le dessous. Les premières sections du cours d'eau à partir de l'embouchure semblent propices à la fraye, avec notamment la présence de gravier. Certaines sections sont plus graveleuses, et nous y avons par ailleurs observé des alevins d'omble de fontaine. Une bourolle nous a permis d'y capturer un omble d'une longueur de 135 mm. Cette zone a été identifiée comme un site propice à l'alevinage, mais devrait aussi être confirmée en période printanière.

Le tributaire T2 a un écoulement plus faible et est couvert en plus grande partie par des débris organiques. On note une petite zone de sable et de gravier près de l'embouchure. Un vieux barrage de castor sur lequel la végétation a repris est rencontré à 35 m de l'embouchure; cet obstacle est infranchissable. Un secteur semble propice à l'alevinage, mais aucun alevin n'a pu être capturé à la bourolle lors de la visite.

Le tributaire T3 est le plus modeste. Son écoulement est possiblement intermittent, et ce cours d'eau n'est pas cartographié. Malgré cela, on observe un petit chenal de 40 cm de largeur avec une profondeur maximale de 30 cm sur une distance d'une trentaine de mètres. Avec son substrat de sable et de gravier, le secteur semble propice à l'alevinage.

Un site avec plusieurs alevins d'omble de fontaine a été observé. À cet endroit, localisé près de la rive sud du lac entre les tributaires T2 et T3, le littoral est composé de gravier, de sable et de cailloux. Il est possible que ce site soit utilisé pour la fraye de l'omble de fontaine. Le substrat était bien nettoyé, comme à l'automne, lorsque les ombles balaient le limon déposé sur le fond. Il est aussi possible qu'on y trouve une arrivée d'eau ascendante par le fond du lac (résurgence).

L'émissaire du lac semble peu intéressant pour la fraye de l'omble. Il est constitué d'un seuil de roc franchissable pour les poissons en provenance du réservoir Mitchinamecus, qui est à un peu plus de 4 km en aval. La partie amont du seuil est principalement constituée de roc, de blocs et de limon. Toutefois, des alevins d'omble de fontaine ont été observés en aval du seuil. Ces alevins ne peuvent pas accéder au lac Éva, mais les géniteurs peuvent le faire.

Les photos des cours d'eau sont présentées à l'annexe 2.

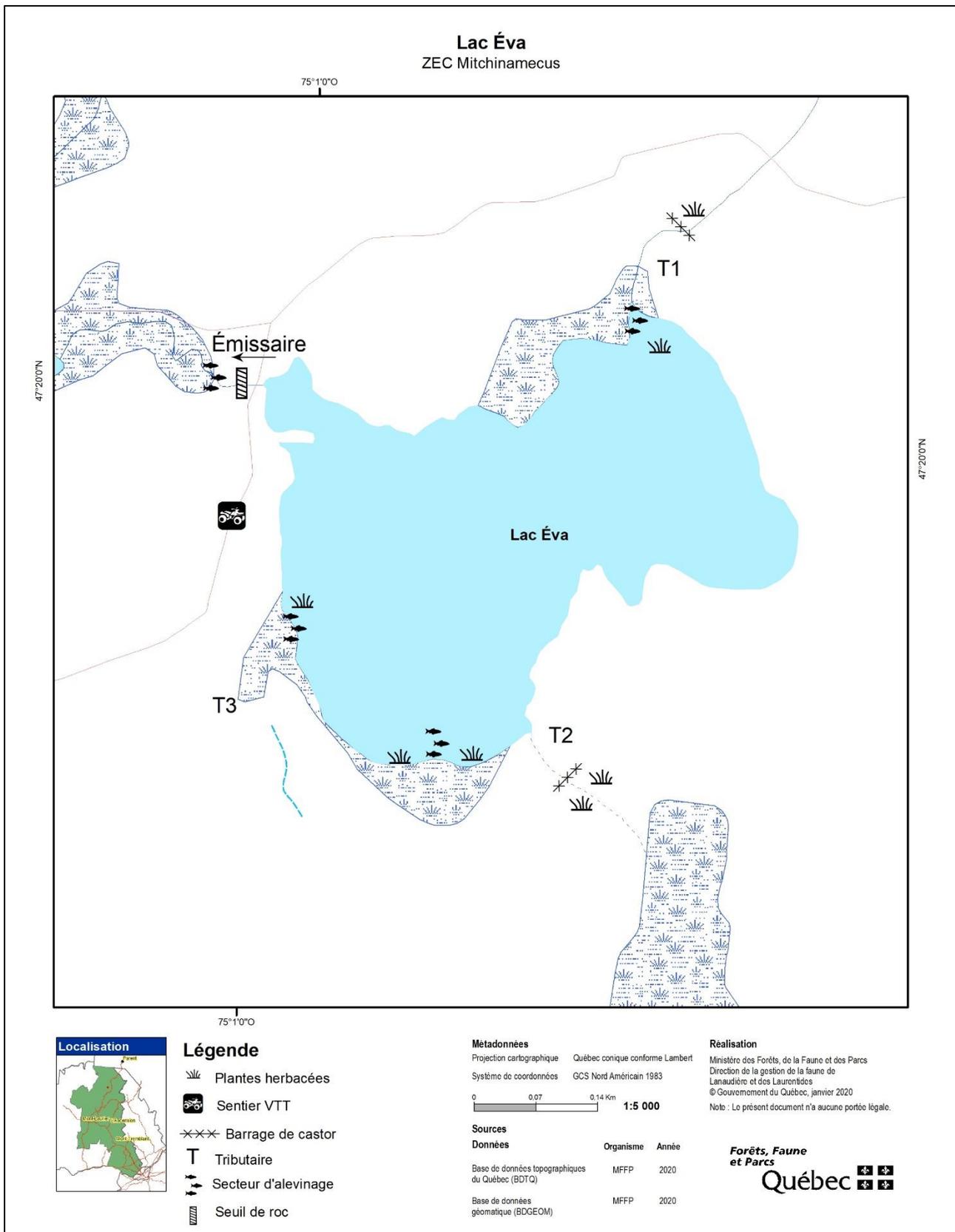


Figure 4. Cartographie de la caractérisation des cours d'eau du lac Éva.

4.4 Inventaire ichtyologique

Au total, 62 spécimens d'ombles de fontaine, 22 meuniers noirs et un mullet de lac ont été capturés durant la pêche expérimentale (tableau 3, annexe 1). Un omble de fontaine supplémentaire a aussi été capturé à la bourolle.

Les captures par unité d'effort ainsi que la biomasse totale par unité d'effort sont présentées au tableau 3. L'abondance de l'omble de fontaine est de 15,5 ombles/nuit-filet, et sa biomasse est de 2,0 kg/nuit-filet.

Tableau 3. Résultats des pêches expérimentales (aux filets expérimentaux et bourolles) effectuées au lac Éva, du 13 au 15 août 2019

<i>Engin</i>	<i>Espèce</i>	<i>Nombre</i>	<i>CPUE (poissons/nuit-filet)</i>	<i>BPUE (kg/nuit-filet)</i>
Filets expérimentaux	Omble de fontaine	62	15,5	2,0
	Meunier noir	22	5,5	2,82
	Mulet de lac	1	-	-
Bourolles	Omble de fontaine	1	-	-

4.5 Descripteurs biologiques

Les ombles de fontaine collectés par la pêche expérimentale mesurent en moyenne 221 mm et pèsent en moyenne 129 g. L'âge moyen est de 2,5 ans (tableau 4). La relation obtenue entre la masse et la longueur est présentée à la figure 8.

Tableau 4. Longueur totale (LTmax), masse et âge moyen des ombles de fontaine capturés par la pêche expérimentale effectuée au lac Éva en 2019

	<i>Nombre</i>	<i>Longueur totale moyenne (mm)</i>	<i>Masse totale moyenne (g)</i>	<i>Âge moyen</i>
Femelles	41	231 (186-277)	145 (68-222)	2,6 (1,7-3,5)
Mâles	21	200 (156-244)	96 (27-166)	2,3 (1,6-3,0)
Total	62	221 (174-268)	129 (52-206)	2,5 (1,7-3,3)

4.6 Structure de la population d'ombles de fontaine

La répartition des ombles capturés en fonction de leur taille révèle une population de taille plutôt hétérogène (figure 5). La classe la plus abondante est celle de 170 à 179 mm suivie de celle de 280 à 289 mm. On note l'absence de spécimens dans les classes de 100 à 139 mm, mais, à cette taille, les ombles de fontaine ne sont pas tous capturés aux filets. Également, aucune capture ne s'est faite dans la classe de 290 à 299 mm. Lorsqu'on étudie la distribution selon l'âge, la cohorte d'ombles de fontaine âgés de 2 ans est dominante (47 %, n = 29) (figure 6). La classe des 2 ans est la plus jeune classe d'âge entièrement capturée par les engins de pêche, ce qui ne signifie pas que les ombles de fontaine d'âge inférieur sont moins abondants dans la population. La croissance est présentée à titre indicatif à la figure 7.

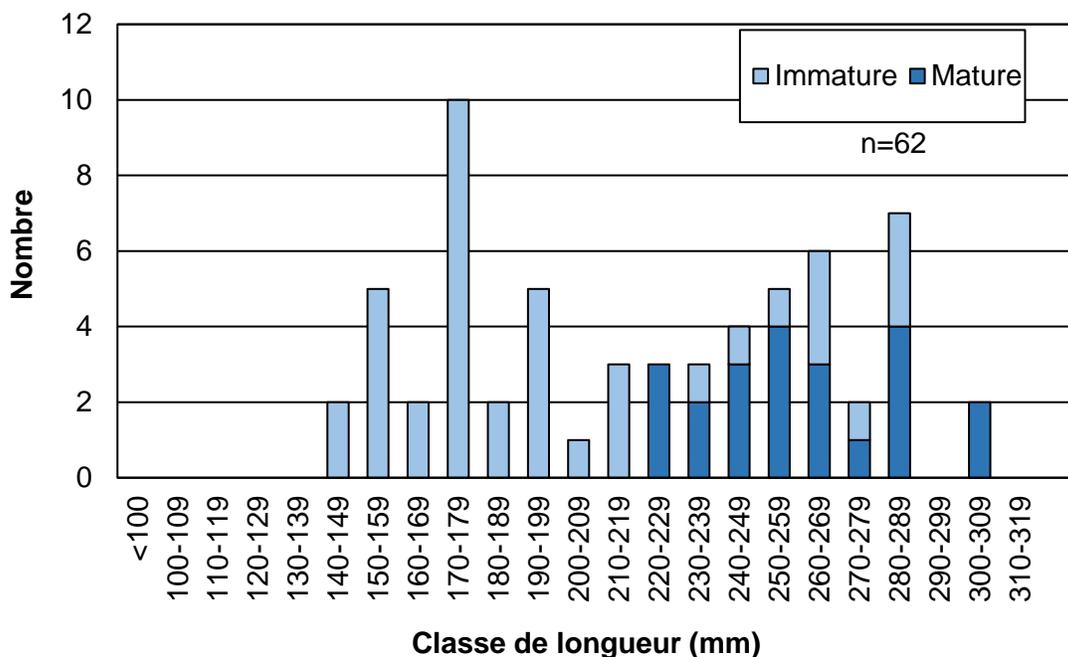


Figure 5. Distribution de fréquence de taille (en mm), en fonction de la maturité sexuelle des ombles de fontaine capturés au lac Éva lors de la pêche expérimentale en 2019

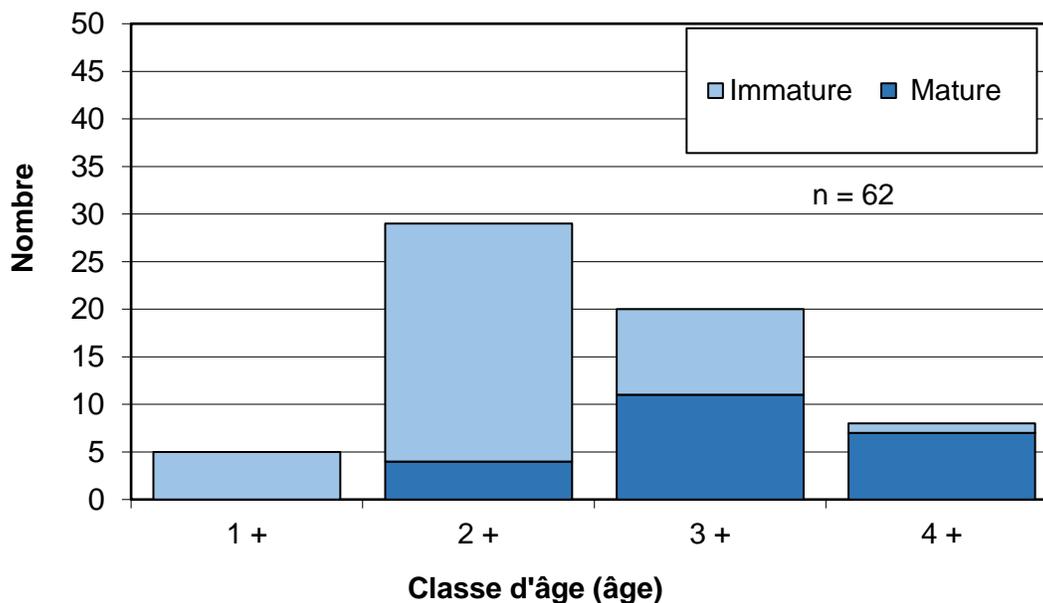


Figure 6. Distribution de fréquence d'âge, en fonction de la maturité sexuelle des ombles de fontaine récoltés au lac Éva lors de la pêche expérimentale en 2019

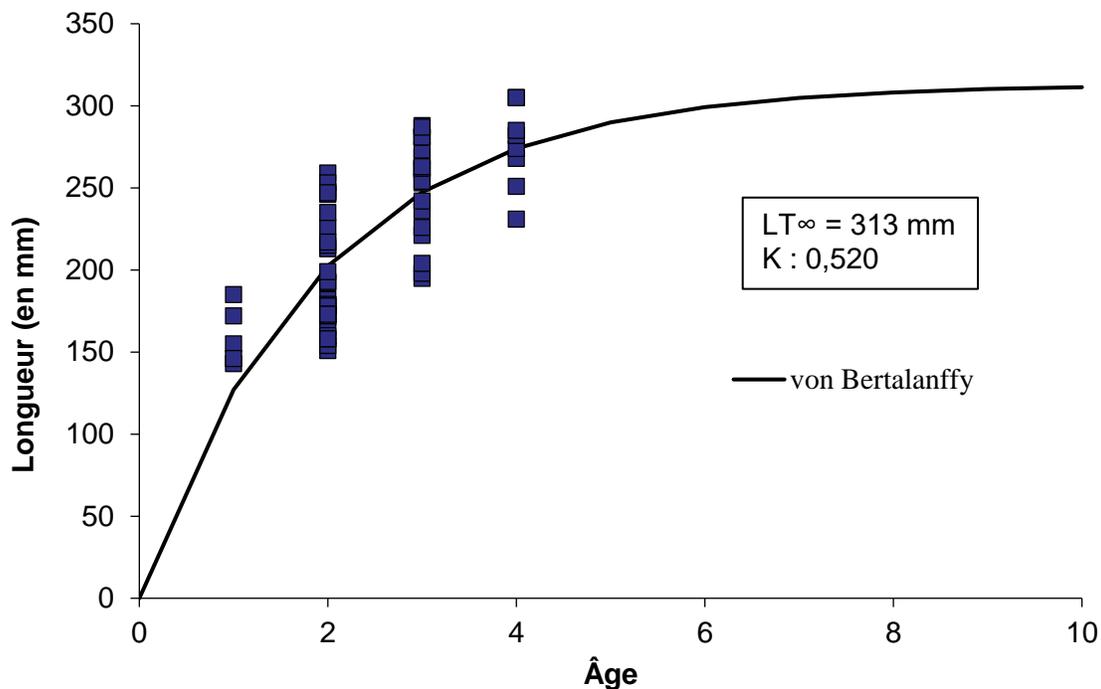


Figure 7. Croissance des ombles (tous sexes confondus) du lac Éva selon le modèle de von Bertalanffy non pondéré, $t = 0$, lors de la pêche expérimentale en 2019.

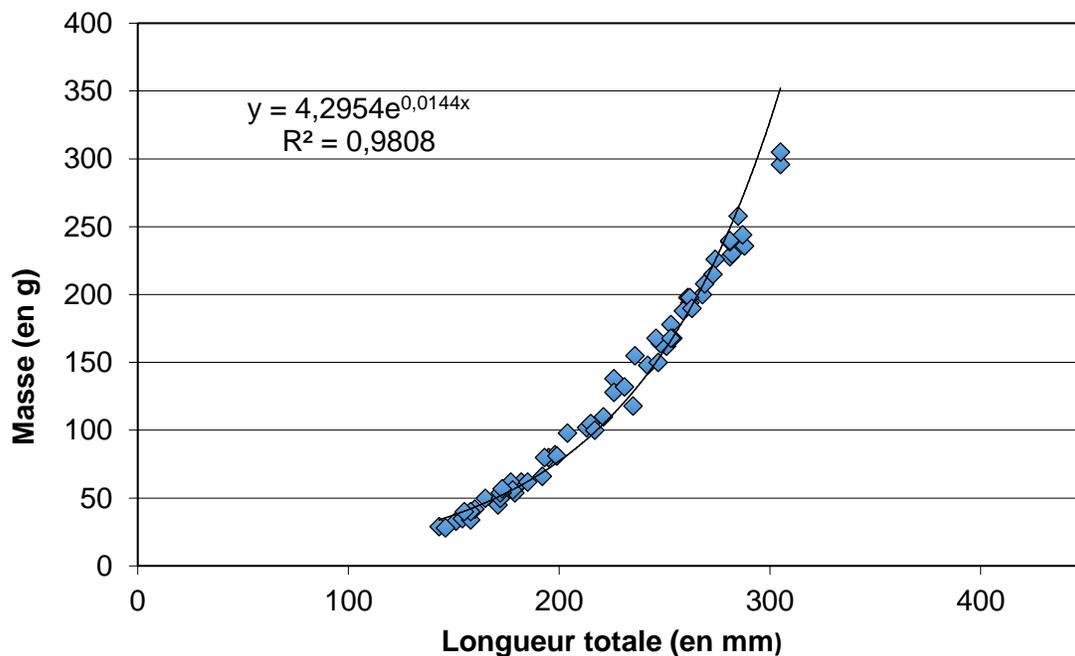


Figure 8. Relation entre la masse et la longueur totale des ombles de fontaine récoltés au lac Éva lors de la pêche expérimentale 2019

4.7 Indice proportionnel de distribution des tailles

L'utilisation de l'indice proportionnel de distribution des tailles, qui donne une appréciation de la taille des prises, a permis de démontrer que les ombles de fontaine provenant de la pêche expérimentale appartenaient majoritairement à la catégorie « stock » (63 %). La proportion d'individus dans la classe « qualité », soit 37 %, est élevée comparativement aux résultats précédents obtenus pour d'autres inventaires réalisés dans la région des Laurentides. Cependant, il n'y a aucun individu au-delà de la classe « qualité » (figure 9).

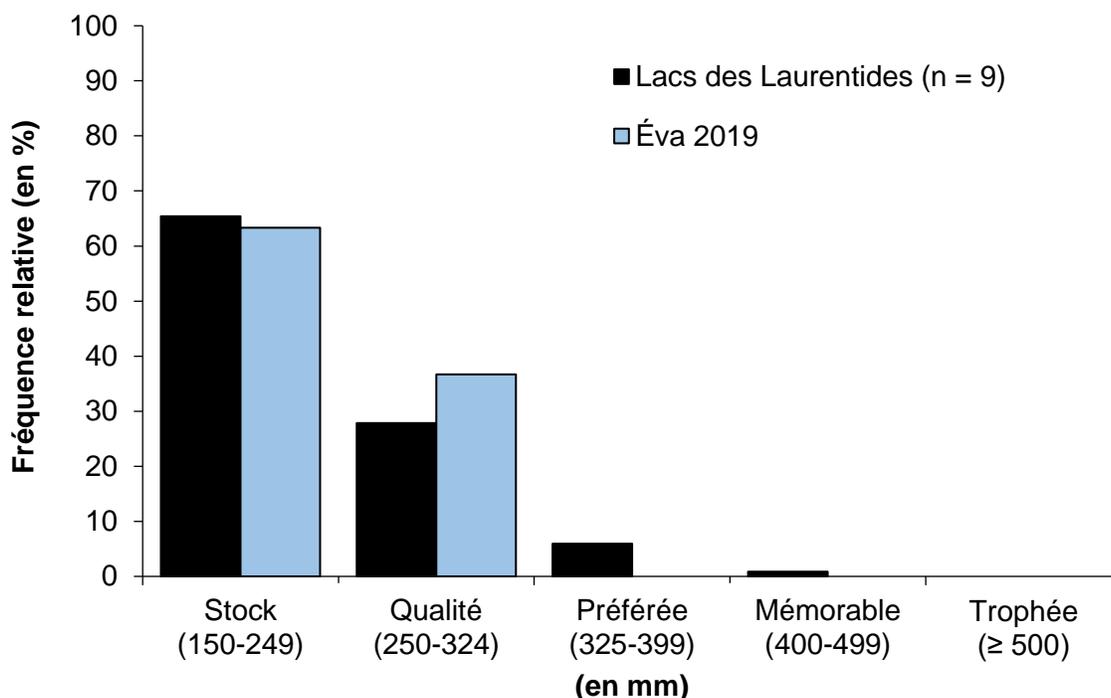


Figure 9. Répartition des ombles de fontaine selon les catégories de taille de l'indice PSD capturés au lac Éva durant la pêche expérimentale en 2019

4.8 Maturité sexuelle

La maturité sexuelle (où 50 % des individus sont matures) est atteinte à une taille de 250 mm et à 2,8 ans pour les femelles. La maturité sexuelle n'a pu être déterminée pour les mâles à cause du faible effectif (n = 3) et conséquemment pour les deux sexes confondus.

4.9 Femelles matures

L'abondance et la biomasse des femelles reproductrices sont de bons indicateurs de l'état de la population et de son potentiel reproducteur. Au lac Éva, l'abondance et la biomasse des femelles matures

sont évaluées à 4,8 femelles par nuit-filet et à 0,9 kg par nuit-filet, soit très près du seuil de 0,7 kg/nuit-filet jugé problématique pour le renouvellement de la population.

4.10 Taux de mortalité

Le taux de mortalité représente la proportion de poissons d'un âge donné qui ne survivra pas jusqu'à l'âge suivant, ce qui comprend la mort naturelle et la mortalité engendrée par la pêche. Le taux instantané de mortalité totale (Z) obtenu a été estimé à 0,94, ce qui représente un taux annuel de mortalité totale (A) de 61 %. Le taux varie de 54 à 68 % pour les inventaires similaires réalisés jusqu'à maintenant dans les Laurentides.

4.11 Outil de diagnostic

Le taux de mortalité ainsi que la BPUE totale sont utilisés comme points de référence biologique pour évaluer l'état des populations :

- Stade 1 (en santé), caractérisé par un faible taux de mortalité et une biomasse élevée. Il s'agit d'une pêcherie qui est bien gérée ou d'une pêcherie qui est dans les premiers stades de développement.
- Stade 2 (nouvellement surexploitée), caractérisé par un taux de mortalité élevé et une biomasse élevée. Ce stade ne peut exister que durant les premières années d'exploitation intensive, les combinaisons de taux de mortalité et de biomasse étant instables dans ce quadrant. Une baisse de l'exploitation est essentielle pour un retour à la stabilité.
- Stade 3 (surexploitation avancée), caractérisé par un taux de mortalité élevé et une biomasse faible. Cet état est indicateur d'une population qui a été surexploitée et où un déclin dans la biomasse est apparu. Si le taux d'exploitation ne tend pas vers l'extinction, une population peut demeurer dans cet état de façon relativement stable.
- Stade 4 (dégradée, en voie de récupération), caractérisé par un taux de mortalité sous le seuil de surexploitation, mais qui demeure élevé puisque la biomasse est sous le seuil théorique attendu, notamment à cause de la qualité de l'habitat.

Le lac Éva se trouve dans la catégorie « dégradée, en récupération » (stade 4). La mortalité se situe à la limite du seuil de surexploitation (61 % au lac Éva par rapport à la valeur seuil de 65 %). La biomasse est inférieure à la limite de la valeur utilisée pour considérer la population comme étant en santé (1,99 kg/nuit-filet par rapport à la valeur seuil de 2,73 kg/nuit-filet) établie pour un lac en sympatrie complexe à partir de la moyenne des degrés-jours au-dessus de 5 °C (figure 10).

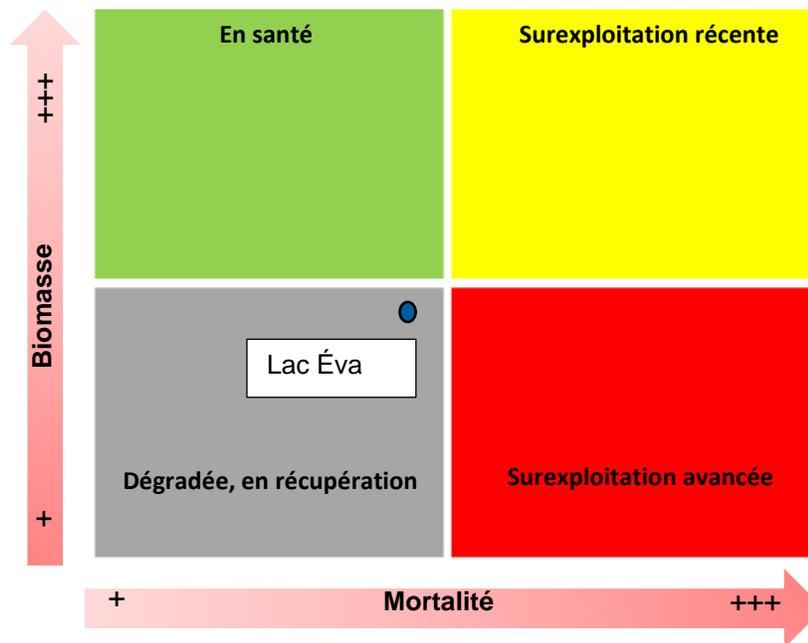


Figure 10. État de la population d'ombles de fontaine du lac Éva en 2019 établi à l'aide des points de référence biologique

4.12 Statistiques de pêche sportive

Les données de pêche sportive sont présentées dans les figures 11 à 14. Parmi les lacs à ombles de fontaine de la zec Mitchinamecus, le lac Éva compte parmi ceux qui obtiennent les meilleurs résultats de pêche sportive en matière de rendement et de succès de pêche. Le succès de pêche moyen annuel a été de 4,0 poissons/jour-pêche de 2000 à 2007 avec un effort moyen annuel de 43 jours-pêche (figures 11 et 12). Le rendement moyen annuel s'est élevé à 1,9 kg/ha durant cette période alors que la pression de pêche moyenne annuelle a atteint 2,7 jours-pêche/ha (figure 13).

Depuis 2009, un certain nombre d'indicateurs sont en changement, en étant en hausse. Le rendement moyen annuel pour la période de 2009 à 2019 a été de 2,6 kg/ha, soit une augmentation de 26 % par rapport aux années antérieures (2000-2008), malgré une pression qui est demeurée à peu près stable avec une moyenne annuelle de 2,5 jours-pêche/ha de 2000 à 2008. Le succès de pêche s'est élevé jusqu'à 5,6 poissons/jour-pêche en moyenne, soit une augmentation de 29 % par rapport à celui des années précédentes (2000 à 2008), malgré la stabilité de la fréquentation moyenne avec 40 jours-pêche. La masse moyenne des prises est aussi demeurée stable.

L'indice de qualité dépasse régulièrement le résultat attendu de 1 000 g/jour-pêche depuis 2009, qui est la valeur seuil où un lac fournit une biomasse très intéressante dans la région des Laurentides (figure 14).

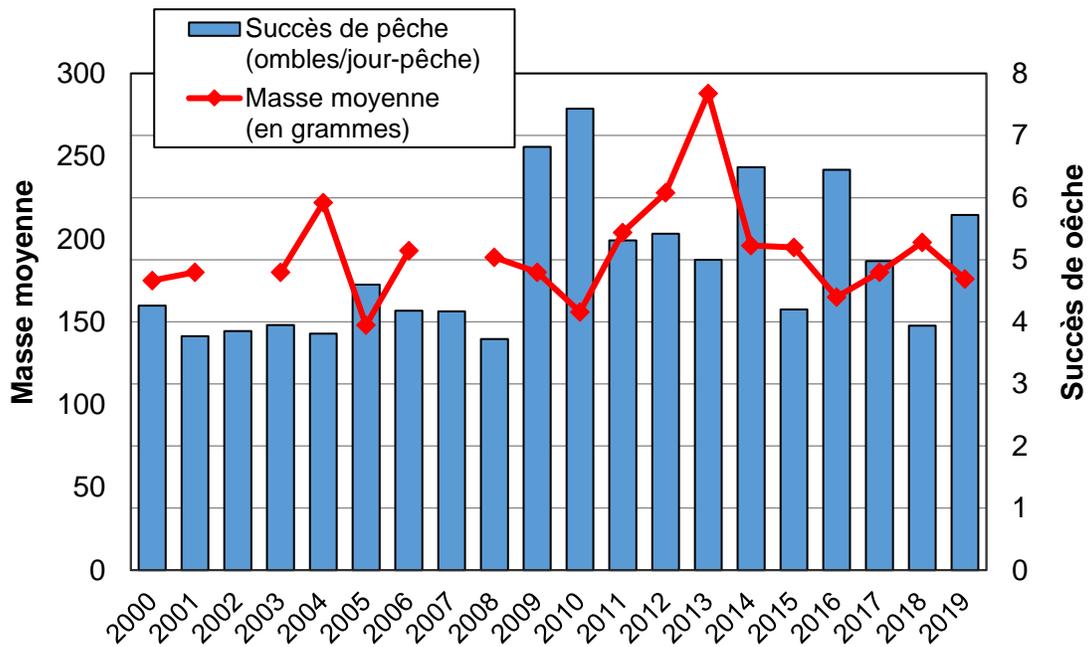


Figure 11. Succès de pêche et masse moyenne des prises au lac Éva, de 2000 à 2019

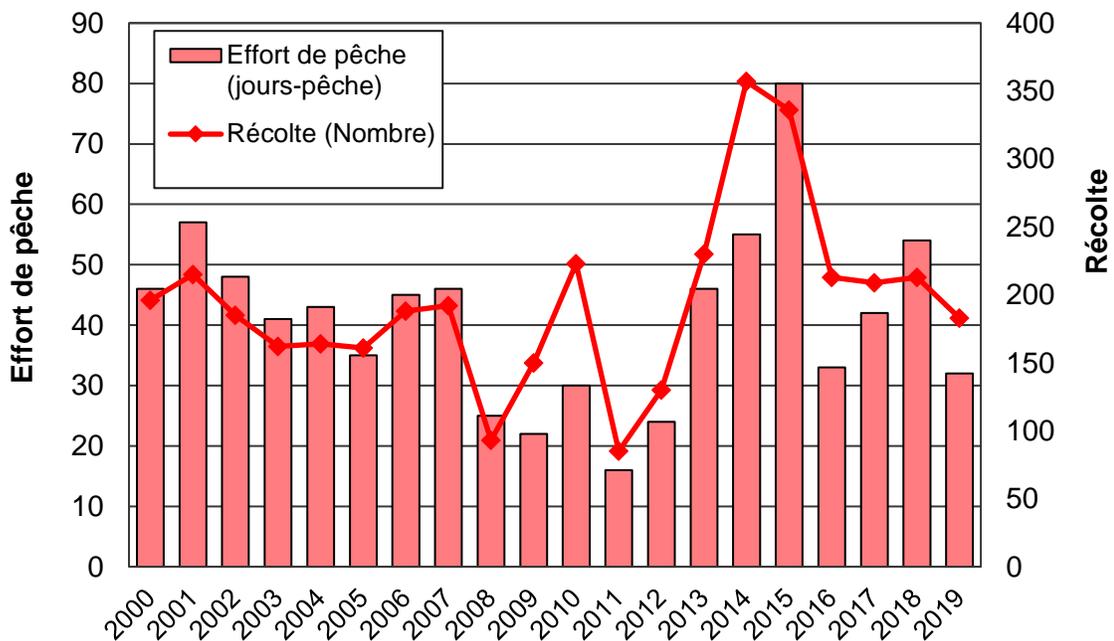


Figure 12. Récolte d'ombles de fontaine et effort de pêche au lac Éva, de 2000 à 2019

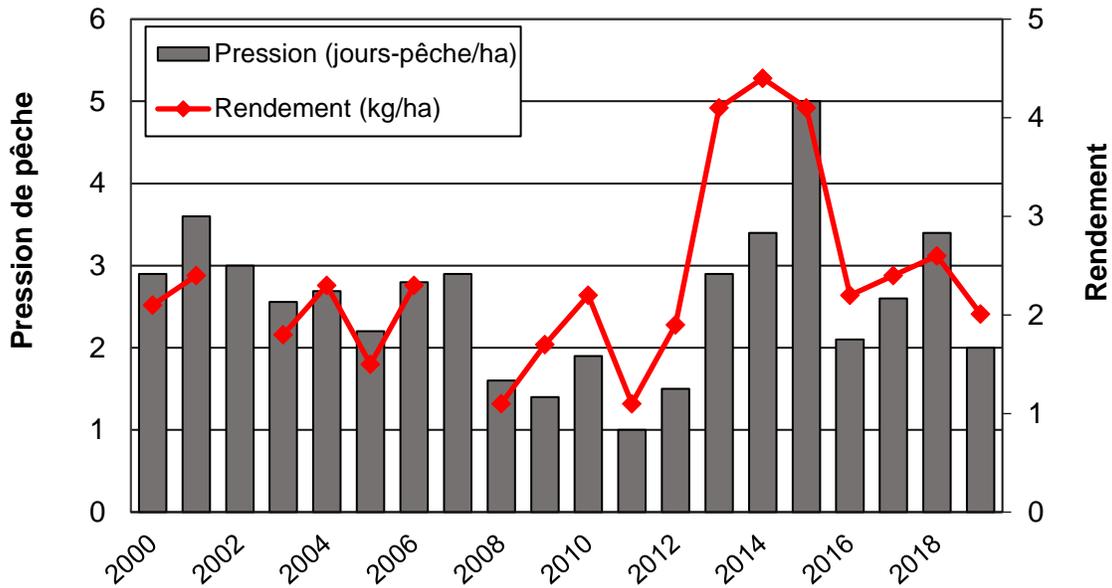


Figure 13. Pression et rendement de pêche (en kilogrammes d'ombles par hectare) du lac Éva, de 2000 à 2019

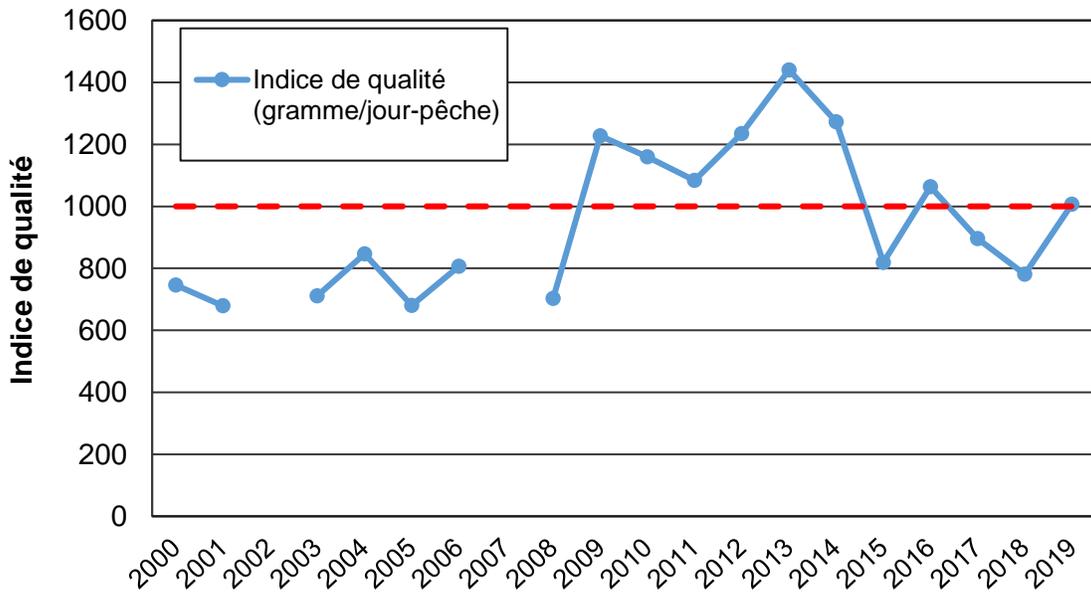


Figure 14. Indice de qualité (en gramme par jour-pêche) de l'omble de fontaine du lac Éva, de 2000 à 2019 (ligne pointillée : 1 000 g/j-p : lac avec un meilleur résultat de pêche)

5. Discussion

Morphométrie

L'omble de fontaine est particulièrement influencé par les conditions environnementales de son habitat. La morphométrie des lacs influe, quant à elle, sur la qualité et la quantité des habitats qu'on y trouve (Côté et coll., 2011). Cette espèce occupe fréquemment les zones littorales peu profondes et productives qui caractérisent les lacs irréguliers (Scott et Crossman, 1990). L'importance de la zone littorale d'un plan d'eau se traduit généralement par l'indice de développement du littoral (Service de la faune aquatique, 2011). Le lac Éva présente un faible indice de développement du rivage, suggérant une forme sans irrégularité importante. Le rapport $Z_{\text{moy}}/Z_{\text{max}}$, qui exprime le relief du plan d'eau sous la surface, indique quant à lui des pentes modérées par endroits. Néanmoins, la faible profondeur moyenne du lac Éva contribue à favoriser la productivité de l'omble de fontaine et à générer un potentiel de pêche intéressant. Généralement, le potentiel général du plan d'eau pour l'omble de fontaine, estimé à partir de ses caractéristiques morphométriques, est qualifié de moyen.

Physicochimie

L'omble de fontaine a besoin d'un milieu dont la teneur en oxygène dissous est d'au moins 5 mg/l et dont la température est de 20 °C et moins (MFFP, 2020). Néanmoins, la température optimale pour la croissance estivale chez l'adulte se situerait plutôt de 11 à 16 °C (Raleigh, 1982). Le lac Éva a présenté, lors de l'échantillonnage estival, des conditions thermiques et d'oxygène satisfaisantes aux profondeurs de 2 à 3 m. L'hypolimnion est particulièrement anoxique. L'anoxie à cette profondeur est généralement engendrée par le phénomène de respiration des décomposeurs, qui dégradent la matière organique (Carignan, 2008). Certains lacs ont aussi la particularité morphométrique d'avoir un volume d'hypolimnion très réduit en raison de leur forme de cuvette. Cette réalité amène une consommation rapide de l'oxygène par les décomposeurs. Ce pourrait être le cas du lac Éva. On dit alors que l'anoxie est associée à la morphométrie du lac (Carignan et coll., 2003). Les valeurs optimales de pH pour l'omble de fontaine doivent être comprises entre 6,5 et 8 (Raleigh, 1982). L'eau du lac Éva présente un pH de 5,0 ou moins à une profondeur de 3 à 6 m. Cette acidité pourrait affecter la survie des jeunes ombles de fontaine. St-Pierre et coll. (1985) et Menendez (1976) mentionnent que la survie des œufs et des alevins d'ombles de fontaine est affectée à un pH de 5,0. Pour ce qui est de l'habitat préférentiel, on considère qu'il se situe généralement entre la surface d'un lac et une profondeur de 10 m si la concentration en oxygène dissous est d'au moins 5 ppm et si la température est de 10 °C ou plus (Pettigrew, 2011). Au lac Éva, le volume d'habitat préférentiel correspond à 18,2 % du volume total du plan d'eau. Ainsi, globalement, l'habitat physicochimique du lac Éva est limitant pour l'omble de fontaine, particulièrement

en période estivale, avec les limitations importantes notées en matière d'oxygène à certaines profondeurs. Ainsi, l'omble de fontaine est privé d'accès aux habitats qui sont situés à plus de 3 m de profondeur. De plus, l'eau présente une acidité élevée.

Caractérisation des cours d'eau

Selon la caractérisation sommaire des tributaires et de l'émissaire du lac Éva, certains cours d'eau présentent un potentiel intéressant pour l'omble de fontaine : quelques sites d'alevinage et des sites potentiels de fraye semblent présents autant dans les cours d'eau que dans le lac. Ces secteurs seraient à confirmer pendant la période de fraye et d'alevinage de l'omble de fontaine.

Inventaire ichtyologique

La population d'ombles de fontaine du lac Éva est dite en sympatrie complexe². L'inventaire ichtyologique a révélé la présence de meuniers noirs et d'un mullet de lac dans l'habitat de l'omble de fontaine. Nous ne sommes pas en mesure d'indiquer depuis quand ces espèces sont présentes. Il semble probable qu'elles aient été introduites par des pêcheurs, puisque le lac Éva est situé en tête de bassin et que la pente élevée de l'émissaire rend peu plausible la possibilité de colonisation du meunier en provenance de l'aval. La présence d'espèces compétitrices entraîne habituellement une diminution de l'ordre de 20 à 50 %, du rendement de pêche à l'omble de fontaine par rapport à une population allopatrique (Magnan 1988; Magnan et coll., 2005). La compétition exercée par les jeunes meuniers noirs est particulièrement importante lors de la première année d'existence des jeunes ombles de fontaine. À cet âge, les jeunes stades des deux espèces se retrouvent dans le même habitat à consommer les insectes terrestres ou les macroinvertébrés benthiques (Venne, 1991). Néanmoins, l'abondance de l'omble de fontaine au lac Éva (15,5 ombles/nuit-filet) est encore considérée comme élevée pour un lac en sympatrie complexe, malgré la présence de ces compétiteurs. Elle se situe au-dessus de la moyenne mesurée chez d'autres populations d'ombles de fontaine des Laurentides vivant aussi en sympatrie complexe (11,7 ombles/nuit-filet). L'abondance peut cependant varier d'un plan d'eau à l'autre. Plusieurs facteurs tels que la durée de la saison de croissance, la présence de compétiteurs et la qualité de son habitat affectent la productivité de l'omble de fontaine. Ainsi, l'abondance ne peut être utilisée comme seul indicateur de l'état d'une population. D'autres indicateurs, tels que la biomasse (BPUE) observée par rapport à la biomasse attendue en fonction des caractéristiques de l'habitat ou de la communauté (MFFP, données internes), le taux de mortalité observé ou la biomasse de femelles matures, permettent de mieux juger de l'état d'une population.

² Sympatrie complexe : population d'ombles de fontaine dont les espèces présentes sont considérées comme de sérieux compétiteurs.

Structure de population

La distribution de taille obtenue au lac Éva montre une population d'ombles de fontaine composée d'individus de plusieurs tailles, bien qu'il y ait eu une majorité de spécimens dans deux classes, soit 170 à 179 mm et 280 à 289 mm. La distribution d'âge fait ressortir que la population d'ombles de fontaine du lac Éva comprend quelques classes d'âge, dont quelques jeunes spécimens de 1 an. Leur présence dans l'échantillon nous laisse croire qu'au lac Éva, le recrutement pourrait être élevé. Cependant, le lac ne compte pas de spécimens âgés de 5 et 6 ans. Les plus vieux spécimens, tels que ceux âgés de 5 et de 6 ans, ne sont généralement observés que dans les populations faiblement exploitées (Risley et Zydlewski, 2010). L'âge moyen de la population de 2,5 ans est semblable à ce qui a été observé dans les autres plans d'eau de la province, selon les travaux du plan de gestion de l'omble de fontaine (MFFP, en préparation).

Indice PSD

L'indice proportionnel de distribution des tailles du lac Éva présente une bonne proportion provenant de la classe « qualité », soit 37 %. Cette proportion est apparemment plus élevée que celle d'autres plans d'eau des Laurentides inventoriés jusqu'à maintenant. Par ailleurs, le résultat obtenu par l'indice PSD confirme ce qui est démontré avec la distribution de fréquence de taille. Néanmoins, la majorité des spécimens se trouvent dans la classe « stock » (63 %), qui comprend souvent les plus jeunes individus qui viennent d'entrer dans la pêcherie.

Femelles matures

Le nombre de femelles matures estimé au lac Éva est suffisant (0,9 kg par nuit-filet), mais demeure près du seuil où le renouvellement de la population pourrait être problématique (0,7 kg par nuit-filet).

Statistiques de pêche sportive

Depuis 2009, des changements sont survenus dans les indicateurs de pêche sportive. Le succès de pêche et le rendement sont en augmentation. L'indice de qualité, qui mesure la biomasse d'ombles pêchée après un séjour de pêche (Arvisais, 2004), atteint aussi des résultats qui sont supérieurs à ceux de plusieurs autres lacs exploités dans la région des Laurentides. La masse moyenne des prises est stable. Les indicateurs de pêche laissent croire que la population d'ombles de fontaine du lac Éva pourrait être en santé. Globalement, on ne perçoit pas, avec les statistiques d'exploitation, un état possible de surexploitation au lac Éva. Cependant, il faut considérer qu'un succès de pêche à l'omble de fontaine peut se maintenir dans le temps, malgré une baisse de population, à cause du comportement grégaire

de l'espèce et de l'habileté des pêcheurs, ce qui ne permet pas de constater rapidement le déclin d'une population d'ombles de fontaine (Plourde-Lavoie, 2014).

De plus, le lac Éva n'atteint qu'à certaines occasions la valeur seuil de productivité théorique de 4,78 kg/ha établie pour un lac de cette catégorie par le modèle Valin (Valin, données non publiées). De surcroît, les travaux de pêche expérimentale montrent que la population d'ombles de fontaine du lac compte une biomasse de femelles matures suffisante, mais qui n'est pas très élevée, que la mortalité se situe près du seuil de surexploitation et que la biomasse d'ombles de fontaine est inférieure à celle visée au rendement maximum soutenu RMS. Ces paramètres démontrent que la population d'ombles de fontaine du lac Éva doit être surveillée plutôt qu'être considérée comme étant en santé. D'ailleurs, en raison de sa biomasse plus faible et de sa mortalité se rapprochant du seuil de surexploitation, la population d'ombles de fontaine du lac Éva se classe dans un état de récupération. Cette situation fait ressortir que le contingent actuel serait trop élevé par rapport à la productivité du plan d'eau.

6. Bilan

<i>Indicateurs</i>	<i>Diagnostic</i>	<i>Constats principaux</i>
Abondance		Abondance élevée comparativement à d'autres lacs en sympatrie complexe.
Biomasse		Biomasse inférieure au seuil attendu pour un lac de cette catégorie.
Communauté		Présence d'espèces compétitrices de l'omble de fontaine.
Biomasse des femelles matures		Biomasse adéquate, mais située près du seuil nécessaire au renouvellement de la population.
Densité de géniteurs		Présence encore suffisante d'ombles de fontaine matures sexuellement.
Habitat préférentiel		Limité en période estivale. Les concentrations en oxygène restreignent le volume d'habitat à 2 à 3 m de profondeur seulement. L'eau présente une acidité forte de 3 à 6 m.
Taux de mortalité		Taux élevé (61 %) qui se situe près du seuil de surexploitation de 65 %.
Statistiques de pêche sportive du gestionnaire		Succès et rendement (kg/ha) ayant augmenté et masse des prises stable.

7. Conclusion

Ce premier inventaire réalisé au lac Éva confirme que la population d'ombles de fontaine vit en sympatrie avec le meunier noir et le mullet de lac.

Dans le cadre de l'échantillonnage, l'habitat du lac Éva pour l'omble de fontaine s'est avéré restreignant pour une proportion importante de la colonne d'eau, principalement en raison du manque d'oxygène dans la thermocline.

La population d'ombles de fontaine du lac Éva est caractérisée par une densité élevée à la pêche expérimentale, ce qui est aussi observé par la pêche sportive. Toutefois, ces travaux ne nous permettent pas de savoir si la densité d'ombles de fontaine mesurée en 2019 est à la hausse ou à la baisse par rapport à ce qu'elle était auparavant. Néanmoins, le taux de mortalité annuelle, qui est un bon indicateur de la pression de pêche, se situe près du seuil de surexploitation. La biomasse de femelles matures est encore suffisante, mais elle se situe très près du seuil où le renouvellement de la population pourrait être problématique. Certains indicateurs montrent donc que la situation de la population d'ombles de fontaine du lac Éva est à surveiller.

En raison de l'état de la population, le contingent actuel serait trop élevé par rapport à la productivité du plan d'eau. Afin de maintenir une bonne qualité de pêche, des interventions de contrôle à la roténone pourraient être une avenue à envisager, considérant certains éléments favorables, dont l'emplacement du lac en tête de bassin et son émissaire infranchissable. La rentabilité d'un tel traitement serait toutefois à évaluer en s'assurant de préconiser le maintien de la souche génétique des ombles de fontaine du lac Éva.

Liste des références

- ARVISAIS, M. (2004). *L'importance des statistiques d'exploitation précises dans la saine gestion des populations de poissons*, Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la Capitale-Nationale, 15 p.
- ANDERSON, R.O.Y. et R.M. NEUMANN (1996). « Length, weight, and associated structural indices » dans *Fisheries techniques – 2nd edition*, B.R. Murphy & D.W. Willis (Eds.), Bethesda, Maryland, *American Fisheries Society*: 447-482.
- BERTALANFFY, L.V. (1938). « A Quantitative theory of Organic Growth (Inquiries on Growth Laws. II) », *Human Biology* **10**: 181.
- CARIGNAN, R. (2008). *Évolution de l'état des lacs de la municipalité de Saint-Hippolyte entre 1998 et 2007*, Université de Montréal, Station de biologie des Laurentides, 60 p.
- CARIGNAN, R., H.V. LEEVWEN et C. CRAGO (2003). *État des lacs de la Municipalité de Saint-Hippolyte et de deux lacs de la Municipalité de Prévost en 2001 et 2002*, Station de biologie des Laurentides, Université de Montréal, 116 p.
- CÔTÉ, D., B.K. ADAMS, K.D. CLARKE et M. LANGDON (2011). « Salmonid biomass and habitat relationships for small lakes », *Environmental Biology of Fishes*, 92: 351-360.
- CHEN, Y. et J.E. PALOHEIMO (1994). « Estimating fish length and age at 50% maturity using a logistic type model », *Aquatic Sciences- Research Across Boundaries*, 56 (3): 206-219.
- DEMERS, A et M. ARVISAIS (2011). *Guide de normalisation des inventaires bathymétriques*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Service de la faune aquatique, Québec, 32 p.
- GABELHOUSE, D. W. (1984). « A Length-Categorization System to Assess Fish Stocks », *North American Journal of Fisheries Management*, 4(3): 273-285.

- LACASSE, S. et P. MAGNAN (1994). *Distribution post-glaciaire de l'omble de fontaine dans le bassin hydrographique du fleuve Saint-Laurent : impact des interventions humaines*, Université du Québec à Trois-Rivières, pour le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 83 p.
- MAGNAN, P. (1988). « Interactions between Brook Charm *Salvelinus fontinalis*, and non salmonid species: ecological shift, morphological shift, and their impact on zooplankton communities », *Can. J. Fish. Aquat. Sc.*, vol. 45 : 999-1009.
- MAGNAN, P., R. PROULX et M. PLANTE (2005). « Integrating the effects of fish exploitation and interspecific competition into current life history theories; an example with lacustrine brook trout (*Salvelinus fontinalis*) », *Can. J Fish. Aquat. Sc.*, vol. 62: 747-757.
- MENENDEZ, R. (1976). « Chronic effects of reduced pH on brook trout (*Salvelinus fontinalis*) ». *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 33 : 118-123.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2020). *Le réseau de surveillance volontaire des lacs, méthode* [en ligne], <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm>.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2007). *La faune et la nature, ça compte! Le tourisme lié à la pêche sportive : une contribution significative à l'économie régionale*, 16 p.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019). *Plan de gestion de l'omble de fontaine au Québec (2020-2028)*, document synthèse, 16 p.
http://mffp.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/PG_Omble-fontaine.pdf.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2020). *Poissons du Québec*. [en ligne], <http://mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/poissons/omble-fontaine.jsp>.
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2012). *Enquête sur la pêche récréative au Canada (2010)*, Analyses économiques et statistiques, Politiques stratégiques, Gestion des ressources, Gestion des écosystèmes et des pêches, Ottawa, 34 p.
- PETTIGREW, P. (2011). *Mise à jour des normes de pêche expérimentale à l'omble de fontaine*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Secteur Faune Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, Service de la faune aquatique, Québec. 19 p.

- PLOURDE-LAVOIE, P. (2014). *Tendances temporelles de la pêche récréative à l'omble de fontaine dans les territoires fauniques structurés du Québec*, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, 102 p.
- RALEIGH, R. F. (1982). *Habitat suitability index models: Brook trout*, U. S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, 53 p.
- ROBSON, D. S. et D. G. CHAPMAN (1961). « Catch Curves and Mortality Rates », *Trans. Am. Fish. Soc.*, 90(2) : 181-189.
- SERVICE DE LA FAUNE AQUATIQUE (2011). *Guide de normalisation des méthodes d'inventaire ichtyologique en eaux intérieures*, Tome I, Acquisition de données, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 137 p.
- SMITH M. W., A. Y. THEN, C. WOR, G. RALPH, K. H. POLLOCK et J. M. HOENING (2012). « Recommendations for Catch-Curve Analysis », *North American Journal of Fisheries Management*, 32(5): 956-967 p.
- SOCIÉTÉ DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC (2002). *Plan de développement régional associé aux ressources fauniques des Laurentides*, Direction de l'aménagement de la faune des Laurentides, Saint-Faustin-Lac-Carré, 108 p. + annexes.
- ST-PIERRE, M. et G. MOREAU (1985). *Influence de l'acidification des eaux sur la reproduction de l'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis) dans des lacs de la réserve faunique des Laurentides*, rapport présenté au ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 100 p.
- VENNE, H (1991). *Impact du meunier noir (Catostomus commersoni) sur le comportement et l'écologie des jeunes de l'année (0+) de l'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis)*, mémoire présenté à l'Université du Québec à Trois-Rivières, 71 p.

Annexes

Annexe 1. Description de la récolte effectuée à l'aide des filets expérimentaux et des bourolles

Station	Mailles au bord	Profondeur du filet		Durée de la pêche (h:min)	Espèces capturées	Nombre
		Minimum (m)	Maximum (m)			
FO1	Grande	2,9	3,3	20:11	Ombles de fontaine	12
FO1	Grande	2,9	3,3	20:11	Meunier noir	7
FO2	Petite	2,1	2,6	18:39	Ombles de fontaine	17
FO2	Petite	2,1	2,6	18:39	Meunier noir	1
FO3	Grande	2,8	2,8	18: 40	Ombles de fontaine	4
FO3	Grande	2,8	2,8	18: 40	Meunier noir	5
F04	Grande	2,3	2,8	19:32	Ombles de fontaine	29
F04	Grande	2,3	2,8	19:32	Meunier noir	9
B1	-	-	-	25:10	Ombles de fontaine	1
B2	-	-	-	25:28	-	-
B3	-	-	-	21:09	Mulet de lac	1
B4	-	-	-	20:55	-	-

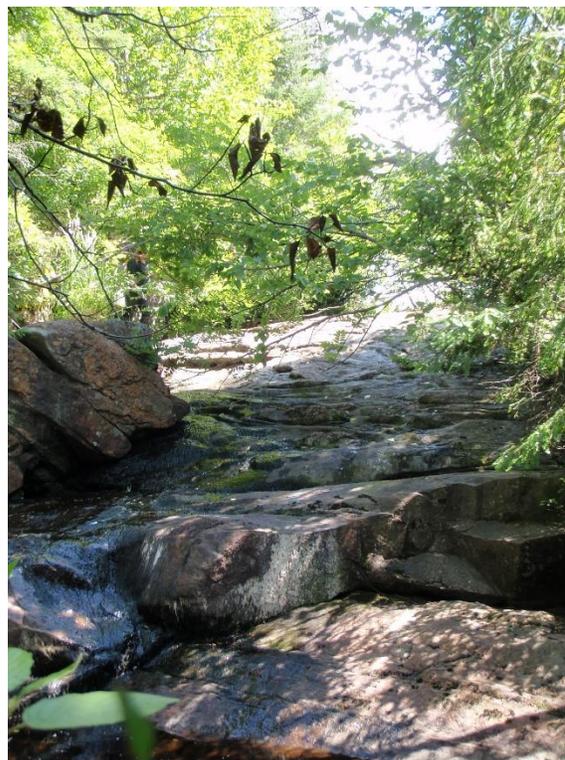
FO1 à F04 : Filets expérimentaux

B1 à B4 : Bourolles

Annexe 2. Photos



Vue du lac Éva à partir de l'émissaire



Seuil de l'émissaire vu à partir du bas



Alevin d'omble de fontaine en aval du seuil



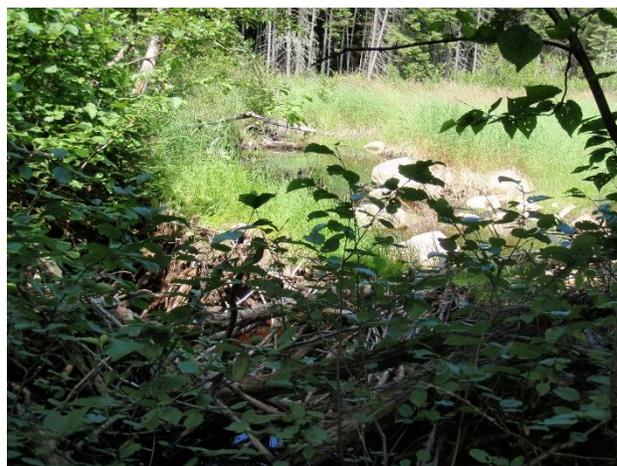
Tributaire n° 1, embouchure du lac



Tributaire n° 1, section propice à la fraye



Tributaire n° 1, vieux barrage faisant obstacle



Tributaire n° 1, section amont du barrage



Tributaire n° 2, embouchure du lac



Tributaire n° 2, vieux barrage végétalisé



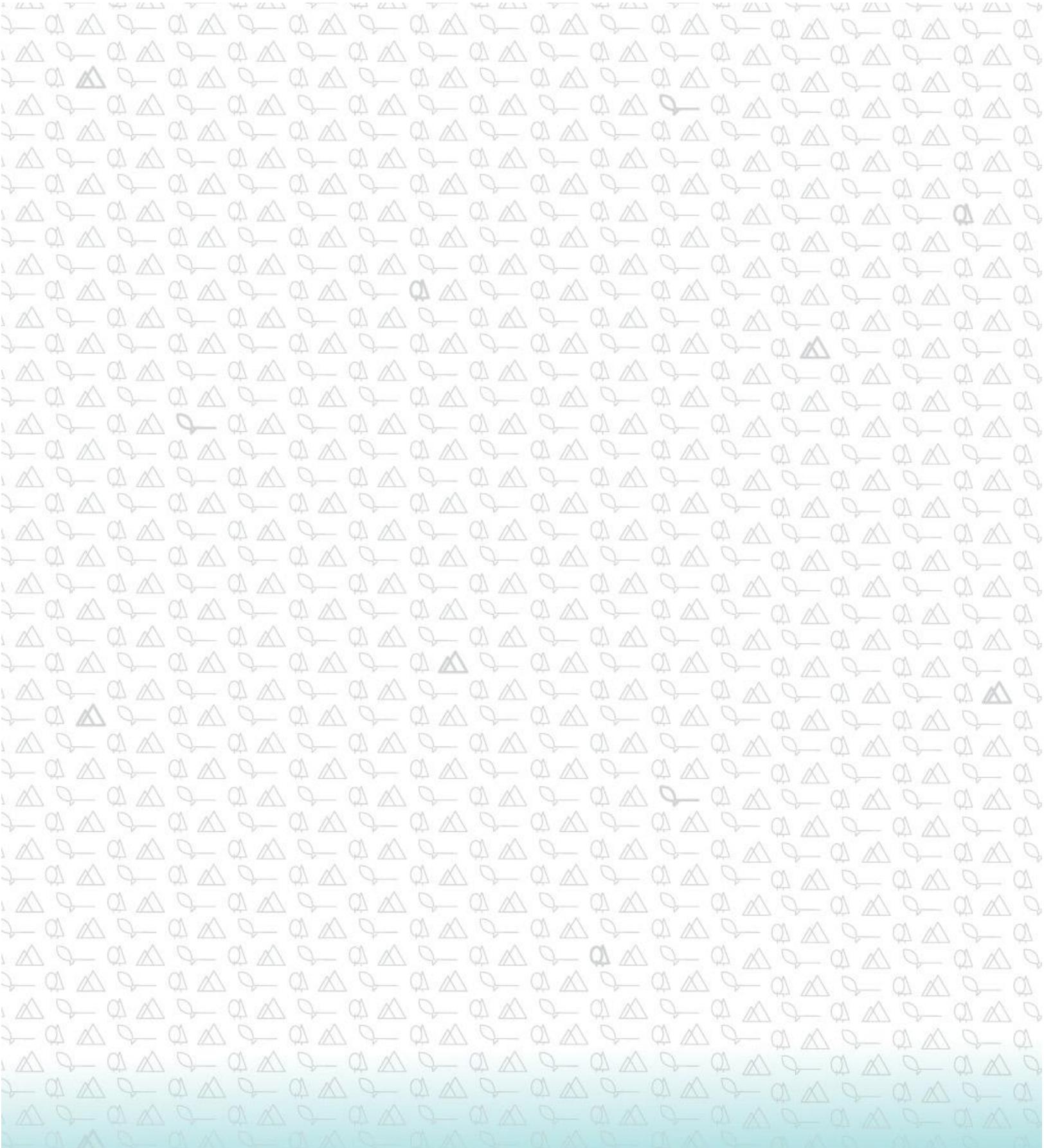
Tributaire n° 3, embouchure du lac



Tributaire n° 3, substrat de l'embouchure



Secteur du lac avec alevins présents et propice à la fraye



**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec 