

Évaluation de la valeur ajoutée de la pêche à l'électricité au Réseau de suivi ichthyologique

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS



Photographie de la couverture :

Pierre-Alexis Drolet, MFFP

Référence à citer :

MORISSETTE, O., Y. PARADIS et P. BRODEUR (2021). Évaluation de la valeur ajoutée de la pêche à l'électricité au Réseau de suivi ichtyologique. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de l'expertise sur la faune aquatique, Québec, 38 p.

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2021

ISBN (PDF) : 978-2-550-89997-6

Équipe de réalisation

Rédaction

Olivier Morissette¹

Philippe Brodeur²

Yves Paradis¹

Équipe terrain

Maxime Vigneault¹

Alexis Roy¹

Samuel Bilodeau¹

Guillaume Hubert¹

Chantal Côté³

Équipe laboratoire

Maxime Vigneault¹

Alexis Roy¹

Virginie Boivin³

Révision

Rémy Pouliot¹

Chantal Côté³

¹ Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

² Direction de la gestion de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec, MFFP

³ Direction de la gestion de la faune de Lanaudière et des Laurentides, MFFP

Résumé

Au cours des inventaires ichthyologiques pratiqués par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, la pêche à l'électricité en embarcation est couramment utilisée pour des usages spécifiques tels que la détection d'espèces aquatiques envahissantes. Cet engin est généralement associé à la capture de poissons de grande taille typiques des zones peu profondes, notamment des cyprinidés et des catostomidés. L'hypothèse a été posée que ces attributs pourraient être bénéfiques pour bonifier le portrait du Réseau de suivi ichthyologique (RSI), un inventaire annuel des populations de poissons du fleuve Saint-Laurent basé sur des pêches à la seine de rivage et au filet maillant, mené par le Ministère depuis 1995. Afin de tester cette hypothèse, nous avons comparé les captures faites à la pêche à l'électricité en embarcation aux autres engins utilisés lors du RSI, notamment en ce qui a trait à la richesse spécifique, aux communautés observées, à la structure en taille et à l'abondance relative. La pêche à l'électricité a mené à une richesse moyenne plus faible ($6,1 \pm 1,5$ espèces par station) par rapport au filet maillant ($8,5 \pm 2,7$) et à la seine de rivage ($9,4 \pm 3,6$). Une seule espèce supplémentaire, la carpe commune (*Cyprinus carpio*), a été observée grâce à l'utilisation de la pêche à l'électricité en embarcation. Les structures en taille des poissons capturés à la pêche à l'électricité étaient semblables à celles des poissons capturés à la seine de rivage et composées de plus petits spécimens que ceux capturés au filet maillant, bien qu'une certaine variabilité interspécifique ait été observée. Finalement, les communautés décrites par la pêche à l'électricité étaient intermédiaires aux deux autres engins, mais possédaient une plus grande ressemblance avec les communautés observées à la seine de rivage. Dans le cadre du RSI, l'utilisation de la pêche à l'électricité en embarcation représente une valeur ajoutée faible, considérant les ressources nécessaires pour déployer cet autre inventaire et les défis associés à la normalisation des pêches. Cet engin représente cependant une technique d'inventaire non létale intéressante pour la caractérisation rapide d'une communauté dans les secteurs peu profonds où il est difficile de déployer la seine de rivage ou le filet maillant.

Table des matières

Équipe de réalisation	I
Résumé	II
Table des matières	III
Liste des figures	IV
1. Introduction	1
2. Méthodes	3
2.1 Seine de rivage	4
2.2 Filet maillant.....	4
2.3 Pêche à l'électricité en embarcation.....	5
2.4 Traitement des captures	5
2.5 Analyses statistiques.....	6
3. Résultats	8
4. Discussion	16
4.1 Apport de la pêche à l'électricité à la diversité mesurée par le Réseau de suivi ichthyologique	16
4.2 Composition des communautés de poissons capturés au moyen des trois engins	19
4.3 Structure en taille des captures à la pêche à l'électricité.....	19
4.4 Abondance relative des poissons mesurée par les trois engins.....	20
5. Conclusion	22
6. Références	23
Annexes	26
Annexe 1. Capture par unité d'effort (CPUE), moyenne et écart-type (ÉT) de toutes les espèces capturées par trois engins de pêche.	26
Annexe 2. Distribution des fréquences de taille des poissons capturés par trois engins de pêche, toutes espèces confondues	28
Annexe 3. Diagramme de Venn du nombre d'espèces communes et uniques à chacun des engins de pêche utilisés. Les espèces communes et uniques principales sont énumérées dans le texte.	29
Annexe 4. Analyse de la représentativité des données de pêche à la seine en 2019 par rapport aux inventaires historiques du RSI.....	30

Liste des figures

Figure 1. Répartition spatiale des stations échantillonnées au filet maillant, à la pêche à l'électricité et à la seine.....	4
Figure 2. Moyenne des indices de diversité obtenus par trois engins de pêche au lac Saint-Pierre en 2019. La ligne centrale représente la valeur moyenne, la boîte, les 25 ^e et 75 ^e percentiles, les moustaches, les valeurs maximales et minimales de la distribution (1 ^{er} et 99 ^e percentile) et les points, les données aberrantes. Les différences significatives sont indiquées par des lettres différentes (ANOVA suivies de comparaisons multiple de Tukey; voir texte).....	9
Figure 3. Courbe d'accumulation des espèces capturées par chaque engin de pêche en fonction de l'effort d'échantillonnage au lac Saint-Pierre en 2019. La ligne pleine représente la valeur moyenne et l'aire autour de la courbe indique l'intervalle de confiance à 95 %	10
Figure 4. Ordination des communautés de poissons par cadrage multidimensionnel non métrique (<i>non-metric multidimensional scaling</i> , NMDS) en fonction de la méthode de capture. Les ellipses représentent la communauté à un intervalle de confiance à 95 %, tandis que les polygones représentent l'étendue complète des données. La position des codes d'espèces représente l'extrémité des vecteurs symbolisant l'influence normalisée (à partir du centre du graphique) de chaque espèce sur la position des autres objets (ellipses et polygones)	12
Figure 5. Distribution des fréquences de taille des barbottes brunes (AMNE), des perchaudes (PEFL) et des dorés jaunes (SAVI) capturés par les trois engins de pêche au lac Saint-Pierre en 2019.....	13
Figure 6. Relation entre la variance inter-réplikat et l'abondance moyenne (formules disponibles dans le texte) et coefficients de variation de la moyenne pour trois engins de pêche au lac Saint-Pierre en 2019	14
Figure 7. Relation linéaire entre les abondances (capture par unité d'effort; CPUE) obtenues à la pêche à l'électricité et à la seine (logarithme naturel). Seule la relation linéaire significative obtenue chez la perchaude (PEFL) a été représentée par une ligne bleue.....	15
Figure A3.1 Arbre hiérarchique du groupement montrant la dissimilarité moyenne des communautés observées dans les inventaires à la seine et à la pêche à l'électricité (2019P)	31

1. Introduction

La gestion des populations animales exploitées dépend notamment de l'estimation des tendances populationnelles (croissance ou déclin). Les inventaires normalisés échelonnés sur de longues séries temporelles permettent d'estimer ces tendances, de mesurer l'état des stocks d'espèces exploitées et d'ajuster les modalités de gestion en conséquence. Dans le cas des populations de poissons, ces inventaires reposent sur les résultats de pêches scientifiques réalisées à l'aide d'engins de capture déployés selon des méthodes normalisées. Au Québec, une grande proportion des espèces de poissons exploitées en eau douce se retrouvent dans les eaux du fleuve Saint-Laurent, y compris ses trois lacs fluviaux (lacs Saint-François, Saint-Louis et Saint-Pierre), ainsi qu'au lac des Deux Montagnes. Afin d'assurer le suivi des populations de poissons dans ce système, le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs a mis sur pied le Réseau de suivi ichthyologique (RSI) en 1995. Ce suivi annuel vise à réaliser des inventaires de poissons dans différents secteurs du Saint-Laurent dans le but 1) d'évaluer l'état des stocks de poissons exploités à la pêche récréative et commerciale, 2) de suivre la biodiversité des poissons du fleuve Saint-Laurent, y compris les espèces exotiques et envahissantes, et 3) d'évaluer l'état de santé des poissons (La Violette et al. 2003; Paradis et al. 2020). Le protocole du RSI a été conçu en vue d'échantillonner la presque totalité des habitats lotiques et lentiques (à l'exception du chenal de navigation) des deux rives du fleuve Saint-Laurent, entre le lac Saint-François et la région de Batiscan (Deschamps et al. 2019; Paradis et al. 2020). Pour ce faire, l'utilisation complémentaire du filet maillant et de la seine de rivage a été privilégiée.

Puisque les poissons utilisent une grande variété d'habitats afin de répondre à leurs besoins vitaux et que leurs comportements sont tout aussi diversifiés, obtenir un portrait fidèle de leur abondance et de leur distribution représente un défi de taille. Tous les engins de capture de poissons présentent des contraintes qui influencent les résultats observés et qui entraînent des biais d'échantillonnage. Ces biais sont plus ou moins prononcés selon l'engin, les conditions d'échantillonnage (ex. : types d'habitats), les espèces et les stades de vie (larve, juvénile et adulte). Les différents engins offrent également des performances variables en fonction de la capturabilité des espèces. Bien que les engins de pêche scientifique soient conçus de manière à diminuer ces biais (ex. : filets maillants à tailles de mailles multiples), ils sont inévitables.

Comme c'est le cas au RSI, l'utilisation de plusieurs techniques de pêche pour caractériser la communauté de poissons permet de mettre en commun les forces de différents engins. Il a déjà été montré que le choix de l'utilisation combinée du filet maillant et de la seine de rivage est efficace pour représenter la complexité des communautés de poissons du fleuve Saint-Laurent (Foubert et al. 2018; Morissette et al. 2018; Paradis et al. 2020). Bien que ce protocole ait fait ses preuves, certains biais ou limitations ont été constatés avec le temps (Berger et al. 2020).

Une analyse approfondie des données du RSI a montré que le réseau avait tendance à sous-estimer l'abondance de certaines espèces comme l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*), la lotte (*Lota lota*) ou certains cyprinidés de grande taille (Foubert et al. 2018; Mingelbier et al. 2016). Par exemple, dans plus de 2 000 stations d'échantillonnage, seules 676 carpes communes (*Cyprinus carpio*) ont été capturées de 1995 à 2020. Ces estimations peuvent laisser croire que ces espèces sont peu abondantes, mais certaines observations récentes contredisent cette interprétation (Mingelbier et al. 2001). À titre d'exemple, la carpe commune soutient des pêches commerciales dans différents secteurs du tronçon fluvial. En 2019, les débarquements totaux déclarés par les pêcheurs commerciaux étaient de 45 tonnes de carpe commune (MAPAQ, 2020, données non publiées). L'abondance de cette espèce est donc loin d'être marginale dans l'écosystème fluvial.

La pêche à l'électricité en embarcation est une technique utilisant un fort courant électrique entre une ou des paires d'anodes et de cathodes, afin de capturer les poissons se situant dans la zone d'influence du courant électrique. Cette technique se base sur le fait qu'une partie de l'énergie électrique appliquée dans l'eau traverse les poissons, causant ainsi des réactions physiologiques et comportementales variées. L'électrocution entraîne généralement des réactions de tactisme négatif, de la narcose (relaxation musculaire) ou une perte d'équilibre (Reynolds 1996). Il s'ensuit la plupart du temps un mouvement du poisson vers la surface et une paralysie temporaire, ce qui permet aux opérateurs de capturer les poissons à l'aide d'une pousse. Il est reconnu que les réactions des poissons au courant électrique varient d'une espèce à l'autre et selon leur taille (Dolan and Miranda 2003), la conductivité de l'eau (Hill and Willis 1994), la position des électrodes (Copp 1989) ainsi que le type de courant électrique et sa direction (Bohlin et al. 1989). À partir d'une embarcation, la pêche à l'électricité est reconnue comme particulièrement bien adaptée, voire limitée, aux habitats peu profonds (de 1 à 2 m) et

cible préférentiellement les poissons de grande taille, lesquels sont plus sensibles à l'effet physiologique engendré par le courant électrique (Reynolds 1996). Cet engin pourrait donc être un ajout intéressant au portrait de la biodiversité ichthyenne obtenu par le RSI.

L'objectif du présent projet était de quantifier la valeur ajoutée des données recueillies à l'aide d'une embarcation de pêche à l'électricité au portrait des communautés de poissons obtenu par le RSI dans ses pêches au filet maillant et à la seine de rivage. Quatre hypothèses ont été testées : 1) l'ajout de la pêche à l'électricité augmente la diversité des poissons observée par le RSI, 2) la communauté capturée à la pêche à l'électricité est différente et intermédiaire par rapport à celles observées dans les captures à la seine et au filet maillant, 3) la structure en taille des poissons capturés à la pêche à l'électricité se situe entre les structures en taille des poissons pêchés à la seine et au filet maillant et 4) l'abondance des espèces de poissons obtenue par la pêche à la seine ou à l'électricité est similaire.

2. Méthodes

La comparaison des méthodes a été effectuée dans le cadre des travaux du RSI réalisés en août 2019 au lac Saint-Pierre. La seine de rivage et le filet maillant ont été déployés selon le protocole standard du RSI (Deschamps et al. 2019). Puisque ce protocole a été abondamment décrit dans plusieurs autres travaux (de la Chenelière et al. 2014; Foubert et al. 2018; La Violette et al. 2003), seule une description sommaire est fournie dans le présent rapport. Le design expérimental a été pensé de façon à reproduire le plus fidèlement possible ce qu'une année d'inventaire du RSI à la pêche à l'électricité en embarcation pourrait représenter (figure 1).

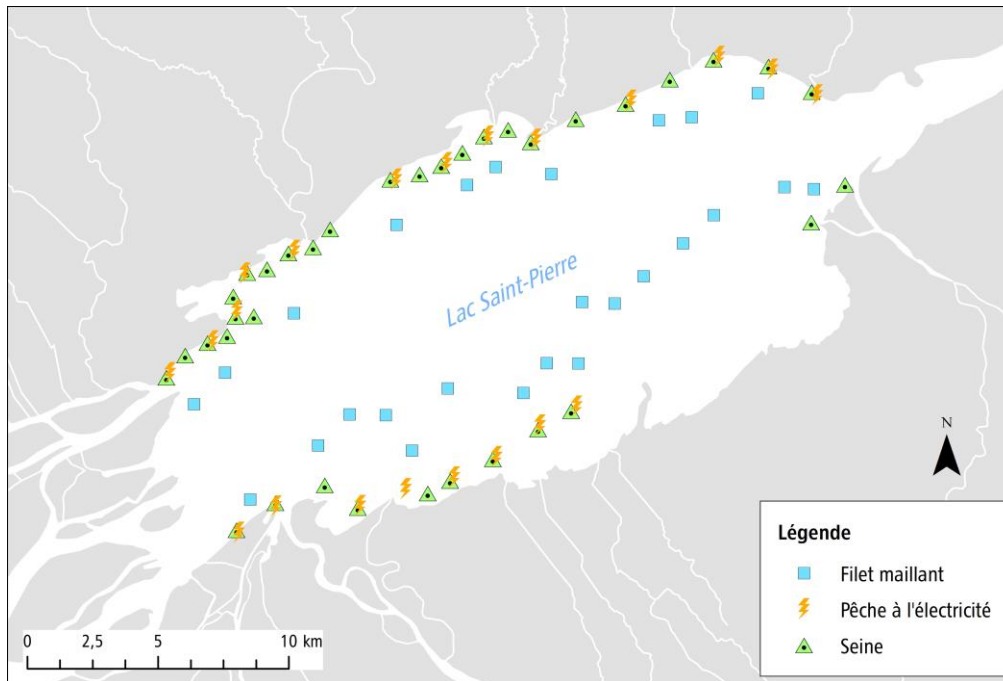


Figure 1. Répartition spatiale des stations échantillonnées au filet maillant, à la pêche à l'électricité et à la seine

2.1 Seine de rivage

L'échantillonnage à la seine s'est déroulé du 21 au 23 août 2019 dans 36 stations. Les stations échantillonnées à la seine de rivage (12,5 m de long × 4 m de hauteur et mailles étirées de 3,2 mm) étaient réparties sur les rives sud et nord du lac Saint-Pierre. L'échantillonnage était effectué à partir d'une embarcation, à une profondeur variant de 0,5 à 1,7 m. La seine était tirée sur une distance de 10 m avant d'être refermée. Les conditions de niveau d'eau élevé observées en 2019 ont forcé un déplacement des stations de pêche à la seine vers le large, en vue d'éloigner la seine des grands herbiers émergents qui entravent le déploiement de l'engin et diminuent son efficacité. Malgré cette modification au protocole, la structure de la communauté mesurée à la seine en 2019 était semblable à celle obtenue lors des inventaires précédents réalisés au lac Saint-Pierre (annexe 4).

2.2 Filet maillant

L'échantillonnage au filet maillant s'est déroulé du 26 août au 6 septembre 2019 dans 41 stations. Chaque station d'échantillonnage était constituée de deux filets maillants (60 m de

long x 1,8 m de haut) comportant 8 panneaux de mailles de taille variable (25, 38, 51, 64, 76, 102, 127 et 152 mm de mailles étirées). Les filets étaient déployés parallèlement à la rive, à des profondeurs variant de 2,3 à 8,5 m, pour une durée allant de 15 à 28,5 h (La Violette et al. 2003). Il importe de mentionner qu'en 2019, un protocole allégé (RSIa) a été mis en œuvre au lac Saint-Pierre. Par rapport au protocole original (La Violette et al. 2003), une station sur trois du RSI complet a été échantillonnée au filet maillant en 2019 (Deschamps *et al.*, 2019).

2.3 Pêche à l'électricité en embarcation

La pêche à l'électricité a été déployée dans 22 stations du 4 au 6 septembre 2019 selon un protocole de pêche normalisé utilisé par le Ministère. Les stations de pêche à l'électricité ont été positionnées dans certaines stations échantillonnées préalablement à la seine de rivage. L'échantillonnage était effectué le long d'un transect de pêche normalisé, où les deux opérateurs positionnés à l'avant du bateau capturaient, à l'aide d'une pousse, le plus grand nombre possible de poissons observés devant le bateau entre les deux anodes. Chaque transect était d'une durée de 7 minutes, à une vitesse d'environ 5 km/h. Le capitaine suivait la trajectoire la plus droite possible vers l'amont, parallèlement à la rive, tout en demeurant dans l'échelle de profondeur optimale (de 80 cm à 1,4 m). La pêche à l'électricité était effectuée avec un courant continu pulsé à un gain de 25 %, une fréquence de 60 Hz et un voltage moyen de $352,5 \pm 18,4$ V, produisant ainsi un ampérage moyen de $21 \pm 2,02$ A. La profondeur échantillonnée variait de 0,7 à 1,5 m. Seuls les poissons capturés (ramenés à bord du bateau) ont été considérés pour chaque station.

2.4 Traitement des captures

Les poissons capturés ont été traités de manière similaire, quel que soit l'engin de pêche. Toutes les captures ont été identifiées à l'espèce et mesurées (longueur totale maximale en mm), à l'état frais (c'est-à-dire à la sortie de l'engin) pour la pêche à l'électricité et la pêche au filet maillant et après préservation dans une solution de formaldéhyde tamponnée à 10 % pour la pêche à la seine. Pour chaque espèce, l'abondance a été exprimée en capture par unité d'effort (CPUE), soit en nombre de spécimens capturés par station de pêche au filet maillant, à la seine de rivage ou à la pêche à l'électricité.

2.5 Analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel R v 3.6.0 (R Development Core Team 2008). Pour chaque station, le nombre d'espèces capturées a été mesuré au moyen de la fonction *specnumber* du paquet *vegan* (Oksanen et al. 2017). Les indices de diversité de Simpson (dominance), de Shannon (diversité; H) et de Pielou (équitabilité; J) ont été calculés au moyen de la fonction *diversity*. Les quatre indices de diversité ont été comparés entre les trois types d'engins de pêche à l'aide d'analyses de variance (ANOVA) à un facteur. Des comparaisons multiples ont été faites au moyen de tests de Tukey (HSD) pour chaque ANOVA en vue de déterminer l'origine des différences observées. Dans les deux cas, un seuil de signification de $p < 0,05$ a été utilisé. Puisque les mesures de diversité répondaient à la prémisse de normalité (évaluée par l'examen visuel de la distribution des résidus pour chaque modèle), aucune transformation des données n'a été effectuée. Les mesures de l'indice de Pielou (J) peuvent être dépendantes de l'effort d'échantillonnage, puisqu'il est calculé de la façon suivante : $J = H * \ln(S)^{-1}$, soit la richesse spécifique (H_i) divisée par la richesse maximale, qui équivaut au logarithme naturel du nombre d'espèces observées (S). Cette considération est importante dans une comparaison entre des efforts très divergents, soit de plus d'un ordre de grandeur (Ludwig and Reynolds 1988). Puisque le jeu de données à l'étude n'était pas soumis à ces contraintes, aucune correction n'a été appliquée.

En vue de comparer le nombre d'espèces observées pour chaque engin en fonction de l'effort d'échantillonnage, des courbes d'accumulation d'espèces en fonction de l'effort ont été calculées à l'aide de la fonction *specaccum* du paquet *vegan*. Chaque station a été virtuellement échantillonnée de manière aléatoire pour compiler le nombre croissant d'espèces observées jusqu'à l'atteinte du nombre total de stations réellement échantillonnées. Cette procédure a été reprise 1 000 fois pour chaque engin en vue de calculer une valeur moyenne et un intervalle de confiance à 95 % du nombre d'espèces observées en fonction de l'effort.

Les communautés observées au moyen de chaque engin ont été représentées par une méthode d'ordination. Comme suggéré par Legendre et Gallagher (2001), les données d'abondance de chaque espèce par station (CPUE) ont été transformées pour faciliter la comparaison, diminuer l'incidence des espèces très abondantes ou rares et compenser pour le problème des doubles zéros. Nous avons choisi la transformation de Chord, qui préserve les distances euclidiennes

entre les observations (fonction *decostand* du paquet *vegan*, ou *method* = « *normalize* ») afin de conserver l'aspect quantitatif de l'échantillonnage, lequel est nécessaire pour percevoir la performance des engins. Pour illustrer l'influence de l'espèce et de l'abondance des différentes espèces dans la composition des communautés observées, un cadrage multidimensionnel non métrique (NMDS) a été effectué au moyen de la fonction *metaNMDS* (*vegan*). Des ellipses représentant la communauté moyenne observée à un intervalle de confiance à 95 % et des polygones représentant l'étendue complète des données ont été calculées par type d'engin de pêche, de manière à faciliter la représentation des données.

Pour évaluer la variabilité associée aux estimations d'abondance pour chacun des trois engins, les relations linéaires entre la variance (s^2) et l'abondance moyennes (\bar{x} ; CPUE) inter-répliquat ont été calculées selon la formule suivante : $\log_{10}s^2 = a + b \log_{10}\bar{x}$ (Cyr et al. 1992; Paradis et al. 2008). Puisque les stations n'ont pas été répliquées, nous avons utilisé les espèces comme facteur de réplification, sur l'ensemble des stations échantillonnées, comme proposé par Cyr et al. (1992). La précision des estimations d'abondance a été exprimée, pour chaque engin, en fonction du coefficient de variation de la moyenne (CV) selon la formule suivante : $CV = \text{Erreur-type}/\bar{x}$. Le CV représente un indice simple de la précision des estimations d'abondance, les inventaires présentant le CV le plus faible étant les plus précis.

Pour comparer les abondances observées au moyen de la pêche à l'électricité et de la seine de rivage, nous avons réduit le jeu de données aux 25 stations où des prélèvements à la seine et à la pêche à l'électricité ont été faits. Dans ces 25 stations, 19 espèces ont été capturées par les deux types d'engins. L'analyse suivante a été limitée à ces espèces. Pour chaque espèce, nous avons calculé une relation linéaire entre les CPUE obtenues à la pêche à l'électricité et à la seine. Les paramètres de la relation, soit la pente, l'ordonnée à l'origine, le coefficient de corrélation de Pearson et la valeur de *p* associée au test de pente ont été calculés à l'aide de la fonction *lm* de la librairie *stats* compilée dans le logiciel statistique R (R Core Team 2016). Puisque les distributions des valeurs d'abondance étaient généralement biaisées vers les faibles valeurs (*skewness*), et ce, pour les deux engins, les valeurs ont été transformées à l'aide du logarithme naturel plus un.

3. Résultats

Au total, 99 stations ont été échantillonnées, dont 41 stations de pêche au filet maillant, 36 stations de pêche à la seine de rivage et 22 transects de pêche à l'électricité. Ces efforts d'échantillonnage ont mené à la capture de 12 399 poissons (seine : 8 426; filet maillant : 1 724; pêche à l'électricité : 2 149) de 46 espèces différentes. Ce sont 24 espèces qui ont été capturées au filet maillant, 39 espèces à la seine et 25 espèces à la pêche à l'électricité. En moyenne, le nombre d'espèces capturées par station était significativement plus élevé pour le filet maillant et la seine que pour la pêche à l'électricité (ANOVA, $F_{2,96} = 9,21$; $p < 0,001$; figure 2). Des différences significatives entre les types d'engins ont aussi été observées dans la dominance de Simpson (ANOVA, $F_{2,96} = 20,87$; $p < 0,001$) et l'équitabilité de Pielou (ANOVA, $F_{2,96} = 30,05$; $p < 0,001$; figure 2), les valeurs étant plus élevées pour le filet maillant et la pêche à l'électricité que pour la seine. Finalement, la diversité de Shannon était significativement plus élevée pour le filet maillant, suivi de la pêche à l'électricité et de la seine (ANOVA, $F_{2,96} = 18,07$; $p < 0,001$; figure 2).

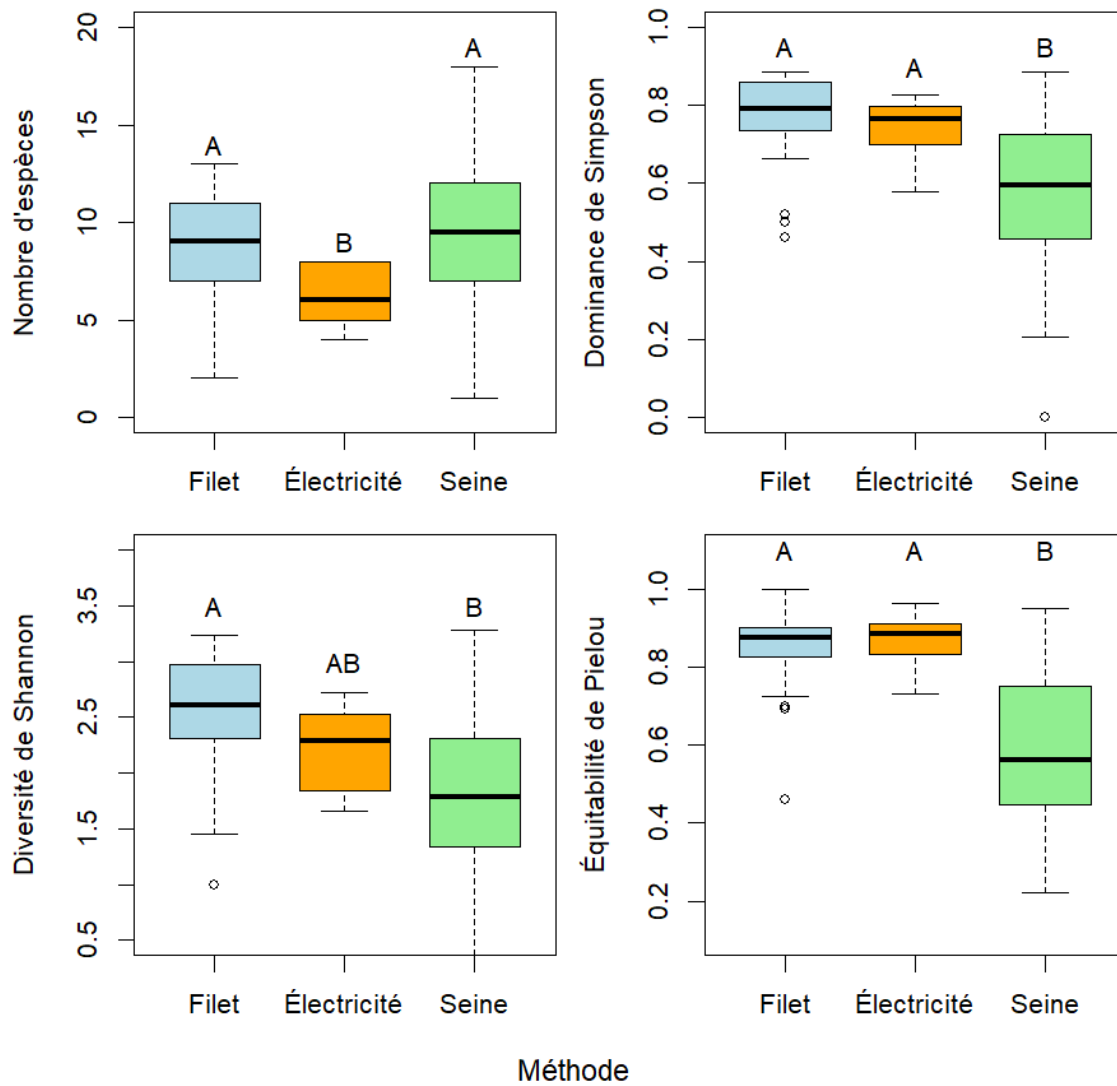


Figure 2. Moyenne des indices de diversité obtenus par trois engins de pêche au lac Saint-Pierre en 2019. La ligne centrale représente la valeur moyenne, la boîte, les 25^e et 75^e percentiles, les moustaches, les valeurs maximales et minimales de la distribution (1^{er} et 99^e percentile) et les points, les données aberrantes. Les différences significatives sont indiquées par des lettres différentes (ANOVA suivies de comparaisons multiple de Tukey; voir texte)

Les courbes d'accumulation d'espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage ont montré des différences notables dans le nombre d'espèces capturées par les trois types d'engins (figure 3). Même si l'effort était petit (de 1 à 3 stations), les trois engins ont permis de capturer un nombre d'espèces similaire. Pour un effort de 5 à 25 stations, le nombre d'espèces capturées était

toujours supérieur à la seine de rivage qu'au filet maillant ou à la pêche à l'électricité. Le nombre d'espèces capturées à la pêche à l'électricité et au filet maillant était généralement similaire, peu importe l'effort de pêche.

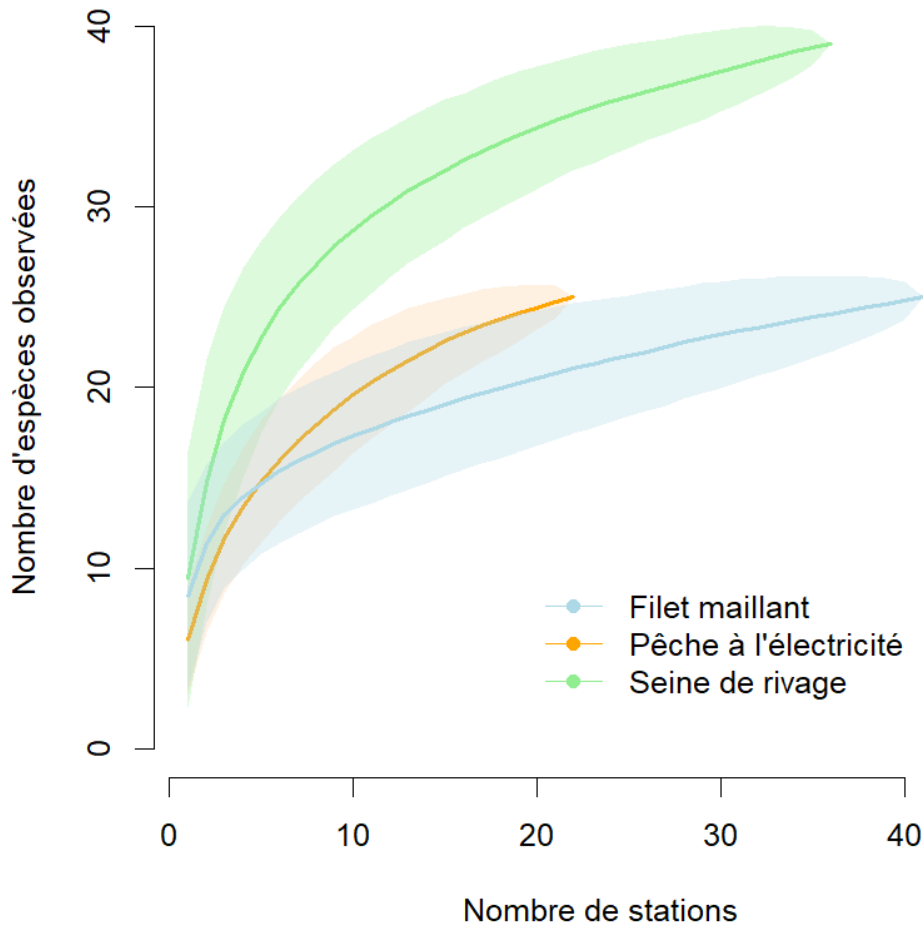


Figure 3. Courbe d'accumulation des espèces capturées par chaque engin de pêche en fonction de l'effort d'échantillonnage au lac Saint-Pierre en 2019. La ligne pleine représente la valeur moyenne et l'aire autour de la courbe indique l'intervalle de confiance à 95 %

Les 3 engins ont permis la capture de 16 espèces communes (annexes 1 et 2), alors que 19 espèces n'ont été capturées que par un seul engin. Les quatre espèces capturées seulement au filet maillant étaient l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*), l'aloise savoureuse (*Alosa sapidissima*), le bar rayé (*Morone saxatilis*) et la ouitouche (*Semotilus corporalis*). L'espèce capturée seulement à la pêche à l'électricité était la carpe commune (*Cyprinus carpio*). Finalement, 14 espèces n'ont été capturées qu'à la seine de rivage, soit le méné bleu (*Cyprinella*

spiloptera), le raseux-de-terre gris (*Etheostoma olmstedii*), le fondule barré (*Fundulus diaphanus*), l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*), le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*), le méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*), le chat-fou brun (*Noturus gyrinus*), le méné à menton noir (*Notropis heterodon*), le méné à museau noir (*Notropis heterolepis*), le méné à tête rose (*Notropis rubellus*), le méné paille ou pâle (*Notropis stramineus* ou *volucellus*), l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*), le fouille-roche gris (*Percina copelandi*) et le méné à museau arrondi (*Pimephales notatus*). La majorité de ces espèces était de petits cyprinidés, de petits percidés ou de petites espèces benthiques. Alors que la seine de rivage a produit un portrait des communautés de petits poissons typiques des habitats peu profonds, le filet maillant a mené à la capture d'une communauté de grands poissons mobiles associés aux habitats plus profonds. Les communautés de poissons capturés à la pêche à l'électricité avaient pour leur part une composition intermédiaire par rapport aux communautés capturées avec les deux autres engins, mais ressemblaient plus aux communautés pêchées à la seine, comme le suggère le fort chevauchement des polygones et des ellipses de dispersion des données issues de l'ordination (figure 4).

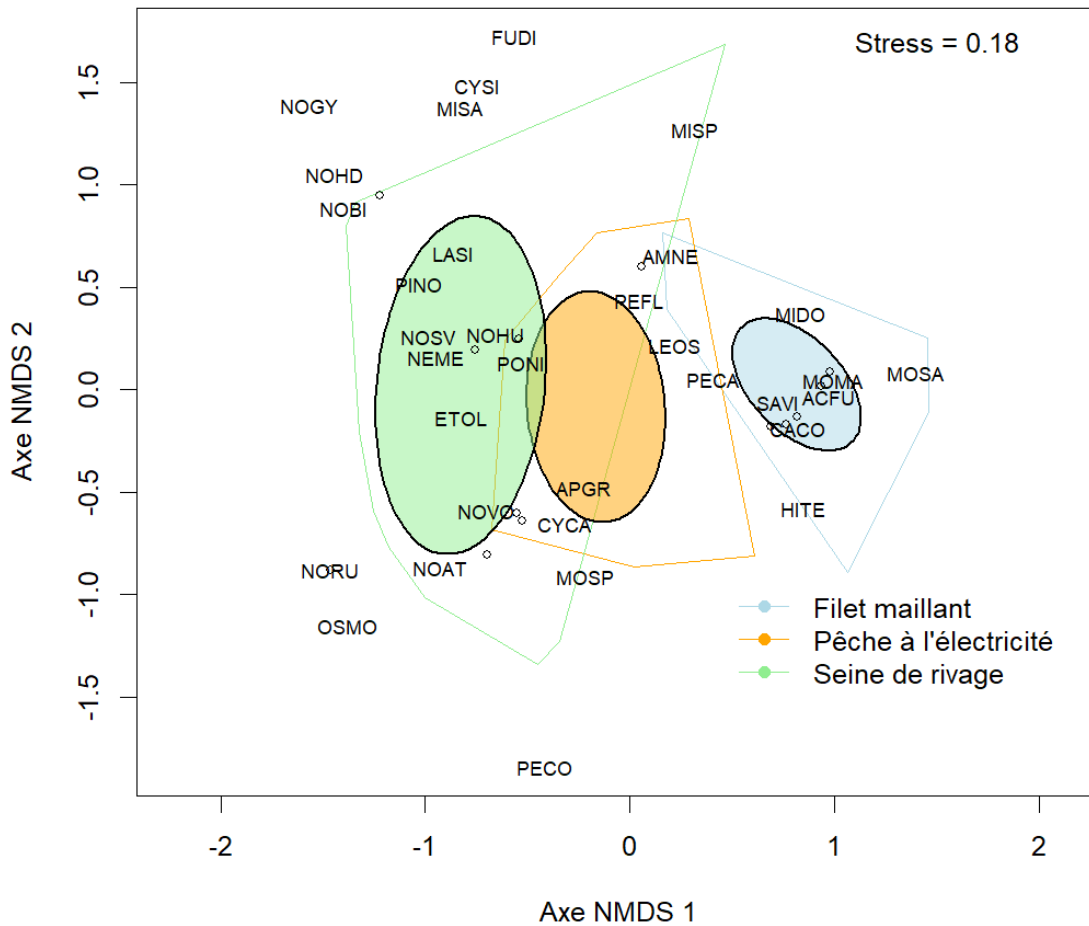


Figure 4. Ordination des communautés de poissons par cadrage multidimensionnel non métrique (*non-metric multidimensional scaling*, NMDS) en fonction de la méthode de capture. Les ellipses représentent la communauté à un intervalle de confiance à 95 %, tandis que les polygones représentent l'étendue complète des données. La position des codes d'espèces représente l'extrémité des vecteurs symbolisant l'influence normalisée (à partir du centre du graphique) de chaque espèce sur la position des autres objets (ellipses et polygones)

La longueur moyenne de l'ensemble des poissons capturés était de $356,6 \pm 141,0$ mm, $127,6 \pm 127,6$ mm et $79,9 \pm 79,3$ mm pour le filet maillant, la pêche à l'électricité et la seine (annexe 2). Cette tendance était observée chez pratiquement toutes les espèces capturées par les trois méthodes de pêche (données non présentées). L'examen visuel des structures en taille

des espèces les plus fréquemment capturées, soit la perchaude (*Perca flavescens*), le doré jaune (*Sander vitreus*) et la barbotte brune (*Amneirus nebulosus*), a révélé des patrons contrastés entre les différentes distributions en taille (figure 5). Chez la perchaude, les structures en taille obtenues à la seine de rivage et à la pêche à l'électricité étaient similaires et dominées par les petits individus (~50 mm). Au contraire, les perchaudes capturées au filet maillant étaient dominées par des individus de taille supérieure à 150 mm (figure 5). Ces contrastes étaient similaires chez le doré jaune, bien que le nombre de captures ait été plus faible. Les structures en taille observées chez la barbotte brune capturée par les trois engins étaient similaires (figure 4).

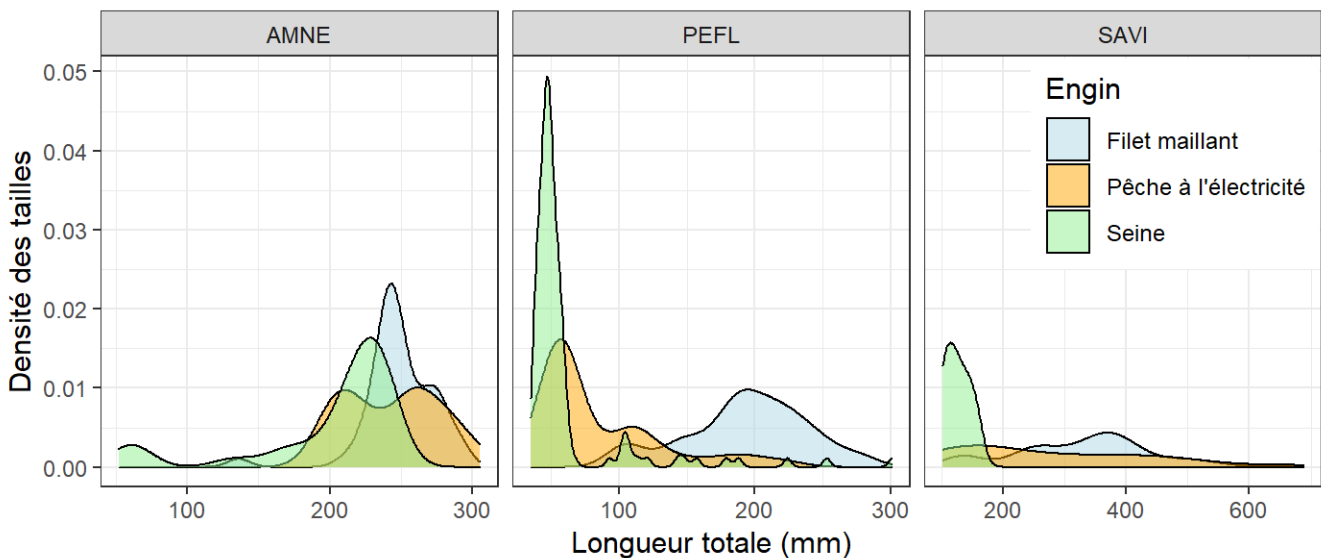


Figure 5. Distribution des fréquences de taille des barbottes brunes (AMNE), des perchaudes (PEFL) et des dorés jaunes (SAVI) capturés par les trois engins de pêche au lac Saint-Pierre en 2019

Les relations linéaires entre le variance inter-répliat et l'abondance moyenne étaient significatives pour la seine de rivage ($\log_{10}s^2 = 1,02 + 1,76 \cdot \log_{10}\bar{x}$; $R^2 = 0,98$; $p < 0,001$), la pêche à l'électricité ($\log_{10}s^2 = 0,44 + 1,35 \cdot \log_{10}\bar{x}$; $R^2 = 0,95$; $p < 0,001$) et le filet maillant ($\log_{10}s^2 = 0,51 + 1,38 \cdot \log_{10}\bar{x}$; $R^2 = 0,95$; $p < 0,001$; figure 6). Les coefficients de variation, lesquels représentent une mesure de la précision des estimations d'abondance, étaient pour leurs parts différents, soit de 0,41 pour la seine de rivage, de 0,31 pour la pêche à l'électricité et de 0,27 pour le filet maillant (figure 6).

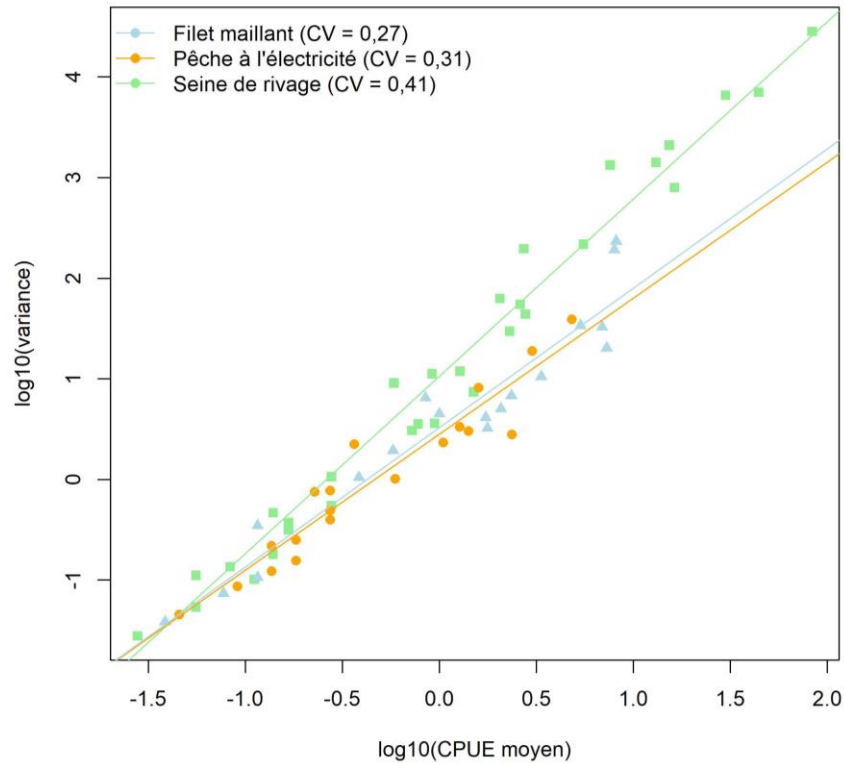


Figure 6. Relation entre la variance inter-répliat et l'abondance moyenne (formules disponibles dans le texte) et coefficients de variation de la moyenne pour trois engins de pêche au lac Saint-Pierre en 2019

Les relations linéaires entre l'abondance obtenue à la pêche à l'électricité et à la seine se sont avérées non significatives chez 18 des 19 espèces capturées par les deux engins (figure 7). Seul le modèle linéaire concernant la perchaude a mené à une relation significative de faible pouvoir prédictif ($\ln(\text{CPUE}_{\text{électricité}}) = 0,33 * \ln(\text{CPUE}_{\text{seine}}) + 0,72$, $p = 0,042$; $R^2 = 0,22$; $n = 19$).

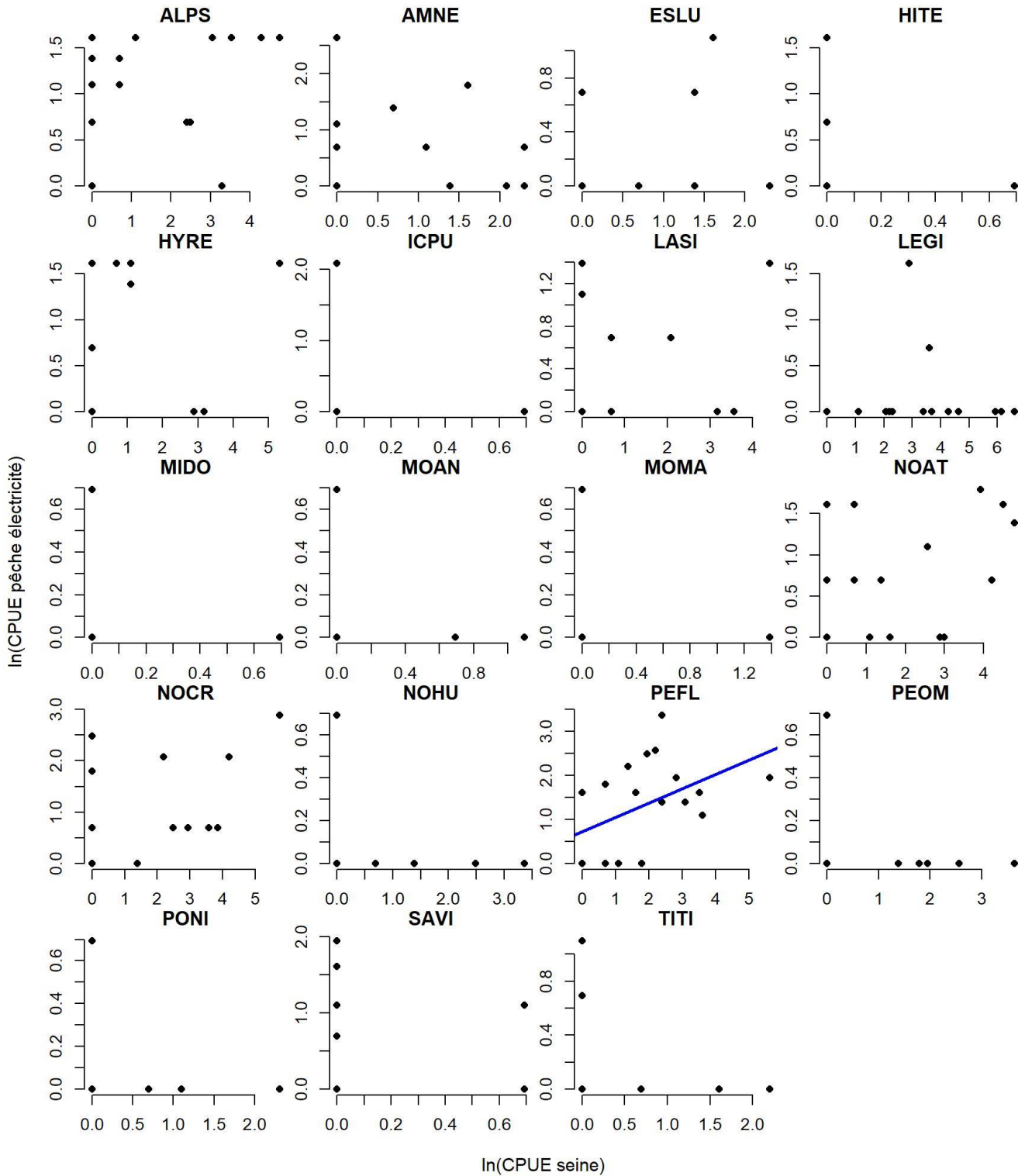


Figure 7. Relation linéaire entre les abondances (capture par unité d'effort; CPUE) obtenues à la pêche à l'électricité et à la seine (logarithme naturel). Seule la relation linéaire significative obtenue chez la perchaude (PEFL) a été représentée par une ligne bleue

4. Discussion

La combinaison de plusieurs engins de pêche représente une stratégie d'échantillonnage courante et efficace pour augmenter la représentativité des programmes de suivi des communautés de poissons. Cependant, cette stratégie doit être calibrée en vue de minimiser les biais et d'éviter les efforts d'échantillonnage redondants ou inutiles. Ce projet visait à déterminer si l'ajout de la pêche à l'électricité en embarcation serait un bon complément au RSI du Ministère.

Cette expérience a été menée en considérant la prémisse selon laquelle une comparaison adéquate de méthodes d'échantillonnage de poisson en milieu naturel est difficilement atteignable, voire impossible, dans bien des cas. Puisque les espèces et l'abondance des poissons à un lieu donné sont inconnues, une évaluation objective de la performance des engins entre eux est hasardeuse. Ajoutons que les communautés de poissons sont des entités dynamiques et hétérogènes. Un engin déployé dans un même site de capture peut donc produire des résultats diamétralement opposés à différentes périodes de l'année (Paradis et al. 2008) et même des résultats très variables entre les réplicats d'une même station échantillonnés à la même période (Pierce et al. 1990). De plus, il a été démontré que la capture de poissons dans un site donné, même sans prélèvement, nuira à la capturabilité des poissons pendant quelques heures, voire quelques jours (Smith et al. 2017). Puisque l'objectif était d'évaluer la performance globale de la combinaison d'engins et la valeur ajoutée de la pêche à l'électricité, nous devons analyser la performance de ceux-ci dans les conditions les plus proches de celles expérimentées au RSI au cours d'une année d'échantillonnage typique.

4.1 Apport de la pêche à l'électricité à la diversité mesurée par le Réseau de suivi ichtyologique

L'analyse des données de cette expérience montre que la contribution de la pêche à l'électricité sur le plan de la diversité est minime comparativement à celle des engins déjà utilisés dans le cadre du RSI. L'estimation de la diversité par la pêche à l'électricité est plus faible que les autres engins, avec un nombre moyen d'espèces observées par station de $6,1 \pm 1,5$ espèces par rapport à $8,5 \pm 2,7$ espèces et à $9,4 \pm 3,6$ espèces pour le filet maillant et la seine de rivage,

respectivement. Cette différence était appréhendée, notamment puisque la pêche à l'électricité est reconnue comme inefficace pour la capture de certaines espèces benthiques et territoriales qui, lorsqu'elles sont soumises aux champs électriques, tendent à rester immobiles sur le substrat (Jones 2011). C'est le cas des petits percidés et du gobie à taches noires, des espèces dépourvues de vessie natatoire et de capacité de natation verticale prolongée.

Dans les habitats peu profonds du lac Saint-Pierre, la pêche à l'électricité a permis de capturer une espèce de plus que la seine, soit la carpe commune (trois captures). Le présent rapport permet donc de réfuter partiellement l'hypothèse voulant que la pêche à l'électricité augmente la diversité des espèces observées par le RSI. Bien que l'observation d'espèces supplémentaires puisse représenter des données d'intérêt quant à la distribution de certaines espèces, elle requiert le déploiement d'un effort d'échantillonnage supplémentaire important. Le déploiement d'une équipe de pêche à l'électricité au lac Saint-Pierre a nécessité la contribution de trois personnes pour une période de cinq jours, sans compter le temps de préparation, de traitement des échantillons et de validation des données, ce qui peut représenter grossièrement plus de 15 jours-personnes.

Les valeurs d'équitabilité élevées (~ 1) pour la pêche à l'électricité et le filet maillant montrent que les captures ne sont pas dominées par un ou des taxons uniques, mais plutôt composées d'un assemblage relativement homogène (en nombre de captures) de plusieurs espèces. Au contraire, la seine produit des données plus variables, composés de stations où quelques espèces dominent et où les abondances sont très hétérogènes. Ces différences dans les estimations de richesse et d'équitabilité peuvent être liées à la façon dont se déploient les trois engins. Puisque la distribution spatiale des poissons est généralement organisée en mosaïque soumise à un fort effet de contagion, les communautés de poissons peuvent être vues comme des agrégats très variables dans l'espace (*patchiness*). La seine de rivage échantillonnant une surface limitée ($< 120 \text{ m}^2$), elle présente une plus grande probabilité d'échantillonner un secteur dominé par une ou plusieurs espèces ou, au contraire, un secteur de faible abondance de poissons. La pêche à l'électricité est utilisée le long d'un transect linéaire de 7 minutes, ce qui correspond à une distance d'environ 300 à 500 m selon les conditions de courants et la vitesse du bateau. Si l'on considère une largeur d'action d'environ 2 m, la surface couverte est d'environ 600 à 1000 m^2 . Cette méthode augmente donc non seulement la couverture spatiale, mais

également la probabilité de rencontre d'agrégats différents dans un même transect. Par simple probabilité statistique (théorème central limite), la convergence des données est augmentée et la variabilité de la diversité observée d'une station à l'autre est réduite. Par ce même principe, l'utilisation du filet maillant, qui est utilisé sur une distance de 120 m de façon passive durant une période moyenne de $24,7 \pm 3,2$ heures, maximise les chances de capture d'une grande diversité d'espèces mobiles de comportements différents, puisque son action s'échelonne sur un cycle nyctéméral complet (soir, nuit et aube).

Puisque le nombre d'espèces observées arrive à saturation plus rapidement dans le cas de la pêche à l'électricité, le recours à des transects plus longs ne semble pas représenter une stratégie valable si l'on veut augmenter le nombre d'espèces observées par cette technique. Au contraire, cette modification pourrait plutôt diminuer la variabilité des communautés observées entre les stations, en plus de diminuer le nombre de réplicats, des attributs non souhaitables dans le cadre d'un programme d'inventaire quantitatif des communautés.

Soulignons que pour certains besoins ponctuels, la pêche à l'électricité représente un engin intéressant. Le taux de capture par unité de temps obtenu par la pêche à l'électricité (~ 500 captures $\cdot h^{-1}$) était du même ordre de grandeur que celui de la seine (~ 800 captures $\cdot h^{-1}$), mais beaucoup plus élevé que celui du filet maillant (~ 15 captures $\cdot h^{-1}$). La pêche à l'électricité en embarcation peut représenter un bon engin si l'on souhaite établir rapidement le portrait des communautés de poissons d'un secteur difficile à pêcher à la seine ou au filet maillant. L'équitabilité élevée des captures à la pêche à l'électricité suggère que la communauté de poissons vulnérables à cet engin pourrait être caractérisée avec peu d'effort, ce qui représente un outil intéressant pour des estimations partielles de la communauté d'un secteur ou d'un plan d'eau donné. De plus, le fait que la pêche à l'électricité est une méthode de capture non létale représente un avantage considérable dans plusieurs contextes d'inventaire.

En matière de détection de la diversité d'espèces de poissons, l'analyse de l'ADN environnemental (ADNe) présente un fort potentiel de complémentarité avec les méthodes traditionnelles d'échantillonnage utilisées dans le cadre du RSI. Une étude récente a démontré que les méthodes d'inventaire utilisant l'ADNe offrent un pouvoir de détection des espèces complémentaire par rapport aux méthodes traditionnelles d'échantillonnage utilisées dans le cadre du RSI (Berger et al. 2020). Cette étude, menée dans le tronçon du fleuve situé entre

Montréal et Sorel, a démontré que la quantité d'espèces détectées par l'analyse métagénomique de l'ADNe était supérieure à la somme des détections combinées de la seine et du filet maillant. Une autre étude (Erik García Machado, communication personnelle) a pour sa part démontré que la sensibilité de détection de l'ADNe était supérieure à celle de cinq engins traditionnels de capture (seine, filet maillant, chalut, trappe fixe) sur l'ensemble des secteurs du fleuve Saint-Laurent, y compris les tronçons d'eau douce, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

4.2 Composition des communautés de poissons capturés au moyen des trois engins

Comme mentionné précédemment, le RSI se base sur un protocole ciblant deux grands types d'habitats, soit les habitats lenticques peu profonds associés au littoral (seine) et les habitats lotiques profonds du fleuve Saint-Laurent (filet maillant). Nos résultats d'analyse de communautés montrent bien que les communautés capturées par les deux engins du RSI sont effectivement typiques de ces assemblages, ce qui avait été observé par d'autres études précédentes (de la Chenelière et al. 2014; Foubert et al. 2018). Les données sur les communautés obtenues par la pêche à l'électricité se placent, comme attendu, dans une position intermédiaire par rapport au filet maillant et à la seine de rivage. Un examen des données indique cependant que les captures faites à la pêche à l'électricité montrent plus de similitudes avec les observations issues de l'utilisation de la seine de rivage. Comparativement au filet maillant, la pêche à l'électricité mène à une plus grande représentation de petits poissons pélagiques (ex. : cyprinidés), à une absence ou à une faible abondance de prédateurs pélagiques (ex. : bar rayé et alose savoureuse) et à une faible abondance de grands poissons benthiques (ex. : esturgeon jaune et barbotte brune). Il faut cependant considérer que ces constats ne sont valides que pour le lac Saint-Pierre et qu'ils pourraient varier dans d'autres milieux ou plans d'eau. La proportion des habitats profonds, inaccessibles à la pêche à l'électricité, et des habitats propices à la pêche à l'électricité (< 1,5 m) pourrait accentuer ou diminuer le décalage observé entre les types d'engins selon les caractéristiques du plan d'eau.

4.3 Structure en taille des captures à la pêche à l'électricité

Les données de structure en taille (annexe 2) montrent que les captures réalisées à la pêche à l'électricité sont composées de poissons de plus grande taille que ceux capturés à la seine,

mais de taille inférieure aux poissons capturés au filet maillant. Il a été démontré que les réponses physiologiques des poissons soumis à un courant électrique sont grandement réduites chez les poissons de petite taille (Dolan and Miranda 2003).

Comme attendu, l'utilisation de la seine de rivage a mené à une représentation de la structure en taille dominée par des petits poissons, dont la longueur était généralement inférieure à 100 mm. Il a été démontré que la forme et la composition du corps ainsi que le type de champs électriques produit par l'appareil de pêche à l'électricité sont des facteurs qui influencent la réponse physiologique des poissons au courant électrique (Bohlin et al. 1989; Reynolds 1996). Aussi n'est-il pas surprenant d'avoir observé des variations dans la sélectivité en fonction de la taille entre les espèces capturées par les trois types d'engins. Par exemple, les classes de taille échantillonnées pour la perchaude montraient une très faible différence entre la seine et la pêche à l'électricité, mais étaient systématiquement plus petites que les captures au filet maillant. Pour les classes de taille capturées chez la barbotte brune, elles étaient les mêmes pour les trois engins utilisés, ce qui suggère que la réponse physiologique est probablement plus uniforme chez cette espèce. Il est donc impossible de réfuter l'hypothèse selon laquelle la structure en taille des poissons capturés à la pêche à l'électricité se situe systématiquement entre celles obtenues à la seine et au filet maillant, mais certaines nuances doivent être apportées si l'on s'intéresse à une espèce en particulier.

4.4 Abondance relative des poissons mesurée par les trois engins

Comme le RSI vise notamment à estimer l'abondance de certaines espèces, il était important de s'attarder aux estimations fournies par les trois engins pour comprendre leur capacité à détecter des variations d'abondance. Pour être en mesure de produire une estimation de l'abondance fiable, il faut que les engins utilisés atteignent un niveau minimal de précision en vue de fournir des données capables de détecter un changement d'abondance selon un niveau de confiance déterminé (ex. : facteur alpha). Les modèles linéaires de la variance inter-répliquat ont montré que, comme attendu, la variance des estimations augmente avec les abondances moyennes observées pour les trois engins. Selon nos résultats, la précision des estimations d'abondance entre les trois engins est comparable, mais le filet maillant et la pêche à l'électricité montrent une précision plus grande que la seine de rivage pour un même niveau d'abondance. Ce résultat signifie qu'à effort égal, ces deux engins produisent des estimations d'abondance

capables de détecter des variations d'abondance plus faibles que la seine. Cependant, comme la seine est généralement déployée dans un plus grand nombre de stations que les filets maillants lors du RSI, cette variation de précision devrait être compensée par l'effort.

Les relations entre les abondances de poissons capturés à la seine de rivage et à la pêche à l'électricité en embarcation étaient généralement non significatives. Ce résultat était appréhendé, compte tenu de la différence dans les biais de capture des deux engins, et demeure cohérent par rapport aux autres résultats de cette expérience. De façon générale, les abondances obtenues à la pêche à l'électricité n'étaient donc pas directement comparables avec celles faites à la seine, exception faite de la perchaude. Ces résultats concordent avec les conclusions de Paquin et Brodeur (2021) qui ont démontré, selon les espèces, soit une surreprésentation (ex. : tanche), soit une sous-représentation (ex. : barbotte brune) dans les captures faites à la pêche à l'électricité par rapport à la communauté de poissons présents. Il convient cependant de rappeler que les relations présentées dans le présent rapport sont basées sur un nombre limité d'observations. La durée entre les échantillonnages, les différences de position entre les stations et les conditions météorologiques au moment de l'échantillonnage sont autant de facteurs qui influencent les résultats et qui entravent notre capacité à tester cette hypothèse. Nos résultats ne permettent pas de réfuter complètement l'hypothèse de départ, mais ils suggèrent que les estimations d'abondance de la pêche à l'électricité et de la seine sont rarement directement comparables.

5. Conclusion

L'objectif du présent projet était de déterminer, au moyen de quatre hypothèses de travail, si l'ajout de la pêche à l'électricité en embarcation représente une avenue intéressante pour le RSI. Il nous semble clair que l'ajout d'un tel échantillonnage ne représente pas une amélioration significative des données de captures du filet maillant et de la seine utilisées dans le cadre du RSI. Le temps investi au déploiement de la pêche à l'électricité, qui représentait 15 jours-personnes pour le lac Saint-Pierre en 2019, n'a pas mené à une meilleure estimation de la biodiversité, n'a comblé que partiellement les manques dans les communautés observées par les deux engins couramment utilisés, n'a pas significativement élargi la gamme des tailles échantillonnées et ne peut pas raffiner les estimations d'abondance. Ajoutons que la pêche à l'électricité est plus difficile à normaliser que les deux autres engins, notamment en raison de l'influence des paramètres qui peuvent moduler la réaction physiologique des poissons (ex. : conductivité, forme du corps, position des anodes). Notons aussi que ses performances varieront en fonction de la proportion de zones peu profondes et de la transparence de l'eau, laquelle est fortement réduite dans certains secteurs du fleuve Saint-Laurent. Les données de la présente étude ont permis de clarifier les biais associés de la pêche à l'électricité en embarcation, lorsqu'elle est utilisée dans les habitats du fleuve Saint-Laurent. Pour des usages ponctuels, cet engin de pêche représente donc une méthode d'échantillonnage rapide et non létale qui permet une représentation de la communauté de poissons se situant entre le filet maillant et la seine de rivage.

6. Références

- Berger, C.S., Hernandez, C., Laporte, M., Côté, G., Paradis, Y., Kameni T, D.W., Normandeau, E., and Bernatchez, L. 2020. Fine-scale environmental heterogeneity shapes fluvial fish communities as revealed by eDNA metabarcoding. *Environmental DNA* **n/a**(n/a). doi:10.1002/edn3.129.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G., and Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing — Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* **173**(1): 9-43. doi:10.1007/BF00008596.
- Copp, G.H. 1989. Electrofishing for fish larvae and 0+ juveniles: equipment modifications for increased efficiency with short fishes. *Aquaculture Research* **20**(4): 453-462. doi:10.1111/j.1365-2109.1989.tb00372.x.
- Cyr, H., Downing, J.A., Lalonde, S., Baines, S.B., and Pace, M.L. 1992. Sampling Larval Fish Populations: Choice of Sample Number and Size. *Transactions of the American Fisheries Society* **121**(3): 356-368. doi:[https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1992\)121<0356:SLFPCO>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1992)121<0356:SLFPCO>2.3.CO;2).
- de la Chenelière, V., Brodeur, P., and Mingelbier, M. 2014. Restauration des habitats du lac Saint-Pierre: un prérequis au rétablissement de la perchaude. *Le Naturaliste canadien* **138**(2): 50-61.
- Deschamps, D., Brodeur, P., Côté, C., and Vachon, N. 2019. Protocole d'échantillonnage du Réseau de suivi ichthyologique annuel du fleuve Saint-Laurent : Lac Saint-Pierre 2019. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec.
- Dolan, C.R., and Miranda, L.E. 2003. Immobilization thresholds of electrofishing relative to fish size. *Transactions of the American Fisheries Society* **132**(5): 969-976. doi:10.1577/T02-055.
- Foubert, A., Lecomte, F., Legendre, P., and Cusson, M. 2018. Spatial organisation of fish communities in the St. Lawrence River: a test for longitudinal gradients and spatial heterogeneities in a large river system. *Hydrobiologia* **809**(1): 155-173. doi:10.1007/s10750-017-3457-z.
- Hill, T.D., and Willis, D.W. 1994. Influence of water conductivity on pulsed ac and pulsed dc electrofishing catch rates for Largemouth Bass. *North American Journal of Fisheries Management* **14**(1): 202-207. doi:10.1577/1548-8675(1994)014<0202:IOWCOP>2.3.CO;2.

- Jones, N.E. 2011. Electrofishing Rivers: Nearshore Community. Sampling Methodologies for Ontario's Flowing Waters. Ontario Ministry of Natural Resources, Aquatic Research and Development Section, River and Stream Ecology Lab, Ontario.
- La Violette, N., Fournier, D., Dumont, P., and Mailhot, Y. 2003. Caractérisation des communautés de poissons et développement d'un indice d'intégrité biotique pour le fleuve Saint-Laurent, 1995-1997. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, Québec.
- Legendre, P., and Gallagher, E.D. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*(129): 271-280.
- Ludwig, J.A., and Reynolds, J.F. 1988. *Statistical Ecology*. John Wiley, Hoboken, NY.
- Mingelbier, M., Paradis, Y., Brodeur, P., de la Chenelière, V., Lecomte, F., Hatin, D., and Verreault, G. 2016. Gestion des poissons d'eau douce et migrateurs dans le Saint-Laurent : mandats, enjeux et perspectives. *Le Naturaliste canadien* **140**(2): 74-90. doi:<https://doi.org/10.7202/1036506ar>.
- Mingelbier, M., Trencia, G., Dumas, R., Dumas, B., Mailhot, Y., Bouchard, C., Manolesco, D.C., Brodeur, P., Hudon, C., and Ouellet, G. 2001. Avis scientifique concernant la mortalité massive des carpes dans le Saint-Laurent durant l'été 2001. Société de la faune et des parcs du Québec, Québec, Canada.
- Morissette, O., Paradis, Y., Pouliot, R., and Lecomte, F. 2018. Spatio-temporal changes in the littoral fish community structure along the St. Lawrence River (Québec, Canada) following the round goby (*Neogobius melanostomus*) invasion. *Aquatic Invasions* **13**(4): 501-512. doi:<https://doi.org/10.3391/ai.2018.13.4.08>.
- Oksanen, J., Blanchet, G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G., Solymos, P., Stevens, H.H., Szoecs, E., and Wagner, H. 2017. *vegan*: Community Ecology Package.
- Paquin, É., and Brodeur, P. 2021. Efficacité d'une embarcation de pêche électrique à échantillonner le littoral du lac Saint-Pierre. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec.
- Paradis, Y., Mingelbier, M., Brodeur, P., and Magnan, P. 2008. Comparisons of Catch and Precision of Pop Nets, Push Nets, and Seines for Sampling Larval and Juvenile Yellow Perch. *North American Journal of Fisheries Management* **28**(5): 1554-1562. doi:10.1577/M07-122.1.
- Paradis, Y., Mingelbier, M., Brodeur, P., Vachon, N., Côté, C., Hatin, D., Couillard, M.-A., Verreault, G., L'Italien, L., Pouliot, R., Foubert, A., Lecomte, F., Valiquette, É., and Côté-Vaillancourt, D. 2020. État des communautés de poissons des eaux douces et saumâtres du Saint-Laurent. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, P.d.A. Saint-Laurent, Québec.

- Pierce, C.L., Rasmussen, J.B., and Leggett, W.C. 1990. Sampling Littoral Fish with a Seine: Corrections for Variable Capture Efficiency. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **47**(5): 1004-1010. doi:10.1139/f90-115.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria.
- R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria.
- Reynolds, J.B. 1996. Electrofishing. *In Fisheries techniques second edition. Edited by B.R. Murphy and D.W. Willis. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. pp. 221-251.*
- Smith, B.J., Simpkins, D.G., and Strakosh, T. 2017. How quickly do fish communities recover from boat electrofishing in large lakes? *Journal of Fish and Wildlife Management*. doi:10.3996/032017-JFWM-021.

Annexes

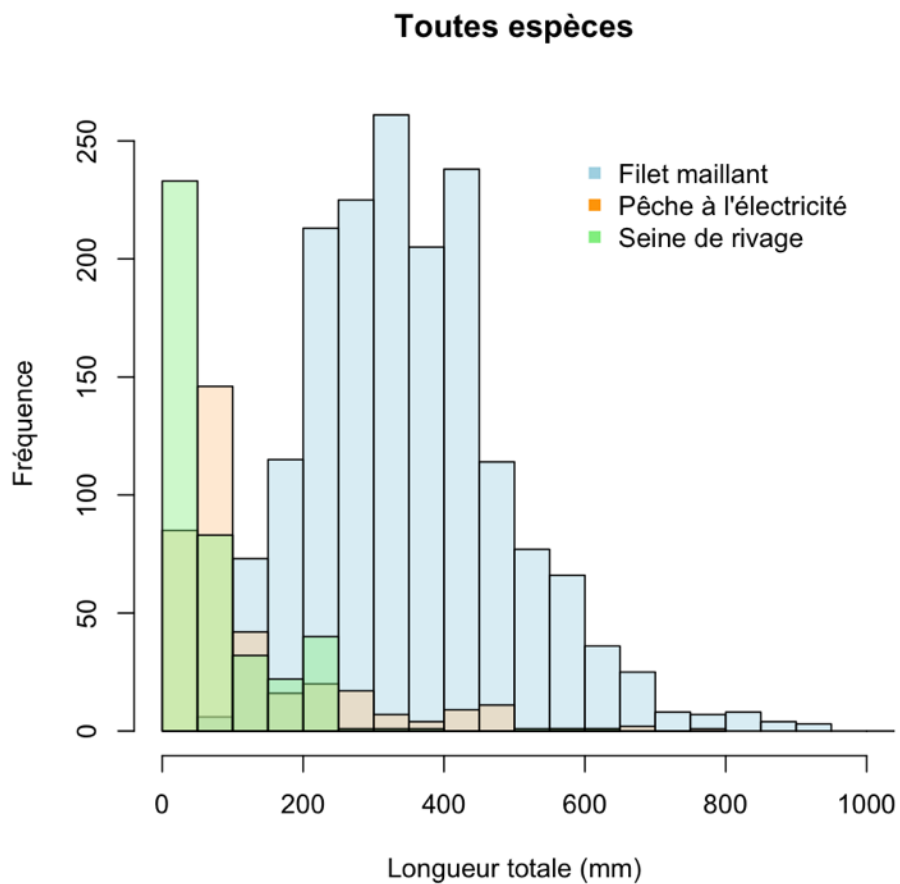
Annexe 1. Capture par unité d'effort (CPUE), moyenne et écart-type (ÉT) de toutes les espèces capturées par trois engins de pêche.

Espèce	Nom français	Filet maillant		Pêche à l'électricité		Seine de rivage	
		Moyenne	ÉT	Moyenne	ÉT	Moyenne	ÉT
ACFU	Esturgeon jaune	1,8	1,8				
ALSA	Alose savoureuse	0,8	0,3				
ALPS	Gaspereau			2,4	1,7	16,3	28,1
AMNE	Barbotte brune	1,7	2,4	1,6	2,9	1,5	2,7
AMRU	Crapet de roche	0,1	0,3			1,3	3,4
APGR	Malachigan			0,5	0,2		
CACO	Meunier noir	2,3	2,7	0,2	0,4	0,8	0,4
CYSI	Méné bleu					0,6	3,8
CYCA	Carpe commune			0,1	0,5		
ESLU	Grand brochet	0,6	1,4	0,2	0,5	0,9	1,9
ETOL	Raseux-de-terre gris					2,6	7,5
FUDI	Fondule barré					2,7	14,0
HITE	Laquaiche argentée	8,2	15,3	0,3	0,9	0,8	0,4
HYRE	Méné d'argent			1,3	1,8	13,8	37,5
ICPU	Barbue de rivière	6,9	5,7	0,4	1,5	0,6	0,2
LASI	Crayon d'argent			0,6	1,8	5,5	14,7
LEGI	Crapet-soleil	0,4	0,2	0,2	0,9	83,6	168,2
LEOS	Lépisosté osseux	0,4	0,2			0,3	0,2
MIDO	Achigan à petite bouche	1,0	2,1	0,3	0,7	0,3	0,2
MISA	Achigan à grande bouche					0,3	0,7
MOAM	Baret	0,8	2,5	0,5	0,2	0,3	0,2
MOAN	Chevalier blanc	2,8	2,2	0,5	0,2	0,1	0,4
MOMA	Chevalier rouge	7,3	4,5	1,0	0,3	0,2	0,7
MOSA	Bar rayé	0,4	0,2				
NEME	Gobie à taches noires					0,1	0,3
NOAT	Méné émeraude			1,5	1,7	44,4	83,8

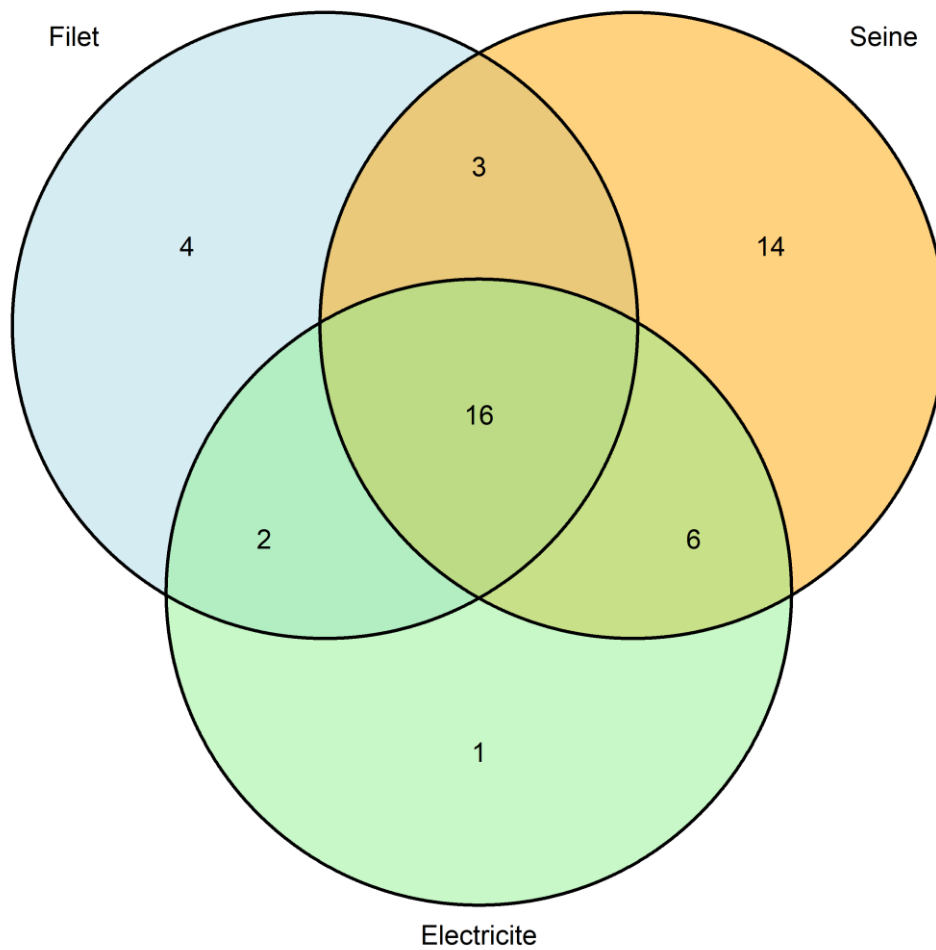
NOBI	Méné d'herbe					7,6	36,4
NOCR	Méné jaune	0,1	0,6	3,0	4,3	29,9	81,9
NOGY	Chat-fou brun					0,3	0,2
NOHD	Méné à menton noir					0,1	0,7
NOHL	Méné à museau noir					0,3	0,2
NOHU	Méné à tache noire	0,4	0,2	0,5	0,2	2,4	5,4
NORU	Méné à tête rose					0,6	0,3
NOSV	Méné paille ou pâle					2,6	7,9
NOVO	Méné pâle			0,5	0,2	0,3	1,3
OSMO	Éperlan arc-en-ciel					0,3	0,2
PECA	Fouille-roche zébré	0,1	0,3			0,1	0,3
PECO	Fouille-roche gris					0,3	0,2
PEFL	Perchaude	8,0	13,8	4,8	6,3	15,3	45,8
PEOM	Omisco			1,0	0,3	2,8	6,6
PINO	Méné à museau arrondi					0,9	3,3
PONI	Marigane noire	0,4	0,2	0,5	0,2	0,7	1,8
SECO	Ouitouche	0,02	0,02				
SACA	Doré noir	3,3	3,2	0,1	0,4		
SAVI	Doré jaune	5,3	5,8	1,5	1,5	0,2	0,6
TITI	Tanche	0,4	1,2	0,3	0,6	0,8	1,9
Moyenne		2,3	2,9	0,9	1,2	6,2	14,5

* Les codes d'espèces capturées par les trois engins sont présentés en gras

Annexe 2. Distribution des fréquences de taille des poissons capturés par trois engins de pêche, toutes espèces confondues



Annexe 3. Diagramme de Venn du nombre d'espèces communes et uniques à chacun des engins de pêche utilisés. Les espèces communes et uniques principales sont énumérées dans le texte.



Annexe 4. Analyse de la représentativité des données de pêche à la seine en 2019 par rapport aux inventaires historiques du RSI

Les modifications apportées au protocole d'échantillonnage à la seine du RSI, attribuables aux conditions de haut niveau d'eau de 2019, ont soulevé des questions sur la représentativité de cet inventaire par rapport aux années antérieures et donc sur la validité des comparaisons de la présente étude. Afin d'explorer ces questions, les structures des communautés des divers inventaires ont été comparées.

Pour procéder à cette comparaison, nous avons utilisé les données de CPUE par espèces et par années d'inventaire du RSI obtenues à la seine au lac Saint-Pierre depuis la création du réseau, en 1995. Afin de fournir un point de comparaison d'un inventaire atypique, nous avons également inclus les données de captures faites à la pêche à l'électricité en 2019, qui sont l'objet du présent rapport. Afin d'évaluer la différence entre les années d'inventaire, nous avons fait une analyse de similitude (ANOSIM), qui est essentiellement une analyse de variance sur une matrice de distance signée. L'ANOSIM produit deux résultats, soit un test du ratio de valeur F associé à une valeur de p, au même titre qu'une ANOVA traditionnelle, et une valeur R fournissant une appréciation de la similarité des communautés en fonction des facteurs de groupement. Cette valeur varie de 0 (communautés complètement identiques) à 1 (communautés complètement différentes). Cette analyse a été réalisée avec la fonction *anosim* associée à la librairie *vegan* (Oksanen *et al.* 2017) du logiciel statistique R. Nous avons utilisé la distance de Bray-Curtis afin de calculer la matrice de distance, pour ses propriétés asymétriques qui gèrent plus efficacement le problème des doubles zéros (fonction *vegdist* (*vegan*), *method* = « bray »). Les différentes années d'inventaire ont été utilisées comme facteur de groupement. Nous avons également calculé les distances moyennes au sein des inventaires et entre ceux-ci (*among* and *within*), basées sur cette même matrice de distance de Bray-Curtis avec la fonction *meandist* (*vegan*). Ces distances ont été ordonnées dans un arbre hiérarchique natif à la fonction *meandist*.

Les résultats de l'ANOSIM montrent qu'il existe une différence significative ($p = 0,001$) entre les communautés observées attribuable à l'année d'inventaire. Cependant, ces groupements sont en général faiblement différenciés les uns par rapport aux autres ($R = 0,13$). Le calcul de la

dissimilarité (Bray-Curtis) moyenne au sein des années et entre elles suggère que celle-ci est en moyenne de 0,88 entre les groupes et de 0,83 au sein d'un même groupe. L'arbre hiérarchique montre que la distinction entre les communautés touche principalement deux groupes, soit les inventaires de 1995 et 2019 à la pêche à l'électricité et tous les autres (figure A3.1).

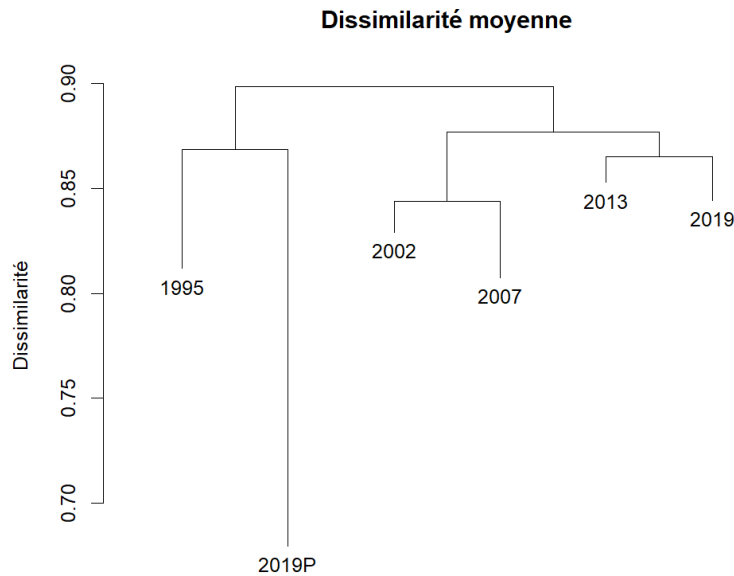


Figure A3.1 Arbre hiérarchique du groupement montrant la dissimilarité moyenne des communautés observées dans les inventaires à la seine et à la pêche à l'électricité (2019P)

Considérant ces analyses, il est possible de confirmer qu'il existe une certaine variabilité, laquelle est attendue, entre les années d'inventaire. La communauté atypique, comprise dans l'analyse comme une valeur de comparaison, montre une dissimilarité plus importante avec le reste des inventaires à la seine du RSI. Les données de pêche à la seine obtenues en 2019 ne sont pas significativement différentes de celles des autres inventaires. Le changement de protocole implanté en 2019 n'aurait pas eu d'effet à ce titre. Ces résultats suggèrent donc que l'inventaire à la seine de 2019 représente un échantillonnage typique du RSI.



**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec 