

2024

Chaire de recherche  
sur les espèces  
aquatiques exploitées

# Diversité et abondance des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean

Rosalie Gagnon, Sonya Lévesque et Pascal Sirois

Pour le Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean (CGDLSJ)



## UQAC

**Chaire de recherche sur les espèces  
aquatiques exploitées (CREAE)**  
Université du Québec à Chicoutimi

**Référence à citer :**

Gagnon, R., Lévesque, S. et Sirois P. (2024). Diversité et abondance des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean. Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées, produit pour le Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean (CGDLSJ). Université du Québec à Chicoutimi.

Rapport de recherche

Chaire de recherche  
sur les espèces  
aquatiques exploitées

Université du Québec à Chicoutimi

**Diversité et abondance des poissons fourrages littoraux du lac  
Saint-Jean**

Rosalie Gagnon, Sonya Lévesque et Pascal Sirois

Pour le Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean (CGDLSJ)

En partenariat avec :



**Rio Tinto**



---

Département des sciences fondamentales  
Université du Québec à Chicoutimi  
555, boulevard de l'Université, Chicoutimi, Québec, G7H 2B1

## REMERCIEMENTS

Nous remercions le Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean (CGDLSJ) pour son rôle de premier plan dans la coordination du projet en regroupant les acteurs du milieu ainsi que les ressources financières et techniques.

Nous reconnaissons la contribution financière de Rio Tinto (RT) et de la Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean (CLAP) au projet d'acquisition de connaissances sur les poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean. Nous remercions aussi le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec (MELCCFP), les MRC du Domaine-du-Roy, de Lac-Saint-Jean-Est et de Maria-Chapdelaine, l'Organisme de bassin versant Lac-Saint-Jean (OBVLSJ), ainsi que le Pekuakamiulnuatsh Takuhikan pour leur contribution en nature au projet.

Nous soulignons aussi la collaboration des membres du comité scientifique du CGDLSJ à la révision du protocole et des rapports annuels : Marc Archer (CLAP), David Cleary (Pekuakamiulnuatsh Takuhikan), Karine Gagnon (MELCCFP), Caroline Jollette (RT), Anne Malamoud (OBVLSJ), Claude Pelletier (Société des établissements de plein air du Québec), Véronique Tremblay (MELCCFP) et enfin Tommy Tremblay (Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay–Lac-Saint-Jean). Leurs suggestions contribuent à l'amélioration du projet.

De plus, nous remercions le MELCCFP de sa contribution à l'effort d'échantillonnage. Le MELCCFP est un partenaire essentiel au projet puisqu'il fournit des équipements ainsi que des techniciens expérimentés.

Nous sommes reconnaissants envers les gens des différentes affiliations qui ont participé à l'effort d'échantillonnage : Rock-Olivier Bernard, Judith Boulianne, Martin Breton, Olivier Flamand, Félix Gagnon, Julien Lemay, Ivan Mahu et Julien Moras. Vous avez mené à bien une longue campagne d'échantillonnage dans la rigueur et la bonne humeur.

Enfin, Sonya Lévesque et Rosalie Gagnon remercient la Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées de l'Université du Québec à Chicoutimi de leur donner accès à un environnement de travail stimulant et à des ressources humaines et techniques précieuses, notamment Anne-Lise Fortin et Félix Gagnon.

## RÉSUMÉ

Les poissons fourrages littoraux constituent un maillon essentiel, quoique souvent méconnu, des réseaux trophiques aquatiques. Ce terme rassemble tous les petits poissons (jeunes de l'année et adultes) qui nourrissent les poissons piscivores, dont plusieurs sont ciblés par la pêche sportive. Au lac Saint-Jean, il s'agit de l'éperlan arc-en-ciel, du méné émeraude, du méné à tache noire, du naseux des rapides, de la ouitouche, de l'omisco, du fouille-roche zébré d'un an et plus ( $\geq 1+$ ) et des jeunes de l'année (0+) de catostomidés (meunier rouge et meunier noir) et de perchaude. Le projet d'acquisition de connaissances sur les poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean est porté par les intervenants du milieu régional et a pour but de mesurer les variations interannuelles de l'abondance de ces différentes espèces indicatrices.

L'échantillonnage des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean a été effectué à 162 stations par trois équipes de trois échantillonneurs du 4 au 18 juillet 2023, entre 05:00 et 13:00. La turbidité (NTU) et la température ( $^{\circ}\text{C}$ ) de l'eau étaient mesurées à chaque station suivant le coup de seine. En 2023, 133 870 poissons (132 786 jeunes de l'année et 1 084 poissons d'un an et plus) ont été capturés, plaçant 2023 au-dessus de la moyenne des dernières années pour le nombre de poissons de l'année capturés, mais bien en deçà du nombre moyen de poisson fourrage d'un an et plus capturés depuis 2019.

L'abondance relative moyenne calculée d'après la moyenne géométrique était de 83 poissons par coup de seine (0+ et  $\geq 1+$  confondus). Les espèces indicatrices présentant les indices d'abondance les plus élevés étaient la perchaude 0+ et les catostomidés 0+, suivi du fouille-roche zébré  $\geq 1+$ . Les indices d'abondance des espèces indicatrices mesurés en 2023 étaient moindres ou similaires à ceux mesurés en 2022, sauf pour la perchaude de l'année qui a vu son indice d'abondance bondir à 5,24 individus par coup de seine. Par ailleurs, les indices d'abondance du méné émeraude, du méné à tache noire, de l'omisco et de l'éperlan arc-en-ciel ont diminué jusqu'à atteindre les plus faibles valeurs calculées pour l'ensemble des périodes étudiées (1989 à 1991 et 2019 à 2023). Les indices d'occurrence ont eux aussi considérablement diminué en 2023 pour ces espèces, alors qu'ils sont demeurés similaires aux valeurs de 2022 pour les autres espèces indicatrices.

Enfin, l'abondance totale des poissons fourrages littoraux d'un an et plus était statistiquement corrélée à la turbidité et à la température de l'eau (respectivement  $\rho = 0,24$ ;  $p = 0,002$  et  $\rho = 0,23$ ;  $p = 0,004$ ). Cette corrélation avec la turbidité est récurrente depuis le début du projet d'acquisition de connaissances en 2019.

## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	i
RÉSUMÉ .....	iii
TABLE DES MATIÈRES .....	v
LISTE DES FIGURES .....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES ANNEXES .....	ix
INTRODUCTION .....	11
CONTEXTE.....	11
ÉTAT DES CONNAISSANCES .....	12
MATÉRIEL ET MÉTHODE .....	14
Site à l'étude .....	14
Traitement des poissons.....	16
Physico-chimie de l'eau.....	17
Traitement et analyse des données .....	18
Analyse de corrélations.....	18
RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	19
Espèces de poissons capturées.....	19
Abondance relative des poissons fourrages.....	23
Indice d'abondance relative par espèce indicatrice .....	27
Variables environnementales.....	34
Corrélations entre l'abondance des poissons fourrages et les variables abiotiques ..	37
CONCLUSION .....	41
RÉFÉRENCES .....	42
ANNEXES .....	45

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Distribution des 162 stations d'échantillonnage autour du lac Saint-Jean (cercles gris) en fonction de la profondeur de l'eau en été en mètres (Service hydrographique du Canada; dégradé de gris). Les numéros de stations ne sont pas indiqués pour alléger la figure, cependant les coordonnées peuvent être trouvées à l'annexe 1. Les sections d'exclusion du Parc de la Pointe-Taillon sont indiquées par deux traits noirs..... 15
- Figure 2 : Distribution de fréquence de l'abondance des poissons fourrages littoraux toutes espèces confondues en juillet 2023 au lac Saint-Jean, selon le stade (A) 0+ en gris et (B)  $\geq 1+$  en blanc (n = 162). La distribution de fréquence d'abondance des poissons 0+ est plus étendue que celle des  $\geq 1+$  (noter l'échelle logarithmique de l'abondance des 0+). ..... 24
- Figure 3 : Abondance relative par station de tous les poissons fourrages littoraux capturés en juillet 2023 au lac Saint-Jean selon le stade (A) jeunes de l'année, et (B) poissons d'un an et plus. L'abondance relative correspond au nombre de poissons capturés dans un coup de seine standardisé. Les stations sans poisson ne sont pas indiquées dans le but d'alléger les figures. Noter le changement d'échelle de l'abondance entre les deux graphiques. .... 26
- Figure 4 : Indices d'abondance relative (nombre de poissons par coup de seine  $\pm$  intervalle de confiance à 95 %) des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean échantillonnés au cours du mois de juillet 2023. Les espèces indicatrices sont les catostomidés et la perchaude de l'année (CASP et PEFL 0+), ainsi que le méné émeraude, le méné à tache noire, l'éperlan arc-en-ciel, le fouille-roche zébré, l'omisco, le naseux des rapides et la ouitouche d'un an et plus (respectivement NOAT, HUH, OSMO, PECA, PEOM, RHCA et SECO  $\geq 1+$ ; voir l'annexe 2 pour les abréviations). ..... 29
- Figure 5 : Comparaison de l'indice d'abondance relative de l'ensemble des poissons fourrages littoraux en juillet au lac Saint-Jean entre les échantillonnages de 1989 à 1991 et 2019 à 2023 pour (A) le total des jeunes de l'année et (B) le total des poissons d'un an et plus. L'indice d'abondance relative est le nombre moyen (moyenne géométrique) de poissons capturés par coup de seine uniformisé ( $\pm$  intervalle de confiance à 95 %). Noter les échelles différentes pour les deux stades. Les données récoltées avant 2019 ont été standardisées par unité de surface afin de les comparer aux données actuelles, néanmoins ces comparaisons doivent être interprétées avec prudence puisque les données proviennent d'une seine et d'une méthode de capture différentes. .... 31
- Figure 6 : Indice d'occurrence ( $\pm$  intervalle de confiance à 95 %) de l'ensemble des espèces de poissons échantillonnées en zone littorale au lac Saint-Jean en juillet 2023, selon

- le stade (0+ en gris et  $\geq 1+$  en blanc). Voir le tableau 2 pour la liste des abréviations.  
 ..... 33
- Figure 7 : Représentation de la température de l'eau dans les stations échantillonnées au cours du mois de juillet 2023, dans le cadre du suivi des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean. Les cercles gris clair indiquent les sites dont l'eau était plus chaude qu'attendue (indices positifs, °C), alors que les cercles gris foncé décrivent les sites dont l'eau était plus froide qu'attendue (indices négatifs). Plus le cercle est grand, plus la température mesurée s'éloignait de la température attendue. .... 35
- Figure 8 : Turbidité de l'eau (NTU) mesurée dans les stations échantillonnées au cours du mois de juillet 2023, dans le cadre du suivi des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean. Plus le cercle est grand, plus la turbidité est élevée. Les zones pointillées indiquent un substrat de sable alors que les zones hachurées montrent les secteurs rocheux (André Marsan & Associés 1983). ..... 36
- Figure 9 : L'abondance relative du total des poissons fourrages d'un an et plus ( $n \cdot \text{coup de seine}^{-1}$ ) était positivement corrélée à la turbidité de l'eau de la station (NTU;  $\rho = 0,24$ ;  $p < 0,0001$ ). Prendre note de l'échelle logarithmique de l'axe de la turbidité. .... 38
- Figure 10 : L'abondance relative du total des poissons fourrages d'un an et plus ( $n \cdot \text{coup de seine}^{-1}$ ) était positivement corrélée aux indices de température de l'eau (°C;  $\rho = 0,23$ ;  $p < 0,004$ ). Prendre note de l'échelle logarithmique de l'axe de l'abondance des poissons. .... 39

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 : Récapitulatif de l'effort d'échantillonnage des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean du 4 au 18 juillet 2023 en nombre de coups de seine par jour par équipe. Les trois équipes de travail ont complété les 162 stations en 10 jours d'échantillonnage. .... 16
- Tableau 2 : Identification et dénombrement des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean selon leur stade, du 4 au 18 juillet 2023. Les jeunes poissons de l'année sont regroupés sous le terme 0+, ce qui souligne qu'ils en sont à leurs premiers mois de vie. Les poissons adultes et certains juvéniles sont regroupés sous le terme  $\geq 1+$ , indiquant qu'ils ont au moins un an de vie. Les nombres soulignés correspondent aux espèces indicatrices et à leur stade (voir l'annexe 2). .... 20
- Tableau 3 : Dénombrement moyen des espèces-stades indicatrices du projet d'acquisition de connaissances des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean de 2019 à 2023. Les données de 2019, 2020, 2021 et 2022 sont tirées respectivement de Lévesque et Sirois (2020, 2021, 2022) et Lévesque et al. 2023)..... 22
- Tableau 4 : Sommaire de l'étendue des données abiotiques mesurées aux stations d'échantillonnage littorales du lac Saint-Jean, entre le 4 et le 18 juillet 2023. La température de l'eau est mesurée en degrés Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) alors que la turbidité est exprimée en Unité de Turbidité Néphélométrique (NTU). .... 34
- Tableau 5 : Corrélations de Spearman significatives entre l'abondance des différentes espèces-stades indicateurs et les variables abiotiques mesurées dans le cadre du suivi de l'abondance des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean en juillet 2023..... 38

## LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Coordonnées des 162 stations d'échantillonnage des poissons fourrages littoraux autour du lac Saint-Jean. Les coordonnées de certaines stations ont été légèrement ajustées dans certains cas en fonction des conditions rencontrées sur le site. .... 46
- Annexe 2 : Liste des espèces indicatrices et de leur stade, telles qu'identifiées par Plourde-Lavoie et Sirois (2016c) d'après les données des échantillonnages des poissons fourrages littoraux du début des années 1990. .... 51
- Annexe 3 : Relation entre la turbidité mesurée en Unité Néphélométrique à la Formazine (FNU) par la sonde Lamothe 2020T/ible et la turbidité mesurée en Unité de Turbidité Néphélométrique (NTU) avec les sondes RBRduo<sup>3</sup>. .... 52
- Annexe 4 : Illustration conceptuelle de la courbe de survie d'une cohorte de poisson d'eau salée, de l'œuf à l'adulte (tiré de Houde 2002). Le taux de mortalité associé aux poissons d'eau douce est comparativement plus faible, mais reste substantiel (96,4 % de la cohorte ne survit pas au stade larvaire plutôt que 99,71 % en moyenne pour les espèces marines). .... 53
- Annexe 5 : Abondance relative des espèces indicatrices de poissons fourrages littoraux capturées en juillet 2023 dans les stations d'échantillonnage au lac Saint-Jean. L'abondance relative correspond au nombre de poissons capturés dans un coup de seine standardisé pour (A) les catostomidés de l'année, (B) la perchaude de l'année, (C) le méné à tache noire d'un an et plus, (D) le méné émeraude d'un an et plus, (E) l'éperlan arc-en-ciel d'un an et plus, (F) le fouille-roche zébré d'un an et plus, (G) l'omisco d'un an et plus, (H) le naseux des rapides d'un an et plus et (I) la outouche d'un an et plus. Les stations sans poisson de l'espèce visée ne sont pas indiquées dans le but d'alléger les figures. .... 54
- Annexe 6 : Comparaison de l'indice d'abondance relative des espèces indicatrices des poissons fourrages littoraux en juillet au lac Saint-Jean entre les échantillonnages de 2019 à 2023 et ceux de 1989 à 1991. Le nombre moyen (moyenne géométrique) de poissons capturés par coup de seine uniformisé ( $\pm$  intervalle de confiance à 95 %) est indiqué pour chaque catégorie (consulter l'annexe 2 pour les abréviations). Les données récoltées avant 2019 ont été standardisées par unité de surface afin de les comparer aux données actuelles, néanmoins ces comparaisons doivent être interprétées avec prudence puisque les données proviennent d'une seine et d'une méthode de capture différentes. .... 56
- Annexe 7 : Comparaison de l'indice d'occurrence ( $\pm$  intervalle de confiance à 95 %) des espèces indicatrices des poissons fourrages littoraux en juillet au lac Saint-Jean entre l'échantillonnage de 2023, 2022, 2021, 2020 (hachurés), 2019 (noir) et ceux

de 1989 à 1991 (tons de gris). Les données récoltées avant 2019 ont été standardisées par unité de surface afin de les comparer aux données actuelles, néanmoins ces comparaisons doivent être interprétées avec prudence puisque les données proviennent d'une seine et d'une méthode de capture différentes. Consulter l'annexe 2 pour les abréviations..... 57

Annexe 8 : Relation entre la température moyenne quotidienne de l'eau des stations littorales mesurée entre 5 :00 et 13 :00 du 4 au 18 juillet 2023 au lac Saint-Jean et celle de l'air, pour la même période, mesurée à l'aéroport de Roberval (Archives météorologiques d'Environnement Canada)..... 58

Annexe 9 : Données brutes du décompte et de l'identification des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean, du 4 au 18 juillet 2023, présentées en deux tableaux : les poissons de l'année (0+) capturés et les poissons d'un an et plus ( $\geq 1+$ ) capturés. En cas de sous-échantillonnage du coup de seine sur le terrain (Lévesque et Sirois 2020) ou fractionnement de l'échantillon en laboratoire (partiteur de Folsom ou Motoda selon la taille des larves), le nombre indiqué correspond à une estimation du nombre total dans la seine. Les abréviations pour chaque espèce sont dans le tableau 2. Contactez la Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées au besoin. .... 59

## **INTRODUCTION**

### **CONTEXTE**

Depuis plusieurs années, des préoccupations ont été soulevées par plusieurs citoyens et organisations sur l'abondance et la qualité des habitats des poissons fourrages littoraux au lac Saint-Jean. Ces préoccupations ont été décrites dans le rapport d'enquête et d'audience publique sur le programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2017-2026 (BAPE 2017) ainsi que dans le rapport d'analyse environnementale pour le même projet (Ministère du Développement durable de l'Environnement et de la Lutte aux Changements Climatiques 2017).

Dans ce contexte, la réalisation d'un projet d'acquisition de connaissances sur les espèces de poissons fourrages littoraux favorisant la participation et la concertation de la communauté régionale figurait au décret concernant la délivrance d'un certificat d'autorisation à Rio Tinto Alcan inc. (RTA) pour le programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027 (décret 6-2018, Gazette officielle du Québec, partie II).

Par conséquent, plusieurs intervenants du milieu, regroupés au sein du Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean (CGDLSJ), ont convenu de s'associer à la réalisation d'un tel projet. En vertu de la condition 4 du décret, RTA dut contribuer financièrement au projet dont les modalités furent préalablement approuvées par le ministère de l'Environnement et de la Lutte aux Changements Climatiques (MELCC) et par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). Noter que ces deux ministères sont maintenant regroupés pour former le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec (MELCCFP). La Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées de l'Université du Québec à Chicoutimi a été retenue comme mandataire de l'élaboration et la réalisation du projet par le CGDSLJ qui agit comme promoteur du projet.

## ÉTAT DES CONNAISSANCES

Les poissons fourrages regroupent plusieurs espèces de petite taille et les jeunes stades de vie de plusieurs espèces de plus grande taille. Leur rôle est fondamental au sein des écosystèmes aquatiques puisqu'ils servent de proies aux poissons prédateurs, qui sont souvent ciblés par la pêche sportive. Au lac Saint-Jean, il s'agit des petits poissons qui nourrissent le doré jaune (*Sander vitreus*), la ouananiche (*Salmo salar*), le grand brochet (*Esox lucius*), la lotte (*Lota lota*) et la perchaude (*Perca flavescens*). L'écologie du principal poisson fourrage pélagique du lac Saint-Jean, l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*), est maintenant bien connue, tout comme sa relation particulière avec la ouananiche (Fortin *et al.* 2009; Hutchings *et al.* 2019). Cependant, les connaissances sur les poissons fourrages littoraux sont plus limitées. Elles se résument à quelques inventaires de la fin des années 1980 et du début des années 1990 (Lefebvre 1988; 1989; Valentine 1989; 1990; 1991; Bouchard et Plourde 1995).

La réalisation de ce projet enrichit les connaissances sur plusieurs espèces de poissons fourrages fréquentant la zone littorale du lac Saint-Jean, dont les catostomidés juvéniles (0+; meunier rouge et meunier noir; *Catostomus catostomus* et *Catostomus commersoni* respectivement), l'éperlan arc-en-ciel, le fouille-roche zébré (*Percina caprodes*), le méné émeraude (*Notropis atherinoides*), le méné à tache noire (*Hudsonius hudsonius*), le naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*), l'omisco (*Percopsis omiscomaycus*), la outouche (*Semotilus corporalis*) et la perchaude juvénile (0+). Les caractéristiques écologiques de ces espèces au lac Saint-Jean, en termes de reproduction et d'habitat, ont fait l'objet d'une synthèse par Plourde-Lavoie et Sirois (2016a) et les habitats potentiels ont été cartographiés dans une seconde publication (Plourde-Lavoie et Sirois 2016b).

Le principal objectif du projet est de mesurer les variations interannuelles de l'abondance des populations de poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean pendant une période de neuf ans (2019 à 2027). Plus spécifiquement, le projet permettra de :

- Calculer un indice d'abondance des poissons fourrages et le comparer avec les données des études antérieures;
- Établir la tendance temporelle de l'indice d'abondance des populations de poissons fourrages littoraux entre 2019 et 2027;
- Examiner si les variations de l'indice d'abondance des poissons fourrages littoraux peuvent être reliées aux conditions environnementales de l'habitat.

La campagne d'échantillonnage de juillet 2023 présentée dans ce rapport constituait le cinquième de la série envisagée. Les résultats des années précédentes ainsi que le processus de sélection des stations et de la méthode d'échantillonnage sont rapportés dans Lévesque et Sirois (2020; 2021; 2022) et Lévesque *et al.* 2023.

Les données antérieures au projet, provenant de Valentine (1989; 1990; 1991), ont été standardisées par unité de surface afin de les comparer aux données actuelles. Néanmoins, ces comparaisons doivent être interprétées avec prudence étant donné que la seine utilisée avant 2019 et la méthode de déploiement étaient différentes que la méthode préconisée dans le cadre du projet d'acquisition de connaissances sur les poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean (Lévesque et Sirois 2020).

## **MATÉRIEL ET MÉTHODE**

L'échantillonnage de 2023 a suivi le protocole mis en place en début de projet : les stations, la méthode d'échantillonnage ainsi que le traitement des données étaient les mêmes qu'en 2019 (Lévesque et Sirois 2020). Les modifications à ce protocole et les paramètres d'échantillonnage propres à cette cinquième année du projet seront décrits dans cette section.

### **Site à l'étude**

Les 162 stations d'échantillonnage des poissons fourrages littoraux sont réparties sur l'ensemble du pourtour du lac Saint-Jean, dans l'embouchure de ses principaux tributaires et sur quelques îles (figure 1; coordonnées à l'annexe 1). Toutes les stations ont été échantillonnées en 2023, cependant quelques stations ont dû être déplacées de 50 à 400 m de manière à atteindre l'eau, le niveau du réservoir étant plus bas qu'à l'habitude pour cette période.

Trois équipes de trois échantillonneurs se sont partagées les 162 stations (tableau 1) en 10 jours d'échantillonnage du 4 au 18 juillet 2023. Il s'agit de la plus courte durée d'échantillonnage depuis le début du projet. L'échantillonnage à la seine a eu lieu par temps calme, entre 05:00 et 13:00.

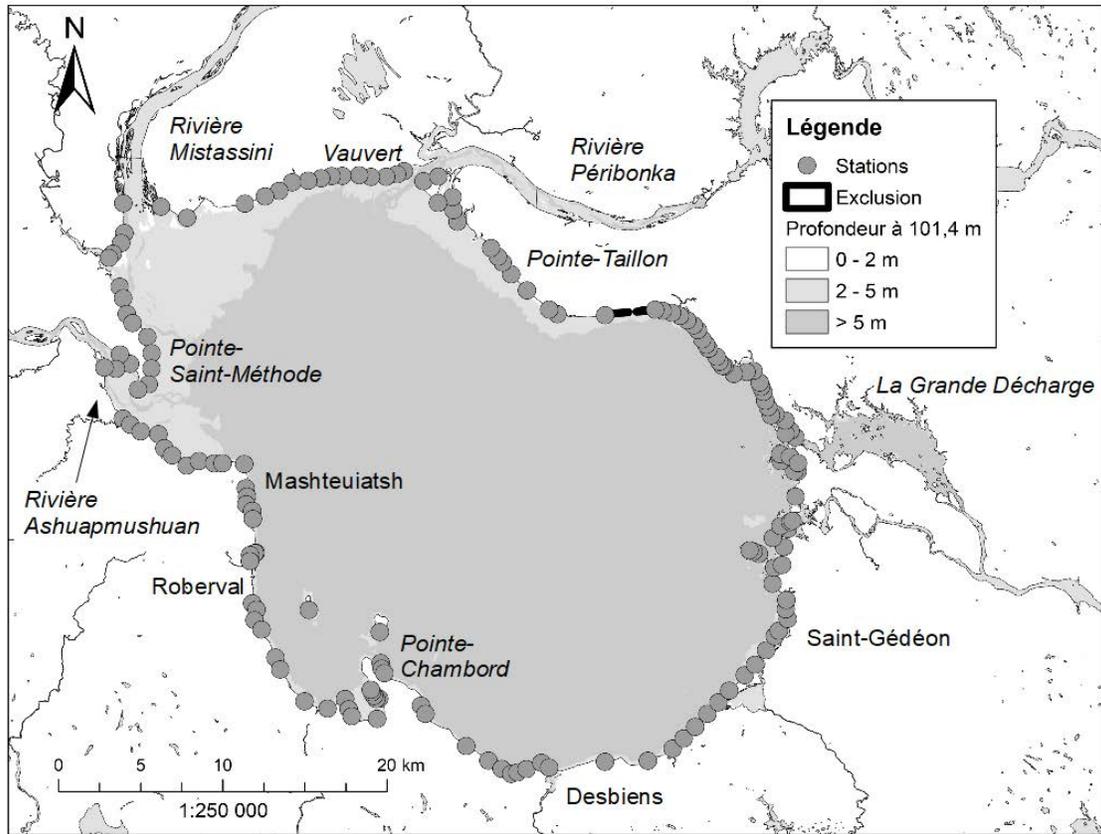


Figure 1 : Distribution des 162 stations d'échantillonnage autour du lac Saint-Jean (cercles gris) en fonction de la profondeur de l'eau en été en mètres (Service hydrographique du Canada; dégradé de gris). Les numéros de stations ne sont pas indiqués pour alléger la figure, cependant les coordonnées peuvent être trouvées à l'annexe 1. Les sections d'exclusion du Parc de la Pointe-Taillon sont indiquées par deux traits noirs.

Tableau 1 : Récapitulatif de l'effort d'échantillonnage des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean du 4 au 18 juillet 2023 en nombre de coups de seine par jour par équipe. Les trois équipes de travail ont complété les 162 stations en 10 jours d'échantillonnage.

Date	Nombre de coups de seine			Total
	Équipe 1	Équipe 2	Équipe 3	
4 juillet 2023	9	8		17
5 juillet 2023	10	10		20
6 juillet 2023	10	10		20
7 juillet 2023	9	7		16
10 juillet 2023	8	10		18
11 juillet 2023	5	5		10
12 juillet 2023	9	9	4	22
13 juillet 2023	9	7	8	24
17 juillet 2023	5			5
18 juillet 2023	4	6		10
<b>10 jours d'échantillonnage</b>	<b>78</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>162 coups de seine</b>

### Traitement des poissons

Les poissons ont été divisés par stades : les 0+, ou jeunes de l'année, comprenant les stades larvaires et juvéniles; et les  $\geq 1+$ , ou poissons d'un an et plus, comprenant les juvéniles de certaines espèces et les adultes. Les poissons de l'année ont été récoltés et conservés dans l'éthanol 95 % afin d'être comptés et identifiés en laboratoire à l'aide de la *Clé d'identification des poissons de l'année (0+) du lac Saint-Jean*. Cet outil, comme l'indique son nom, a été assemblé pour faciliter l'identification des stades larvaires de poissons du lac Saint-Jean. Il est basé principalement sur Auer (1982), un ouvrage de référence pour l'identification des stades larvaires de poissons du bassin des Grands Lacs. Les 0+ dont l'identification était aisée sur le terrain ont généralement été remis à l'eau. L'effort en laboratoire a été mis sur l'identification des espèces indicatrices pour le projet, c'est-à-dire pour les perchaudes et les catostomes de l'année (respectivement PEFL 0+ et CASP 0+; annexe 2). Les deux espèces de meuniers répertoriées dans le lac Saint-Jean, le meunier noir et le meunier rouge, ont été regroupées afin de faciliter l'identification des jeunes stades de vie. Les 0+ des autres espèces ont été identifiés à l'espèce que s'il était possible d'y arriver rapidement.

Plus gros, les poissons d'un an et plus ( $\geq 1+$ ) ont été comptés et identifiés directement sur le terrain en vue de les remettre à l'eau vivants. Ils ont été identifiés à l'aide de la *Clé des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean*, un second outil créé pour les besoins spécifiques de ce projet selon des références reconnues et appropriées pour les poissons adultes ou juvéniles avancés (Scott et Crossman 1974; Auer 1982; Desroches 2010; Massé et Leclerc 2015). Les espèces indicatrices chez les poissons d'un an et plus sont l'éperlan arc-en-ciel, le fouille-roche zébré, le méné émeraude, le méné à tache noire, le naseux des rapides, l'omisco et la outouche (annexe 2).

Près d'un dixième (8 %) des poissons de l'année échantillonnés a été remis à l'eau vivants sur le terrain suivant le décompte et l'identification. Pour les  $\geq 1+$ , la majorité (80 %) des individus ont été retournés à l'eau vivants après le décompte et l'identification.

Les espèces indicatrices ont été définies dans le cadre d'une étude préparatoire au suivi des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean (Plourde-Lavoie et Sirois 2016c; annexe 2). Elles ont été décrites comme un ensemble d'espèces de poissons fourrages littoraux dont l'abondance ou l'occurrence était élevée dans les échantillonnages de 1989 à 1995 au lac Saint-Jean (Valentine 1989; 1990; 1991; Bouchard et Plourde 1995). Plourde-Lavoie et Sirois (2016c) recommandaient de ne retenir que les données d'abondance des poissons fourrages adultes pour le suivi, ces dernières étant moins variables que celles des jeunes de l'année. Une exception a cependant dû être faite pour intégrer les perchaudes et les catostomidés, puisque ce sont principalement les jeunes de ces espèces qui fréquentent la zone littorale.

### **Physico-chimie de l'eau**

La température ( $^{\circ}\text{C}$ ) et la turbidité (NTU) de l'eau étaient mesurées pour chaque station après le coup de seine, hors du milieu perturbé par le seinage. Dans la majorité des cas (144 stations), la température et la turbidité ont été mesurées à l'aide d'une sonde RBRduo<sup>3</sup> (RBR Ltd.). Un second modèle de sonde, Lamothe 2020T/ible, a été utilisé pour mesurer la turbidité des 18 autres stations. La comparaison des instruments de mesure est disponible à l'annexe 3. La turbidité mesurée en FNU avec Lamothe 2020T/ible a été convertie en

NTU suivant l'équation calculée suite à cette comparaison *in situ* ( $y = 1,2254x + 0,5991$ ;  $r^2 = 0,99$ ). La température de l'eau a été mesurée avec la sonde du sonar Lowrance HDS LIVE dans ces mêmes 18 stations. Contrairement à ce qui était le cas pour la turbidité, les deux appareils n'ont pas été comparés *in situ*. Cependant, il n'y avait pas de différence entre les indices de température issus des deux appareils ( $t = 0,62$ ;  $p=0,538$ ).

La température de l'eau du milieu littoral peut varier d'une journée à l'autre, de même qu'au cours d'une même journée en fonction de la température de l'air. Ainsi, pour représenter la température de l'eau à chacune des stations, des indices de température ont été calculés, c'est-à-dire les résidus découlant de l'écart entre la valeur mesurée à une station donnée et sa valeur attendue d'après la pente quotidienne de l'ensemble des températures de l'eau mesurées pour cette journée. Cette procédure permet d'éliminer les effets de la variation de température à l'intérieur d'une même journée ou entre les différentes journées du mois.

## **Traitement et analyse des données**

Les méthodes permettant de calculer l'indice d'abondance relative des poissons fourrages littoraux ainsi que leur indice d'occurrence sont décrites dans Lévesque et Sirois (2020).

### *Analyse de corrélations*

Un sous-objectif visait à relier les variations interannuelles de l'indice d'abondance des poissons fourrages aux conditions environnementales de l'habitat. Comme le nombre d'années d'échantillonnage demeure limité pour explorer les variations interannuelles, ce sont plutôt les variations locales d'abondance des différentes espèces en regard des variations de la température et de la turbidité de l'eau qui ont été explorées par des corrélations de Spearman en utilisant le logiciel JMP Pro 16. La corrélation non-paramétrique de Spearman a été retenue puisque plus robuste que la corrélation paramétrique de Pearson (Quinn et Keough 2002). Les abondances de poissons fourrages ont été transformées en  $\log_{10}$  au préalable.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Espèces de poissons capturées

Un total de 133 870 poissons fourrages littoraux ont été capturés dans les 162 stations réparties autour du lac Saint-Jean entre le 4 et le 18 juillet 2023 (tableau 2). La quasi-totalité de ces poissons (132 786; 99 %) étaient des jeunes de l'année (0+), alors que les 1 084 poissons d'un an et plus représentaient 1 % des captures. L'abondance des 0+ qui est un ou plusieurs ordres de grandeur supérieure à celle des  $\geq 1+$ , reflète la courbe de survie typique chez les poissons : les jeunes de l'année doivent être assez nombreux pour compenser une mortalité de 99 % à chacune des trois phases majeures de leur première année de vie (embryonnaire, larvaire et juvénile; Houde (2002); voir l'annexe 4).

Tel que mentionné plus tôt, les seules espèces indicatrices de stade 0+ sont la perchaude et les catostomidés. Par conséquent, l'effort en laboratoire a été mis à comptabiliser et identifier ces deux espèces pour ce stade (environ 8 % des 0+; tableau 2). Vingt pourcent (20 %) des poissons de l'année restants ont été identifiés à l'espèce ou au genre et 72 % ont été rassemblés dans deux catégories : *Leuciscidés* regroupant les larves de différentes espèces de leuciscidés, anciennement cyprins (Page *et al.* 2023), présents au lac Saint-Jean tel que déterminé dans la clé d'identification (longueur pré-anale entre 55 et 65 % de la longueur totale, -si présent- sac vitellin bulbeux et collé à l'anus, -si présente- une seule nageoire dorsale située devant la nageoire anale); et *Indéterminé* pour regrouper les poissons de l'année ne pouvant pas être identifiés à cause de leur mauvais état.

Tableau 2 : Identification et dénombrement des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean selon leur stade, du 4 au 18 juillet 2023. Les jeunes poissons de l'année sont regroupés sous le terme 0+, ce qui souligne qu'ils en sont à leurs premiers mois de vie. Les poissons adultes et certains juvéniles sont regroupés sous le terme  $\geq 1+$ , indiquant qu'ils ont au moins un an de vie. Les nombres soulignés correspondent aux espèces indicatrices et à leur stade (voir l'annexe 2).

Espèce de poisson			Stade			
			0+	%	$\geq 1+$	%
Perchaude	PEFL	<i>Perca flavescens</i>	<u>7 354</u>	<u>5,54%</u>	251	<u>23,15%</u>
Catostomidés <sup>1</sup>	CASP	<i>Catostomus sp.</i>	<u>3 073</u>	<u>2,31%</u>	11	<u>1,01%</u>
Fouille-roche zébré	PECA	<i>Percina caprodes</i>	600	0,45%	<u>362</u>	<u>33,39%</u>
Ouitouche	SECO	<i>Semotilus corporalis</i>	821	0,62%	<u>225</u>	<u>20,76%</u>
Méné émeraude	NOAT	<i>Notropis atherinoides</i>	11 578	8,72%	<u>98</u>	<u>9,04%</u>
Méné à tache noire	HUHU	<i>Hudsonius hudsonius</i> <sup>2</sup>	11 062	8,33%	<u>46</u>	<u>4,24%</u>
Méné jaune	NOCR	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	0	0,00%	27	2,49%
Naseux des rapides	RHCA	<i>Rhinichthys cataractae</i>	1 519	1,14%	<u>19</u>	<u>1,75%</u>
Omisco	PEOM	<i>Percopsis omiscomaycus</i>	44	0,03%	<u>18</u>	<u>1,66%</u>
Barbotte brune	AMNE	<i>Ameiurus nebulosus</i>	1 082	0,81%	11	1,01%
Doré jaune	SAVI	<i>Sander vitreus</i>	52	0,04%	10	0,92%
Grand brochet	ESLU	<i>Esox lucius</i>	1	0,00%	4	0,37%
Corégonidés <sup>3</sup>	COSP	<i>Coregonus sp.</i>	0	0,00%	2	0,03%
Cottidés <sup>4</sup>	COTT	<i>Cottus sp.</i>	45	0,03%	0	0,00%
Éperlan arc-en-ciel	OSMO	<i>Osmerus mordax</i>	1	0,00%	<u>0</u>	<u>0,00%</u>
Leuciscidés <sup>5</sup>			88 511	66,66%	0	0,00%
Indéterminé <sup>6</sup>			7 041	5,30%	0	0,00%
Percidés <sup>7</sup>			2	0,00%	0	0,00%
<b>Total</b>			<b>132 786</b>	<b>100%</b>	<b>1 084</b>	<b>100%</b>

<sup>1</sup>Complexe formé du meunier rouge (*Catostomus catostomus*) et du meunier noir (*Catostomus commersoni*).

<sup>2</sup>*Notropis hudsonius* est dorénavant classé comme *Hudsonius hudsonius* (Page et al. 2023).

<sup>3</sup>Plus probablement grand corégone (*Coregonus clupeaformis*), mais il pourrait y avoir du cisco de lac (*Coregonus artedii*) pour les 0+.

<sup>4</sup>Probablement chabot tacheté (*Cottus bairdi*), mais il pourrait y avoir du chabot visqueux (*Cottus cognatus*) ou du chabot à tête plate (*Cottus ricei*) pour les 0+.

<sup>5</sup>Complexe de larves de différentes espèces de leuciscidés - anciennement cyprinidés (Page et al. 2023) - répertoriés au lac Saint-Jean (Longueur pré-anale entre 55 et 65 % de la longueur totale. Si présent, le sac vitellin est bulbeux et collé à l'anus. Pour les larves plus âgées, présence d'une seule dorsale située devant la nageoire anale).

<sup>6</sup>Catégorie rassemblant les individus en mauvais état qu'il n'est pas possible d'identifier.

<sup>7</sup>Complexe pouvant inclure la perchaude, le fouille-roche zébré et le doré jaune. L'identification à l'espèce peut être hasardeuse pour certains jeunes stades de percidés 0+.

En juillet 2023, 7 354 perchaudes 0+ et 3 073 meuniers 0+ ont été capturés, représentant respectivement 6 % et 2 % des poissons de l'année (tableau 2). Chez les poissons d'un an et plus, le fouille-roches zébrés a été l'espèce la plus capturée (362 captures représentant 33 % des  $\geq 1+$ ), suivi de la perchaude (251; 23%) et de la ouitouche (225; 21 %). Quatre autres espèces de ménés d'un an et plus ont été retrouvées dans la seine de rivage : le méné émeraude (98 individus pour 9 % des  $\geq 1+$ ), le méné à tache noire (46; 4,2 %), le méné jaune (27; 2,5 %) et le naseux des rapides (19; 1,8 %). L'omisco était peu présent dans les coups de seine (18 individus; 1,7 %) et aucun éperlan arc-en-ciel d'un an et plus n'a été capturé dans les 162 stations échantillonnées. Les espèces non-indicatrices  $\geq 1+$  étaient généralement faiblement représentées, avec quelques individus par espèce comptant chacune pour moins de 2 % du total des poissons d'un an et plus, à l'exception de la perchaude et du méné jaune.

Environ autant de poissons de l'année ont été pêchés en 2023 qu'en 2019 (133 870 en 2023 et 129 460 en 2019; Lévesque et Sirois 2020), près de la moitié moins qu'en 2020 (228 806; Lévesque et Sirois 2021) et cinq fois plus qu'en 2021 et 2022 (25 620 et 23 500 respectivement; Lévesque et Sirois 2022; Lévesque *et al.* 2023). Un coup de seine a présenté une abondance exceptionnelle de poissons de l'année en 2023, ce qui était aussi le cas en 2020 et 2019. Le nombre de catostomidés 0+ capturés se situait sous la moyenne des cinq années d'échantillonnage (3 073 en 2023 pour une moyenne de 4 001 depuis 2019; tableau 3). La proportion qu'ils représentaient dans le total des 0+ capturés était plus élevée qu'en 2020 (2,3 % comparativement à 1,1 %), mais moindre que pour les autres années de suivi (5,8 % à 23 %). Un nombre record de perchaudes de l'année a été observé cette année avec 7 345 individus (la moyenne depuis 2019 étant de 2 963 individus). Elles étaient possiblement le fruit de conditions de fraie favorables au printemps : le niveau du lac Saint-Jean a monté rapidement après le dégel et s'est maintenu à des valeurs élevées pendant près d'un mois, maximisant l'accès aux habitats de fraie potentiels et conservant ces derniers inondés jusqu'à l'éclosion des œufs tel que démontré par Plourde-Lavoie *et al.* (2018). Étant donné le grand nombre de poissons de l'année capturés, les perchaudes ne représentaient au final qu'une proportion des captures dans la moyenne, soit environ 5 % des 0+.

Tableau 3 : Dénombrement moyen des espèces-stades indicatrices du projet d'acquisition de connaissances des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean de 2019 à 2023. Les données de 2019, 2020, 2021 et 2022 sont tirées respectivement de Lévesque et Sirois (2020, 2021, 2022) et Lévesque *et al.* 2023).

	Moyenne	Écart-type
<i>Total 0+</i>	108 034	86 017
<i>Total ≥1+</i>	2 268	1 336
<i>Espèce indicatrice</i>		
Catostomidé 0+	4 001	2 445
Perchaude 0+	2 963	2 542
Méné émeraude ≥1+	764	813
Méné à tache noire ≥1+	384	505
Éperlan arc-en-ciel ≥1+	72	58
Fouille-roche zébré ≥1+	446	97
Omisco ≥1+	192	148
Naseux des rapides ≥1+	21	19
Ouitouche ≥1+	194	97

Le nombre de poissons d'un an et plus capturé en juillet 2023 se situait sous la moyenne des cinq dernières années : il s'agissait du plus faible nombre depuis le début du projet d'acquisition de connaissances en 2019, passant de 4 480 à 1 084 individus capturés (Lévesque et Sirois 2020). Le fouille-roche zébré était l'espèce présente en plus grand nombre (362) pour les poissons d'un an et plus en 2023. Ce nombre était toutefois inférieur à la moyenne des cinq années de suivi (446). Cette espèce était aussi la plus présente en 2021, mais c'est généralement le méné émeraude qui compte le plus grand nombre d'individus capturés au cours d'une campagne d'échantillonnage (764 en moyenne). Ce dernier était peu présent dans les coups de seine cette année (98 pour 9 % des ≥1+ capturés ; tableau 2). Les nombres de méné à tache noire et d'omisco capturés cet été étaient aussi plus faibles que la moyenne (respectivement 46 et 18 individus, alors que les moyennes par campagne sont de 384 et 192). De plus, les éperlans étaient absents de l'échantillonnage de 2023 alors qu'ils étaient en moyenne représentés par 72 individus. Cependant, le nombre de naseux des rapides retrouvés dans les coups de seine était dans la moyenne (19 individus pour une moyenne de 21) et plus de ouitouche qu'à l'habitude ont été comptées cet été (225 individus pour une moyenne de 194).

### **Abondance relative des poissons fourrages**

Un coup de seine capturait entre 0 et 92 672 poissons fourrages de l'année et entre 0 et 72 poissons fourrages d'un an et plus (figure 2). Cependant, dans la grande majorité des coups de seine, l'étendue des données était nettement moindre : entre 1 et 1 000 poissons fourrages de l'année capturés par coup de seine (149 des 162 stations échantillonnées; figure 2A). De ce nombre, six stations ont fourni entre 501 et 1 000 poissons de l'année. Pour les poissons fourrages d'un an et plus, plus de la moitié des 162 coup de seine (91 stations) ont permis de capturer entre 1 et 50 poissons fourrages et un peu moins de la moitié des stations restantes revenaient vides, sans avoir capturé de poisson fourrage  $\geq 1+$  (figure 2B). La distribution de fréquence observée du nombre de poissons fourrages par coup de seine est caractéristique d'une distribution logarithmique (figure 2A, échelle logarithmique), justifiant l'utilisation de la moyenne géométrique plutôt que la moyenne arithmétique pour calculer l'indice d'abondance relative des poissons fourrages littoraux (Lévesque et Sirois 2020).

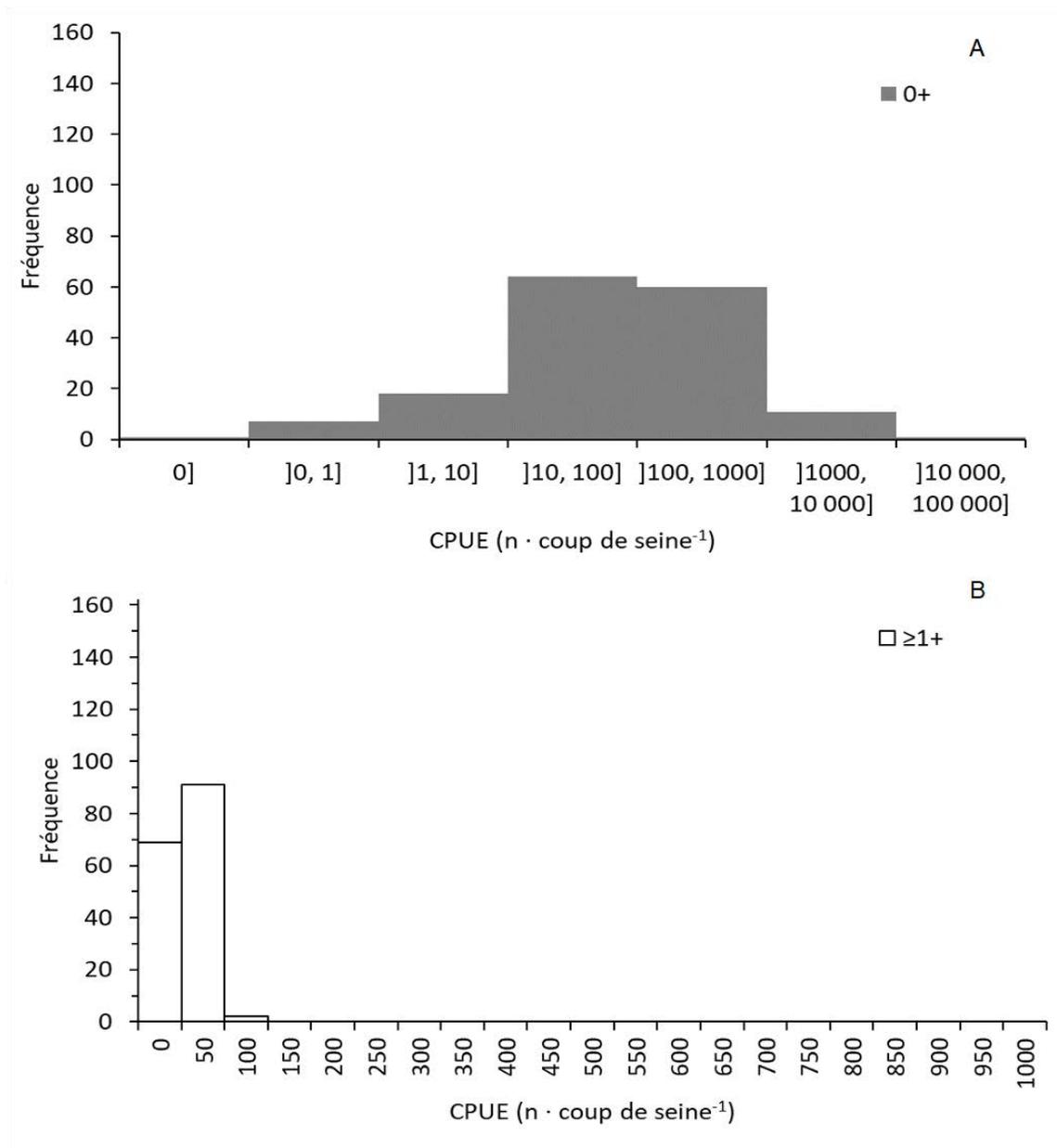


Figure 2 : Distribution de fréquence de l'abondance des poissons fourrages littoraux toutes espèces confondues en juillet 2023 au lac Saint-Jean, selon le stade (A) 0+ en gris et (B)  $\geq 1+$  en blanc ( $n = 162$ ). La distribution de fréquence d'abondance des poissons 0+ est plus étendue que celle des  $\geq 1+$  (noter l'échelle logarithmique de l'abondance des 0+).

Les poissons fourrages littoraux de l'année ont été retrouvés partout autour du lac Saint-Jean en juillet 2023 (figure 3A), les secteurs plus productifs étant répartis sur différentes régions du lac plutôt que seulement sur les rives de la moitié nord et nord-est comme c'était le cas en 2021 et 2022 (Lévesque et Sirois 2022; Lévesque *et al.* 2023). L'abondance relative des poissons de l'année était généralement plus élevée dans les stations à la sortie des rivières Ashuapmushuan (de la pointe de Saint-Méthode jusqu'à Saint-Prime) et Péribonka (extrémité de la Pointe-Taillon), ainsi que dans les stations de l'anse de Chambord et celles à l'entrée de la Grande Décharge. C'est d'ailleurs dans ce dernier secteur qu'un coup de seine a rapporté un nombre exceptionnel de jeunes de l'année (92 672 larves). La répartition de l'abondance des catostomidés (espèce indicatrice 0+) présentait un patron similaire à celui observé pour l'ensemble des poissons de l'année, bien qu'ils constituaient 2 % de l'ensemble des poissons de l'année (annexe 5A). Les perchaudes de l'année (espèce indicatrice 0+) étaient quant à elles surtout réparties dans le sud et l'est du lac Saint-Jean, un patron de distribution jamais observé depuis le début du projet d'acquisition des connaissances sur les poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean (annexe 5B). Ce constat coïncide avec le plus grand dénombrement de perchaudes de l'année depuis le début du projet en 2019 (7 354 individus alors que la moyenne se situe à 2 963; tableaux 2 et 3).

Les poissons fourrages  $\geq 1+$  étaient très peu abondants partout autour du lac en 2023. Les secteurs avec plus d'individus étaient sensiblement les mêmes que pour les poissons de l'année (figure 3). L'abondance dans ces secteurs était attribuable à la présence de plusieurs fouilles-roches zébrés, outouches ou ménés émeraudes, ou encore à une combinaison de ces espèces (annexes 5F, 5I et 5D respectivement). Fait à noter, aucun éperlan arc-en-ciel n'a été capturé en 2023 et ce, peu importe les secteurs (annexe 4E).

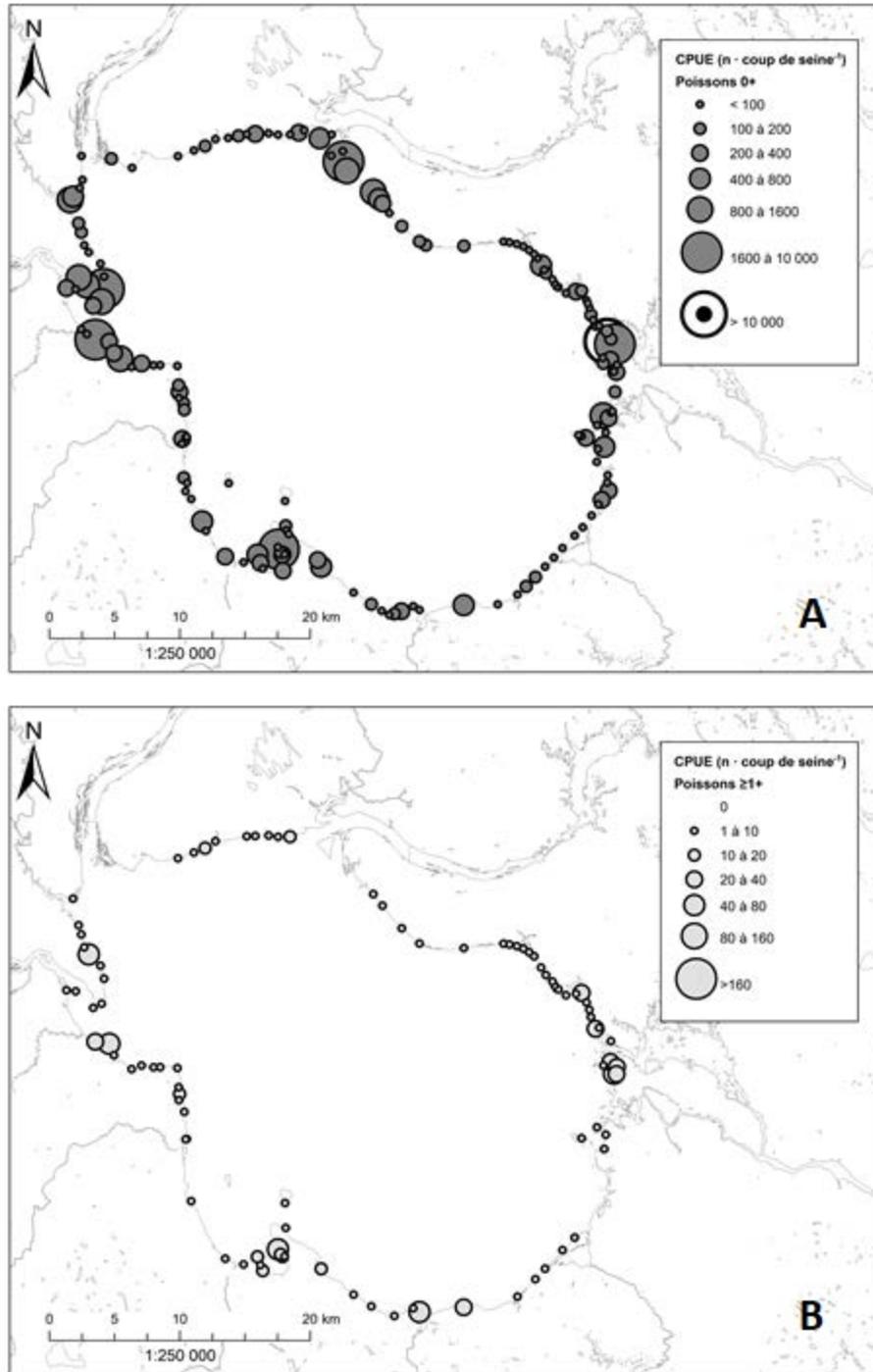


Figure 3 : Abondance relative par station de tous les poissons fourrages littoraux capturés en juillet 2023 au lac Saint-Jean selon le stade (A) jeunes de l'année, et (B) poissons d'un an et plus. L'abondance relative correspond au nombre de poissons capturés dans un coup de seine standardisé. Les stations sans poisson ne sont pas indiquées dans le but d'alléger les figures. Noter le changement d'échelle de l'abondance entre les deux graphiques.

### **Indice d'abondance relative par espèce indicatrice**

L'indice d'abondance relative est défini comme la moyenne géométrique de l'abondance relative de chaque espèce pour l'ensemble des stations échantillonnées (décrit dans Lévesque et Sirois 2020). Il permet la comparaison de l'abondance entre espèces ainsi que d'une année à l'autre. En juillet 2023, tel qu'attendu étant donné leur stade moins avancé, les indices d'abondance relative des meuniers 0+ et de la perchaude 0+ étaient nettement plus élevés que ceux des autres espèces de poissons fourrages indicatrices (respectivement 3,56 et 5,24 individus par coup de seine; figure 4). Ensuite venaient les poissons fourrages d'un an et plus, dominés par le fouille-roche zébré (0,79 individu par coup de seine) et, dans une moindre mesure, la ouitouche (0,37 individu par coup de seine). Les indices d'abondance relative du méné émeraude et du méné à tache noire étaient similaires avec 0,12 et 0,11 individu par coup de seine. Il en allait de même avec les indices d'abondance relative du naseux des rapides et de l'omisco (0,06 et 0,05 individu par coup de seine). Tel que souligné plus tôt, aucun éperlan arc-en-ciel d'un an et plus n'a été capturé cette année (0 individu par coup de seine).

La moyenne géométrique diminue l'importance des valeurs extrêmes. C'est ce qui explique, par exemple, que les indices d'abondance relative des ménés émeraudes et à tache noire soient similaires (figure 4) alors que presque deux fois plus de ménés émeraudes que de ménés à tache noire ont été dénombrés en juillet 2023 (tableau 2). Plus de la moitié des ménés émeraudes provenaient d'une seule station, alors que les ménés à tache noire, lorsque présents, étaient répartis de manière plus équilibrée.

Les indices d'abondance relative de plusieurs espèces de poissons fourrages indicatrices  $\geq 1+$  ont diminué en 2023 jusqu'à atteindre les plus faibles valeurs calculées pour l'ensemble des suivis (1989 à 1991 et 2019 à 2023). L'intervalle de confiance de l'indice de 2023 du méné émeraude dépassait légèrement la marge inférieure de l'intervalle de confiance des indices de 2020 et 2021 pour cette même espèce (annexe 6). Rappelons que les indices d'abondance relative du méné émeraude en 2020 et 2021 avaient été les plus faibles mesurés (Lévesque et Sirois 2021). La situation était très similaire en ce qui concerne l'indice d'abondance du méné à tache noire. L'indice d'abondance relative de

l'éperlan arc-en-ciel était nul pour une première fois pour l'ensemble des suivis. Enfin l'indice d'abondance relative de l'omisco en 2023 chevauchait la marge inférieure de l'intervalle de confiance de l'indice d'abondance mesuré en 1991 pour cette espèce. Les indices d'abondance du fouille-roche zébré, du naseux des rapides et de la ouitouche sont demeurés stables, c'est-à-dire à l'intérieur des intervalles de confiance des indices de 2019 à 2022 pour ces mêmes espèces. Le bilan est plus encourageant pour les indices d'abondance relative des poissons de l'année. L'indice des meuniers 0+ était similaire à ceux de 2022 et 2019. Enfin, l'indice d'abondance relative de la perchaude 0+ était supérieur aux valeurs des années précédentes, mais son intervalle de confiance inférieur se superposait aux intervalles de confiance supérieurs des indices de 1991 et 2019 (annexe 6).

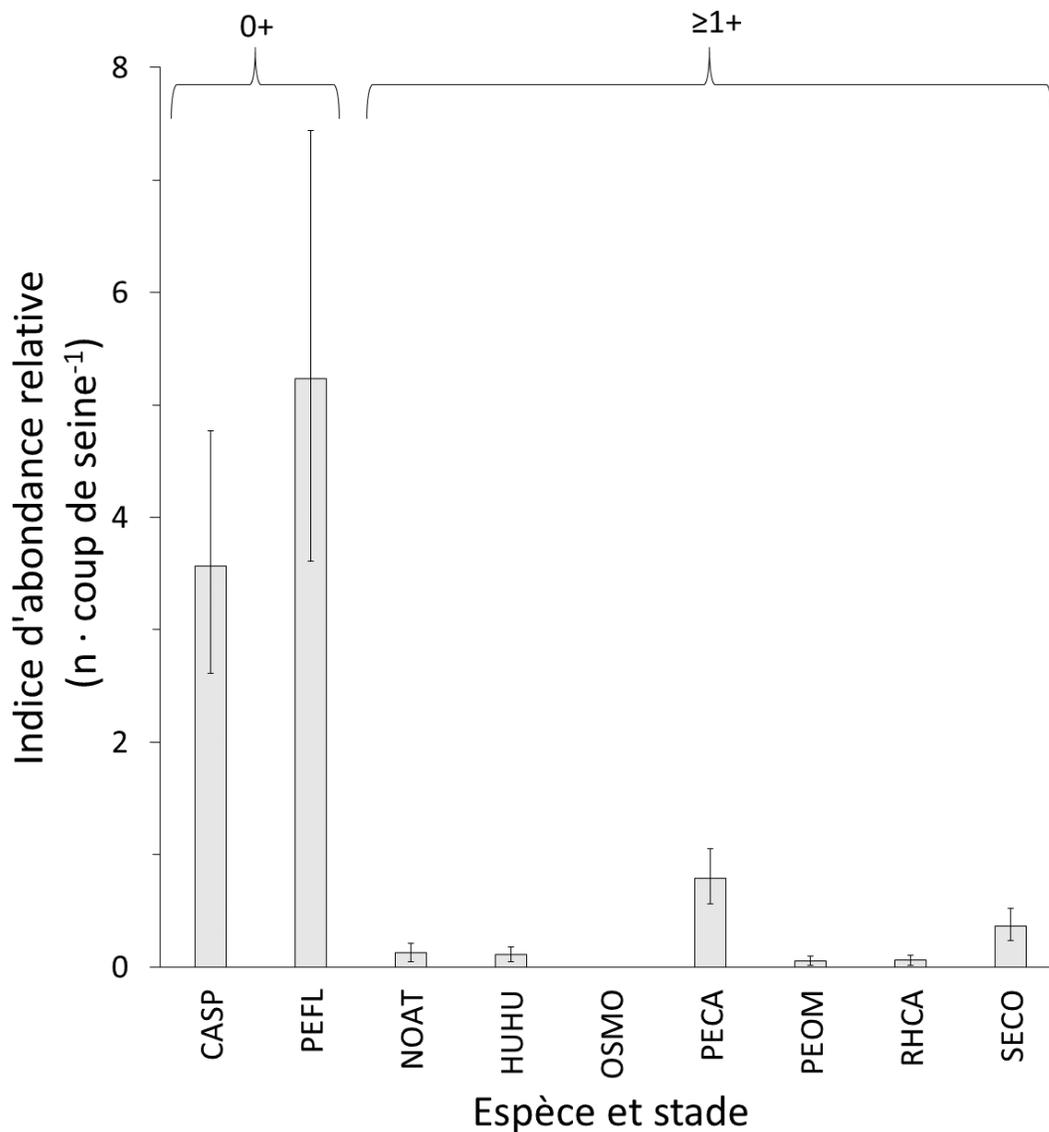


Figure 4 : Indices d'abondance relative (nombre de poissons par coup de seine  $\pm$  intervalle de confiance à 95 %) des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean échantillonnés au cours du mois de juillet 2023. Les espèces indicatrices sont les catostomidés et la perchaude de l'année (CASP et PEFL 0+), ainsi que le méné émeraude, le méné à tache noire, l'éperlan arc-en-ciel, le fouille-roche zébré, l'omisco, le naseux des rapides et la outouche d'un an et plus (respectivement NOAT, HUHU, OSMO, PECA, PEOM, RHCA et SECO  $\geq 1+$ ; voir l'annexe 2 pour les abréviations).

Le portrait plus général de la situation des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean est illustré à la figure 5. L'indice d'abondance relative des  $\geq 1+$  constitue une mesure particulièrement intéressante pour suivre la tendance temporelle des poissons fourrages littoraux puisqu'elle est moins variable que celle des  $0+$  ou encore celle de l'ensemble des poissons-fourrages (Plourde-Lavoie et Sirois 2016c). Notez que la puissance statistique (ou la capacité à détecter une différence dans les données) augmente lorsque la variabilité diminue.

L'indice d'abondance relative de l'ensemble des  $0+$  de 2023 était le deuxième plus élevé après celui de 2020 (73 individus par coup de seine en 2023 comparativement à 152 en 2020, 34 en 2022, 43 en 2021, 40 en 2019, 21 en 1991, 13 en 1990 et 24 en 1989; figure 5A). Le portrait était très différent pour l'ensemble des poissons fourrages  $\geq 1+$ . L'indice d'abondance relative des poissons fourrages d'un an et plus de 2023 était le plus faible calculé des huit années pour lesquelles des données sont disponibles (1,7 individus par coup de seine en 2023 comparativement à 4,3 en 2022, 2,2 en 2021, 2,7 en 2020, 5,8 en 2019, 10,3 en 1991, 20,4 en 1990 et 17,0 en 1989; figure 5B).

Il est connu que la mortalité est très élevée chez les jeunes stades de vie des poissons (Fuiman et Werner 2002). Néanmoins les fortes abondances de poissons fourrages  $0+$  observées ces dernières années ne semblent pas se répercuter sur l'abondance observée des poissons  $\geq 1+$  (figure 5). Ainsi, les indices d'abondance relative des poissons de plus d'un an observés depuis 2019 appuient l'hypothèse selon laquelle il y aurait faible recrutement pour plusieurs espèces de poissons fourrages littoraux, particulièrement pour les ménés émeraude et à tache noire (Lévesque *et al.* 2023).

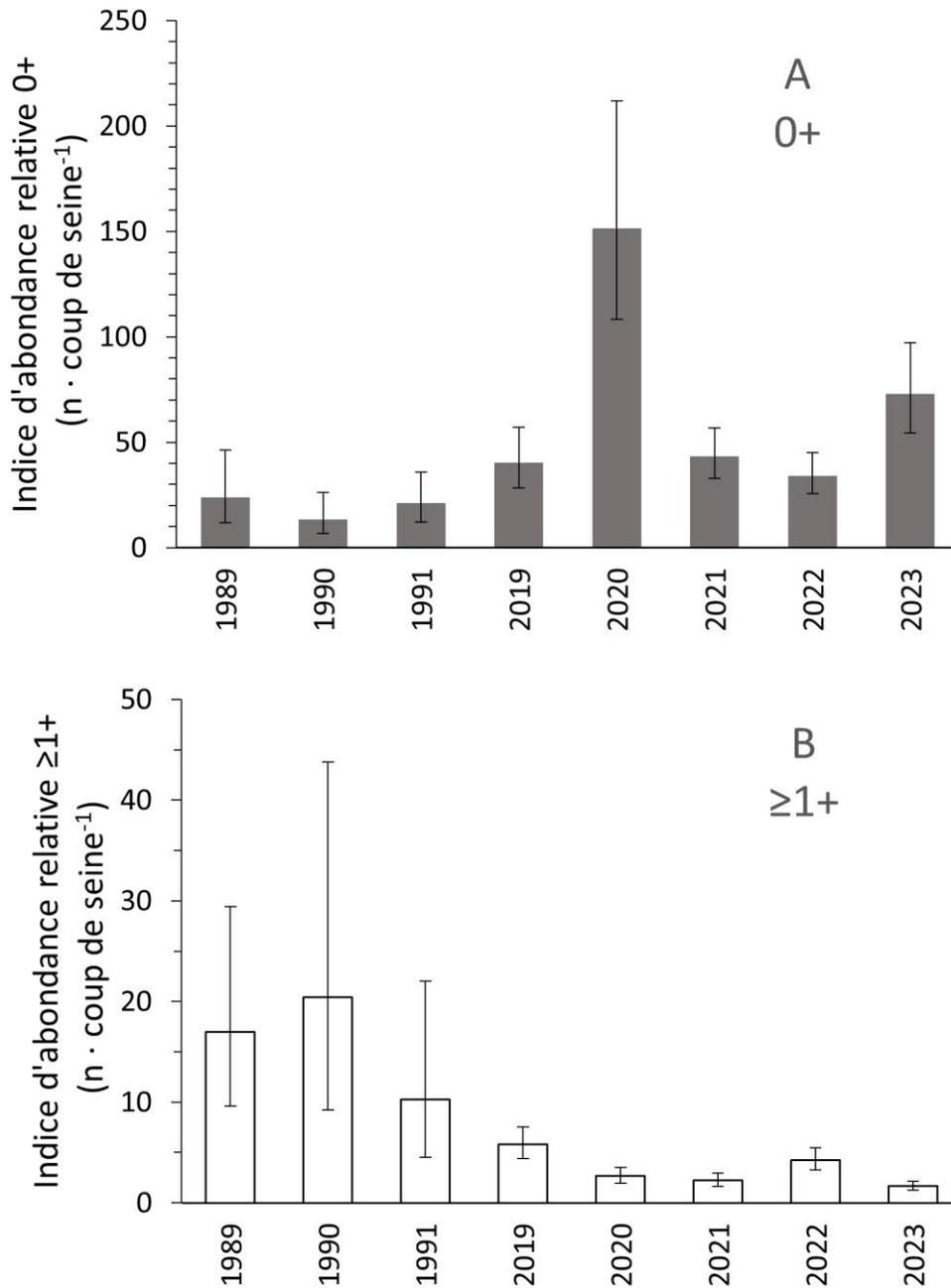


Figure 5 : Comparaison de l'indice d'abondance relative de l'ensemble des poissons fourrages littoraux en juillet au lac Saint-Jean entre les échantillonnages de 1989 à 1991 et 2019 à 2023 pour (A) le total des jeunes de l'année et (B) le total des poissons d'un an et plus. L'indice d'abondance relative est le nombre moyen (moyenne géométrique) de poissons capturés par coup de seine uniformisé ( $\pm$  intervalle de confiance à 95 %). Noter les échelles différentes pour les deux stades. Les données récoltées avant 2019 ont été standardisées par unité de surface afin de les comparer aux données actuelles, néanmoins ces comparaisons doivent être interprétées avec prudence puisque les données proviennent d'une seine et d'une méthode de capture différentes.

## Répartition des espèces de poisson

L'indice d'occurrence synthétise la répartition de chaque espèce de poisson capturée à la seine en zone littorale autour du lac Saint-Jean. En juillet 2023, la perchaude et les catostomidés de l'année étaient présents dans plus de la moitié des stations échantillonnées (indices d'occurrence de 0,65 et 0,69 respectivement; figure 6). De manière générale, les poissons 0+ avaient un indice d'occurrence plus élevé que les poissons fourrages  $\geq 1+$ .

Le fouille-roche zébré était le poisson-fourrage  $\geq 1+$  le plus répandu puisqu'on le retrouvait dans un peu plus du tiers des stations (indice d'occurrence de 0,38; figure 6), suivi par la ouitouche, qui était présente dans le quart des stations (indice d'occurrence de 0,26). Le fouille-roche zébré était disséminé autour du lac (annexe 5F), alors que la ouitouche était quasi-absente des stations de la moitié sud du lac (annexe 5I). Les indices d'occurrence du méné à tache noire et du méné émeraude étaient plus faibles et de la même valeur (0,09). Ces espèces étaient présentes dans près d'une station sur dix, et elles étaient souvent retrouvées dans les mêmes secteurs (annexes 5C et 5D). Les indices d'occurrence de l'omisco et du naseux des rapides étaient eux-aussi identiques cette année (0,05). Ces espèces étaient retrouvées dans une station sur vingt. Elles présentaient cependant des distributions distinctes : les stations avec de l'omisco étaient distribuées dans la moitié nord du lac Saint-Jean (à l'exception d'une station dans l'anse de Chambord) alors que les naseux des rapides étaient retrouvés exclusivement dans les stations du quadrant sud-ouest du lac, de la pointe de Mashteuiatsh à l'embouchure de la rivière Métabetchouane (annexes 5G et 5H). Enfin, l'éperlan arc-en-ciel était absent de l'échantillonnage cette année, son indice d'occurrence était donc nul (0).

Les indices d'occurrence de 2023 pour les meuniers et perchaudes 0+ étaient similaires à ceux de l'an dernier (respectivement 0,69 et 0,65 en 2023 comparativement à 0,70 et 0,62 en 2022; annexe 7), se situant à l'intérieur des variations observées pour l'ensemble des années (1989 à 2023). Chez les poissons d'un an et plus, les indices d'occurrence du méné émeraude, du méné à tache noire, de l'éperlan arc-en-ciel et de l'omisco ont connus un déclin marqué en 2023 par rapport aux indices de 2022 (respectivement 0,09, 0,09, 0,00 et 0,05 en 2023 comparativement à 0,23, 0,21, 0,14 et 0,22 en 2022). Ils sont revenus à des

valeurs comparables aux indices de 2020 et 2021 (qui étaient les valeurs les plus faibles de la série avec 2019 pour l'omisco). L'indice de l'éperlan arc-en-ciel était à son plus bas en 2023, puisqu'aucun éperlan n'a été capturé dans l'ensemble des stations d'échantillonnage. L'indice d'occurrence du fouille-roche zébré a lui aussi diminué en 2023 comparativement à l'année précédente (0,38 en 2023 contre 0,49 en 2022), demeurant cependant à l'intérieur des intervalles de confiance des indices de 2019 à 2022. L'indice de 2023 était toutefois plus faible que les indices calculés pour cette espèce de 1989 à 1991. Enfin, les indices d'occurrence du naseux des rapides et de la ouitouche (respectivement 0,05 et 0,26) de 2023 sont demeurés à l'intérieur des intervalles de confiance des indices calculés depuis 2019 – à l'exception de celui de 2021 pour la ouitouche).

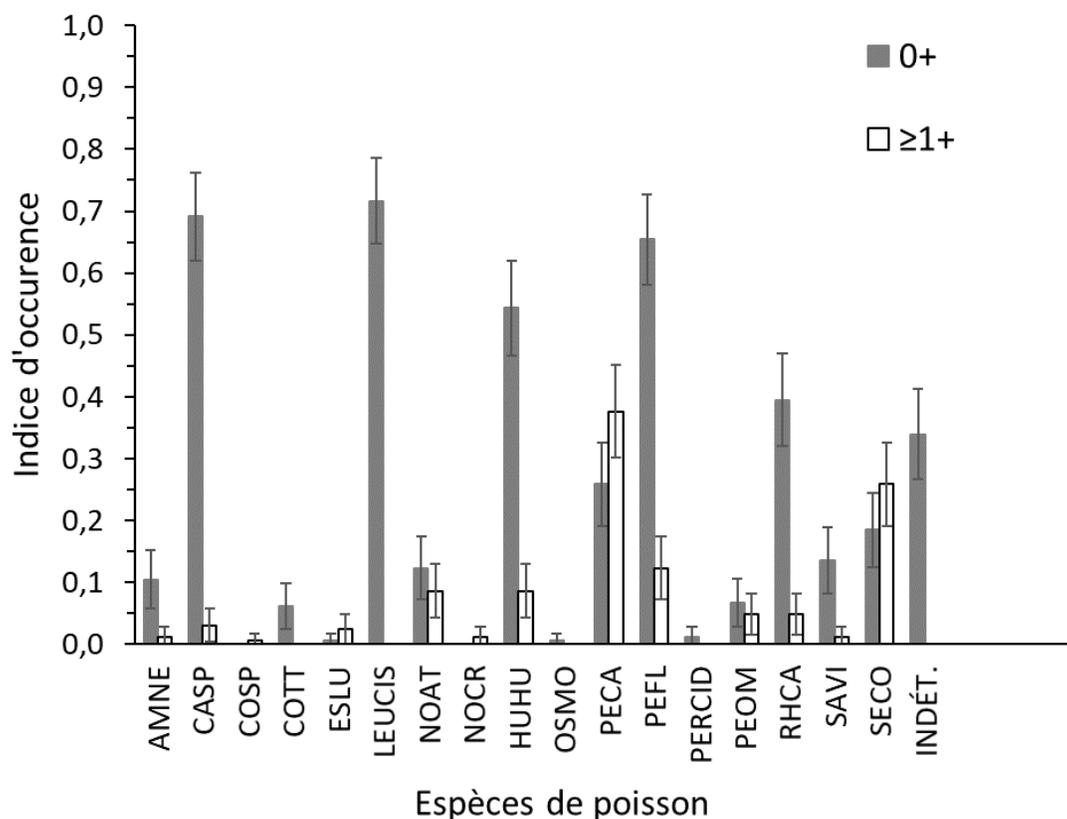


Figure 6 : Indice d'occurrence ( $\pm$  intervalle de confiance à 95 %) de l'ensemble des espèces de poissons échantillonnées en zone littorale au lac Saint-Jean en juillet 2023, selon le stade (0+ en gris et  $\geq 1+$  en blanc). Voir le tableau 2 pour la liste des abréviations.

## VARIABLES ENVIRONNEMENTALES

La température moyenne de l'eau dans la zone littorale du lac Saint-Jean en juillet 2023 était de 23 °C, avec une étendue de valeurs variant entre 18 et 28 °C (tableau 4). La température moyenne de l'eau en juillet cette année était la plus élevée en cinq ans (Lévesque et Sirois 2020; 2021; 2022; Lévesque *et al.* 2023). Les températures minimales, maximales et moyennes étaient toutes trois plus élevées que celles rencontrées lors des échantillonnages antérieurs (2019 à 2022). La température de l'eau du littoral entre 5 :00 et 13 :00 était reliée à celle de l'air à l'aéroport de Roberval pour la même période de la journée, quoique le coefficient de détermination de la régression était plus faible que par les années passées ( $r^2 = 0,13$ ; Archives météorologiques d'Environnement Canada, annexe 8). La relation plus faible ne peut être attribuée à l'ajout d'un nouvel instrument de mesure de la température de l'eau, puisqu'elle demeure similaire que l'on considère ou non les stations dont la température de l'eau a été mesurée par le sonar plutôt que par les sondes ( $y = 1,0237x - 1,1628$ ;  $r^2 = 0,12$  en excluant les mesures issues du sonar).

Tableau 4 : Sommaire de l'étendue des données abiotiques mesurées aux stations d'échantillonnage littorales du lac Saint-Jean, entre le 4 et le 18 juillet 2023. La température de l'eau est mesurée en degrés Celsius (°C) alors que la turbidité est exprimée en Unité de Turbidité Néphélométrique (NTU).

	Température (°C)	Turbidité (NTU)
Moyenne	22,60	5,14
Écart type	1,76	9,06
Minimum	18,26	-0,87
Maximum	27,66	84,38

La figure 7 montre la répartition des indices de température pour chacune des stations échantillonnées. Ces indices mettent en évidence les stations pour lesquelles la température de l'eau s'éloigne des valeurs attendues. Pour 2023, la température était plutôt homogène à l'intérieur de grands secteurs. Par exemple, les stations plus froides qu'attendues se situaient principalement entre la pointe de Saint-Méthode et l'embouchure de la rivière

Péribonka, au nord, et de Chambord à Saint-Gédéon, au sud. Les stations plus chaudes qu'attendues se retrouvaient quant à elles dans le secteur de Saint-Henri-de-Taillon à l'est, avec des indices positifs plus grands, et sur toute la côte ouest en partant de la rivière Ashuampmushuan jusqu'à la pointe de Chambord. Comme par les années passées, la rivière Péribonka se démarquait avec des températures plus froides qu'attendues dans les sites à proximité de son embouchure. À l'inverse, et dans une moindre mesure, l'embouchure de la rivière Métabetchouane se distinguait comme le seul site plus chaud qu'attendu dans une série d'indices de température négatifs.

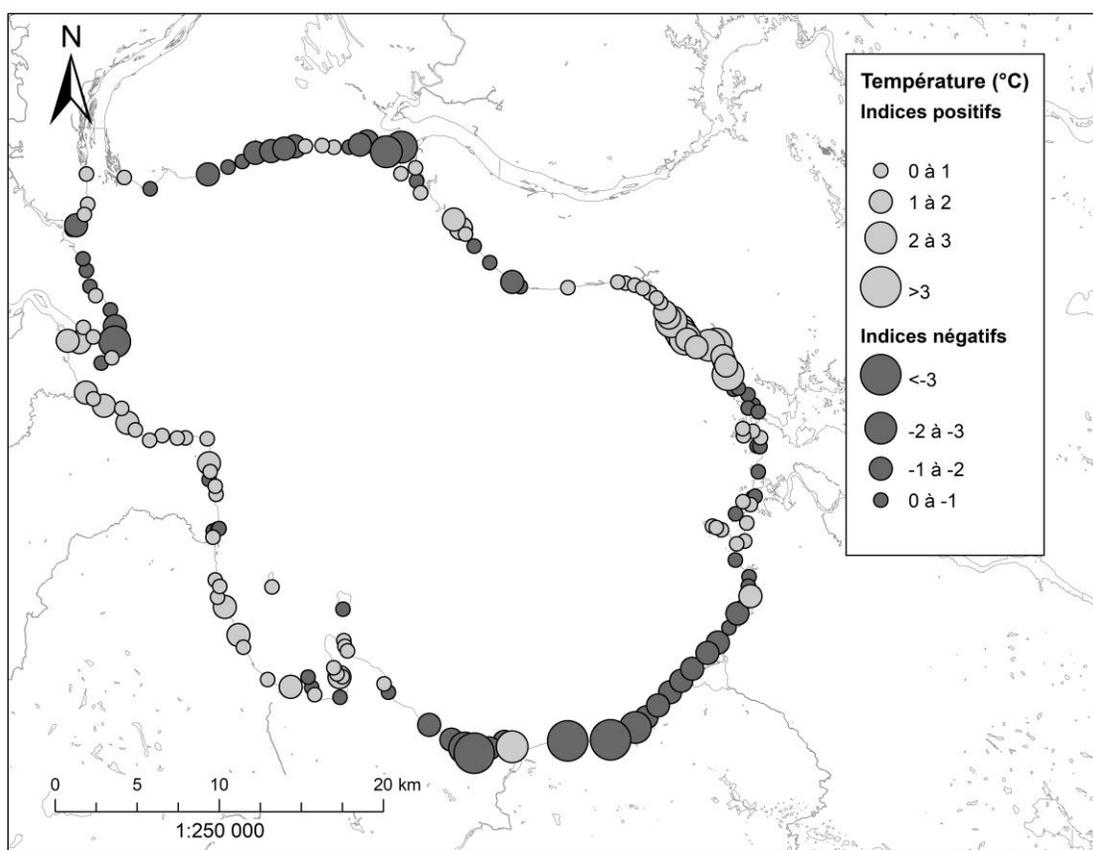


Figure 7 : Représentation de la température de l'eau dans les stations échantillonnées au cours du mois de juillet 2023, dans le cadre du suivi des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean. Les cercles gris clair indiquent les sites dont l'eau était plus chaude qu'attendue (indices positifs, °C), alors que les cercles gris foncé décrivent les sites dont l'eau était plus froide qu'attendue (indices négatifs). Plus le cercle est grand, plus la température mesurée s'éloignait de la température attendue.

L'eau des stations échantillonnées en juillet 2023 était généralement claire (tableau 4). La turbidité moyenne était de 5,14 NTU et la grande majorité des stations (145) présentait une turbidité de 10 NTU ou moins. Les stations de la moitié nord du lac Saint-Jean se caractérisaient par des turbidités plus élevées que dans les stations de la moitié sud (figure 8). Ce patron, observé de manière récurrente depuis 2019, était particulièrement marqué cette année (Lévesque et Sirois 2020; 2021; 2022; Lévesque *et al.* 2023). Les stations les plus turbides étaient situées à proximité de l'embouchure de la rivière Ticouapé (FF004, 84 NTU) et à Vauvert (FF151, 62 NTU), des secteurs du nord et du nord-ouest du lac présentant des turbidités plus élevées depuis le début du projet d'acquisition de connaissances (Lévesque et Sirois 2020; 2021; 2022; Lévesque *et al.* 2023).

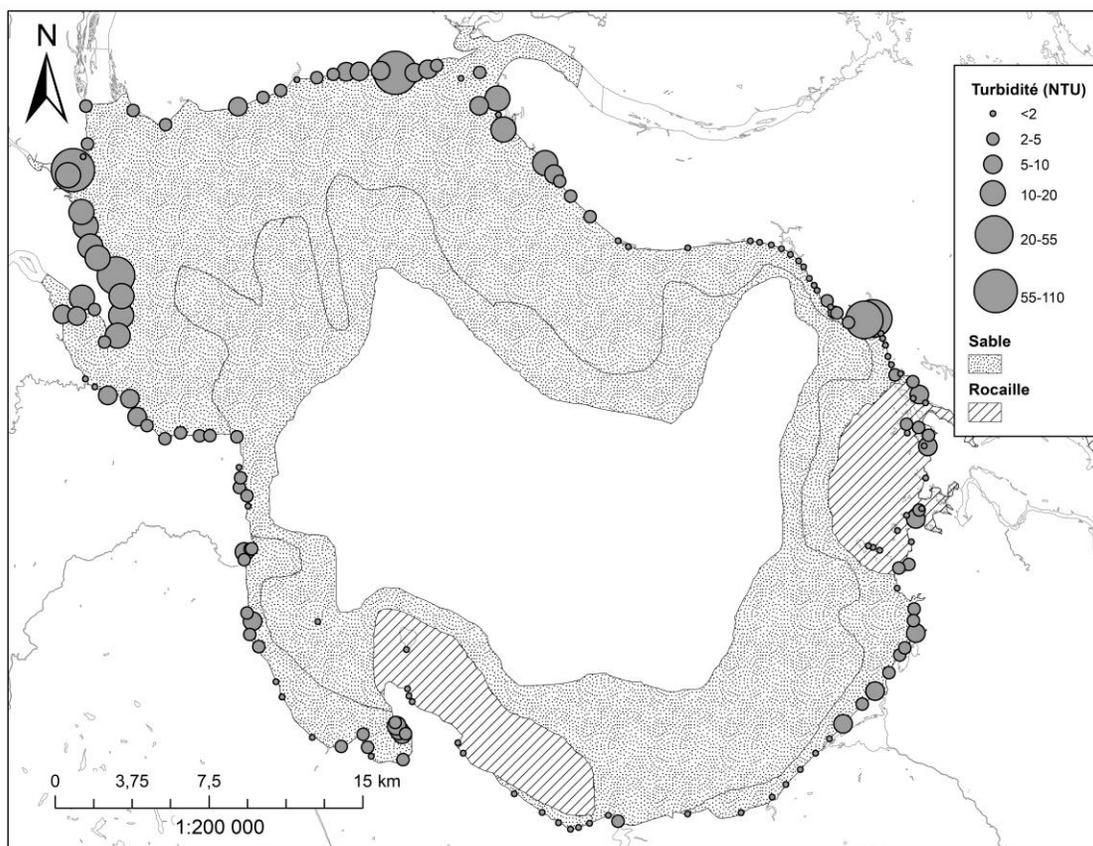


Figure 8 : Turbidité de l'eau (NTU) mesurée dans les stations échantillonnées au cours du mois de juillet 2023, dans le cadre du suivi des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean. Plus le cercle est grand, plus la turbidité est élevée. Les zones pointillées indiquent un substrat de sable alors que les zones hachurées montrent les secteurs rocheux (André Marsan & Associés 1983).

## **Corrélations entre l'abondance des poissons fourrages et les variables abiotiques**

La turbidité, la température et la date de l'échantillonnage ont été corrélées à différentes variables associées à l'abondance des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean (tableau 5). Comme par les années passées, des corrélations positives de diverses intensités ont été mises en évidence entre la turbidité et plusieurs des espèces indicatrices, les plus marquées liant la turbidité à l'abondance totale de l'omisco  $\geq 1+$  et du méné à tache noire  $\geq 1+$  (respectivement  $\rho = 0,31$   $p < 0,0001$  et  $\rho = 0,30$   $p = 0,0001$ ). Ces corrélations reposent cependant sur un nombre limité d'observations (seulement 8 stations avec présence d'omisco et 14 avec présence de méné à tache noire). Plus généralement, une corrélation existait entre l'abondance des poissons fourrages  $\geq 1+$  et la turbidité ( $\rho = 0,24$   $p = 0,0017$  figure 9). Cette corrélation entre le total des poissons de plus d'un an et la turbidité a été mise en évidence à chaque année depuis 2019 (Lévesque et Sirois 2020; 2021; 2022; Lévesque *et al.* 2023).

Une corrélation entre l'abondance totale des poissons de l'année et la turbidité a été observée cette année ( $\rho = 0,21$   $p = 0,0061$ ), ainsi qu'entre l'abondance des meuniers  $0+$  et la turbidité (même coefficient que la corrélation précédente; tableau 5).

Tableau 5 : Corrélations de Spearman significatives entre l'abondance des différentes espèces-stades indicateurs et les variables abiotiques mesurées dans le cadre du suivi de l'abondance des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean en juillet 2023.

Variable X	Variable Y	$\rho$ de Spearman	p
<i>Corrélations entre abondance et variable environnementale</i>			
Omisco $\geq 1+$	Turbidité	0,3054	<,0001
Méné à tache noire $\geq 1+$	Turbidité	0,2999	0,0001
Total des $\geq 1+$	Turbidité	0,2442	0,0017
Total des $\geq 1+$	Indice de température	0,2266	0,0037
Catostomidés 0+	Turbidité	0,2147	0,0061
Total des 0+	Turbidité	0,2147	0,0061
Fouille-roche zébré $\geq 1+$	Indice de température	0,2031	0,0095
Ouitouche $\geq 1+$	Indice de température	0,1963	0,0123
<i>Corrélations entre abondance et variable de temporalité</i>			
Perchaude 0+	Date	-0,3071	<,0001
Total des 0+	Date	0,1992	0,0111
Naseux des rapides $\geq 1+$	Date	-0,1592	0,0430

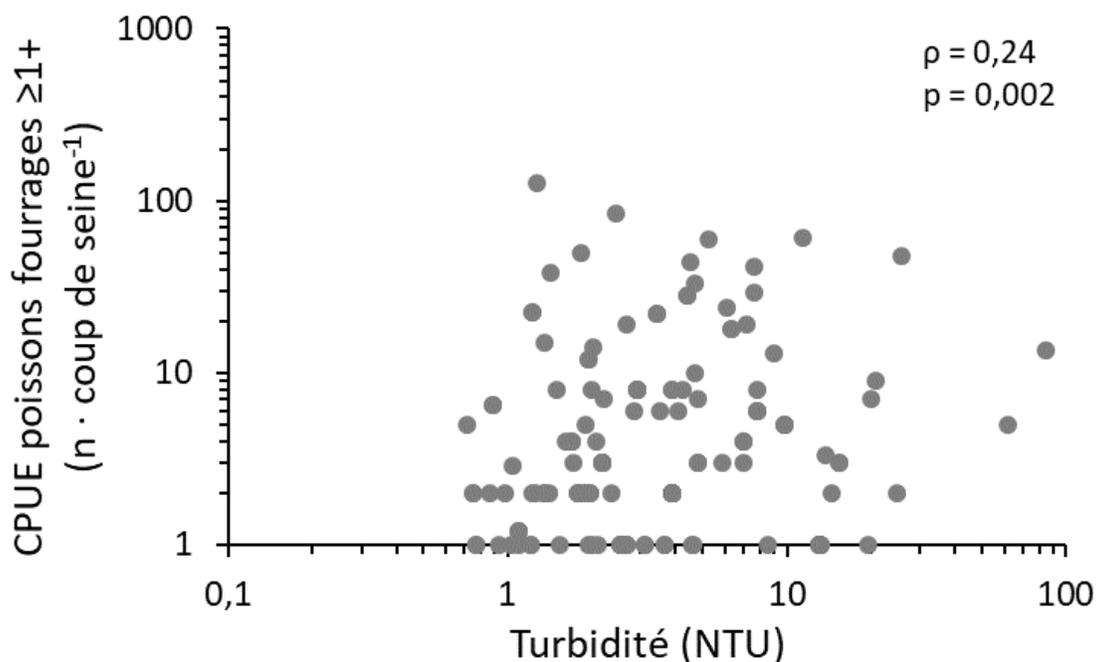


Figure 9 : L'abondance relative du total des poissons fourrages d'un an et plus (n · coup de seine<sup>-1</sup>) était positivement corrélée à la turbidité de l'eau de la station (NTU;  $\rho = 0,24$ ;  $p < 0,0001$ ). Prendre note de l'échelle logarithmique de l'axe de la turbidité.

Pour une seconde année consécutive, une corrélation positive a été détectée entre les indices de température (la température transformée afin d'éliminer l'effet du temps) et l'abondance des poissons fourrages  $\geq 1+$  (figure 10;  $\rho = 0,23$ ;  $p = 0,004$ ; Lévesque *et al.* 2023). Cette corrélation était aussi présente pour quelques espèces de poissons d'un an et plus, dont le fouille-roche zébré ( $\rho = 0,20$ ;  $p = 0,0095$ ) et la ouitouche ( $\rho = 0,20$ ;  $p = 0,012$ ; tableau 5).

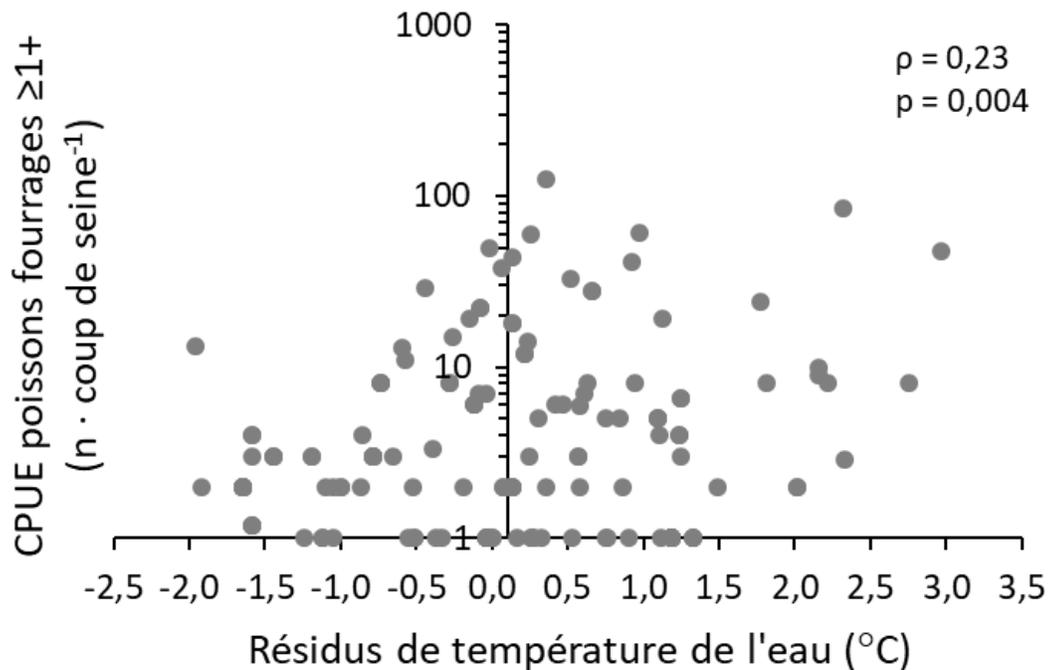


Figure 10 : L'abondance relative du total des poissons fourrages d'un an et plus ( $n \cdot \text{coup de seine}^{-1}$ ) était positivement corrélée aux indices de température de l'eau (°C;  $\rho = 0,23$ ;  $p < 0,004$ ). Prendre note de l'échelle logarithmique de l'axe de l'abondance des poissons.

Enfin, des corrélations liées au temps ont été mises de l'avant cette année (tableau 5). La relation négative entre la date d'échantillonnage et l'abondance de la perchaude de l'année est probablement le reflet de la mortalité naturelle des jeunes stades de vie de poisson ( $\rho = -0,31$ ;  $p < 0,0001$ ; annexe 4), alors que la corrélation positive entre le temps et l'abondance de l'ensemble des poissons de l'année est probablement attribuable à l'arrivée des larves d'espèces à éclosion estivale (leuciscidés;  $\rho = 0,20$ ;  $p = 0,01$ ). Finalement, l'étrange corrélation négative entre l'abondance des naseux des rapides  $\geq 1+$  et la date

d'échantillonnage ( $\rho = -0,16$ ;  $p = 0,04$ ) pourrait être liée à leur distribution très limitée dans le sud-ouest du lac Saint-Jean.

## CONCLUSION

L'indice d'abondance relative des  $\geq 1+$  (c'est-à-dire de l'ensemble des poissons fourrages d'un an et plus) a diminué en 2023 pour atteindre des valeurs similaires à celles mesurées en 2020 et 2021, c'est-à-dire les plus faibles valeurs de la série. Par conséquent, les indices d'abondance relative du méné émeraude, du méné à tache noire, de l'éperlan arc-en-ciel et de l'omisco  $\geq 1+$  étaient les plus bas indices mesurés pour l'ensemble des périodes à l'étude (1989 à 1991 et 2019 à 2023). De la même manière, les indices d'occurrence de ces espèces indicatrices ont diminué eux aussi en 2023, atteignant des valeurs similaires ou plus faibles que celles obtenues en 2020 et 2021. Globalement, les indices d'abondance relative des poissons fourrages littoraux d'un an et plus du lac Saint-Jean mesurés depuis 2019 fluctuent peu (de 1,7 à 5,8 individus d'un an et plus par coup de seine), mais se maintiennent à des niveaux très bas comparativement aux valeurs de 1989 à 1991 (10,3 à 20,48 individus d'un an et plus par coup de seine).

L'indice d'abondance des  $0+$  (c'est-à-dire de l'ensemble des poissons fourrages de l'année) était quant à lui le deuxième plus élevé de la série, après 2020. Les perchaudes  $0+$  ne constituaient que 5,5 % des poissons de l'année capturés, cependant l'indice d'abondance relative de cette espèce indicatrice a bondi en 2023 pour atteindre la valeur la plus élevée de l'ensemble des périodes à l'étude pour cette espèce. Les indices d'abondance des poissons  $0+$  et  $\geq 1+$  observés en 2023 appuient l'hypothèse selon laquelle il y aurait faible recrutement pour plusieurs espèces de poissons fourrages littoraux, particulièrement pour les ménés émeraude et à tache noire.

Cette année encore, la turbidité de l'eau mesurée dans les stations d'échantillonnage était positivement corrélée à l'abondance des poissons fourrages d'un an et plus mesurée dans ces mêmes stations. La récurrence de ces corrélations dans le temps suggère une véritable signification biologique.

L'échantillonnage des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean réalisé en 2023 constitue la cinquième année d'un projet qui s'échelonne sur neuf ans. Cette précieuse série temporelle qui prend maintenant forme servira d'état de référence du lac Saint-Jean.

## RÉFÉRENCES

André Marsan & Associés. 1983. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean. Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Rapport synthèse Tome 1. Le milieu, le phénomène d'érosion et l'analyse de diverses options de gestion des niveaux du lac. Aluminium du Canada Ltée (Alcan). 262 p.

Auer N.A. 1982. Identification of larval fishes of the Great Lakes basin with emphasis on the Lake Michigan drainage. Great Lakes fishery commission, Ann Arbor, Michigan, 744 p.

Bouchard L. et Plourde Y. 1995. Suivi de l'impact des travaux de rechargement sur les communautés de poissons fourrages du lac Saint-Jean, résultats des pêches de 1995. Centre écologique du lac Saint-Jean inc., pour Sécal, Programme de stabilisation des berges, 64 p.

Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. 2017. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2017-2026. Québec, 170 p.

Desroches J.-F. 2010. Clé d'identification pratique des poisson d'eau douce du Québec. Techniques de bioécologie, Cégep de Sherbrooke, 80 p.

Fortin A.-L., Sirois P. et Legault M. 2009. Synthèse et analyse des connaissances sur la ouananiche et l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques, et Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, Québec, 137 p.

Fuiman L.A. et Werner R.G. 2002. Fishery Science, the unique contributions of early life stages. Blackwell Publishing, 326 p.

Houde E.D. 2002. Mortality, chapter 3. Dans : Fuiman L.A. et Werner R.G. édés. Fishery Science. Wiley-Blackwell, p. 64.

Hutchings J.A., Ardren W.R., Barlaup B.T., Bergman E., Clarke K.D., Greenberg L.A., Lake C., Piironen J., Sirois P., Sundt-Hansen L.E. et Fraser D.J. 2019. Life-history variability and conservation status of landlocked Atlantic salmon: an overview. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 76: 1697-1708.

Lefebvre R. 1988. Utilisation de la zone de marnage du lac Saint-Jean par la faune aquatique en 1987. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Direction régionale du Saguenay-Lac Saint-Jean. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la Faune, Jonquière, 44 p.

Lefebvre R. 1989. Utilisation de la zone de marnage du lac Saint-Jean par la faune aquatique en 1988. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Direction régionale du Saguenay-Lac Saint-Jean. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la Faune, Jonquière, 44 p.

Lévesque S. et Sirois P. 2020. Abondance des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean en 2019. Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées, pour le Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi, 56 p.

Lévesque S. et Sirois P. 2021. Abondance des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean en 2020. Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées, pour le Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi, 59 p.

Lévesque S. et Sirois P. 2022. Abondance des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean en 2021. Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées, pour le Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi, 65 p.

Lévesque S., Fortin W. et Sirois P. 2023. Abondance des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean en 2022. Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées, pour le Conseil de gestion durable du lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi, 75 p.

Massé H. et Leclerc J. 2015. Clef d'identification des cyprinidés du Québec. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Longueuil, Québec, 24 p.

Ministère du Développement durable de l'Environnement et de la Lutte aux Changements Climatiques. 2017. Rapport d'analyse environnementale pour le programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean 2018-2027 sur le territoire des municipalités régionales de comté de Lac-Saint-Jean-Est, Maria-Chapdelaine et Le Domaine-du-Roy. Dossier 3211-02-001. Direction générale de l'évaluation environnementale et stratégique. Direction de l'évaluation environnementale des projets hydriques et industriels, Québec, 57 p.

Page L.M., Bemis K.E., Dowling T.E., Espinosa-Pérez H.S., Findley L.T., Gilbert C.R., Hartel K.E., Lea R.N., Mandrak N.E., Neighbors M.A., Schmitter-Soto J.J. et Walker H.J.J. 2023. Common and Scientific Names of Fishes from the United States, Canada, and Mexico, 8th edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 435 p.

Plourde-Lavoie P. et Sirois P. 2016a. Revue et synthèse de la littérature scientifique sur la reproduction et les habitats des poissons fourrages de la zone littorale du lac Saint-Jean. Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, 124 p.

Plourde-Lavoie P. et Sirois P. 2016b. Cartographie des habitats de fraie potentiels des poissons fourrages de la zone littorale du lac Saint-Jean. 11 p.

Plourde-Lavoie P. et Sirois P. 2016c. Suivi des poissons fourrages en zone littorale au lac Saint-Jean : analyses de puissance à partir des données des échantillonnages de 1989 à 1995. 59 p.

Plourde-Lavoie P., Archer M., Gagnon K. et Sirois P. 2018. Les variations de niveau du lac Saint-Jean : effets sur la reproduction des poissons dans les habitats en milieux humides riverains. *Le Naturaliste canadien*, 142: 66-77.

Quinn G.P. et Keough M.J. 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press.

Scott W.B. et Crossman E.J. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada*. Ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, Ottawa, 1026 p.

Valentine M. 1989. Étude de la densité et de la répartition de la faune ichthyenne et benthique du lac St-Jean. Le Centre Écologique du Lac St-Jean inc., Saint-Félicien, 49 p.

Valentine M. 1990. Étude de la densité et de la répartition de la faune ichthyenne et benthique du lac St-Jean. Centre Écologique du Lac St-Jean inc., Saint-Félicien, 47 p.

Valentine M. 1991. Étude de la densité et de la répartition de la faune ichthyenne du lac Saint-Jean 1991. Le Centre Écologiques du lac St-Jean inc., Saint-Félicien, 39 p.

## ANNEXES

Annexe 1 : Coordonnées des 162 stations d'échantillonnage des poissons fourrages littoraux autour du lac Saint-Jean. Les coordonnées de certaines stations ont été légèrement ajustées dans certains cas en fonction des conditions rencontrées sur le site.

Station	Latitude	Longitude
FF001	48,724439	-72,34324504
FF002	48,70788046	-72,34094283
FF003	48,70214	-72,34328
FF004	48,69595	-72,34971
FF005	48,69361	-72,35271
FF006	48,67778	-72,34246
FF007	48,67150137	-72,33905828
FF008	48,66275484	-72,33537744
FF009	48,6579	-72,33017
FF010	48,65055046	-72,31734757
FF011	48,64167298	-72,31288302
FF012	48,63310716	-72,31238132
FF013	48,62419	-72,31401
FF014	48,62103397	-72,32259597
FF015	48,63514	-72,33036
FF016	48,64008	-72,33908
FF017	48,63187	-72,34175
FF018	48,63224	-72,35147
FF019	48,60437	-72,33396
FF020	48,601102	-72,32746
FF021	48,59766	-72,31849
FF022	48,59669936	-72,30370399
FF023	48,589	-72,29823
FF024	48,58529	-72,29139
FF025	48,57994	-72,27902
FF026	48,58286	-72,26892
FF027	48,58198	-72,25624
FF028	48,58236	-72,24934
FF029	48,58244	-72,23132
FF030	48,56904	-72,22894
FF031	48,56449	-72,22754
FF032	48,56014	-72,228
FF033	48,55666	-72,22264
FF034	48,55221	-72,22167
FF035	48,5335065	-72,21772295
FF036	48,53328	-72,21875
FF037	48,53198	-72,22244

Station	Latitude	Longitude
FF038	48,52853106	-72,22233915
FF039	48,50513396	-72,21863003
FF040	48,50166	-72,21472
FF041	48,50294	-72,17147
FF042	48,49575	-72,21606
FF043	48,49063	-72,20967
FF044	48,47554	-72,19702
FF045	48,46894	-72,19258
FF046	48,4519	-72,17113
FF047	48,44853	-72,15171
FF048	48,45435	-72,13768
FF049	48,44877	-72,13427
FF050	48,44490898	-72,13147097
FF051	48,44415	-72,11043
FF052	48,45555	-72,10952
FF053	48,45525	-72,11182
FF054	48,45687	-72,1139
FF055	48,45886501	-72,11572398
FF056	48,46028	-72,11684
FF057	48,49263	-72,11176
FF058	48,4754	-72,10974
FF059	48,4722569	-72,10862728
FF060	48,46985	-72,10626
FF061	48,45274	-72,07465
FF062	48,44826	-72,07073
FF063	48,431494	-72,03568
FF064	48,42396	-72,01666
FF065	48,41971	-72,00547
FF066	48,41715	-71,99734
FF067	48,41811617	-71,99221336
FF068	48,42017	-71,98497
FF069	48,42409177	-71,9728408
FF070	48,42167	-71,96621
FF071	48,42638948	-71,92044317
FF072	48,42805392	-71,88509245
FF073	48,43553957	-71,86506142
FF074	48,44143537	-71,85636384
FF075	48,44825001	-71,84726402
FF076	48,45575576	-71,83770565
FF077	48,46241473	-71,82895775

Station	Latitude	Longitude
FF078	48,46928	-71,82042
FF079	48,47834	-71,80834
FF080	48,48435	-71,80019
FF081	48,49274	-71,79161
FF082	48,50070303	-71,78506996
FF083	48,50397	-71,78189
FF084	48,51067	-71,77495
FF085	48,51612	-71,77698
FF086	48,52124	-71,77682
FF087	48,53008	-71,7888
FF088	48,539	-71,7882
FF089	48,54076	-71,78169
FF090	48,54637	-71,8014
FF091	48,54751	-71,80591
FF092	48,54816	-71,80912
FF093	48,55078	-71,78077
FF094	48,55548	-71,79034
FF095	48,56094201	-71,77842404
FF096	48,56238797	-71,78467602
FF097	48,56487	-71,77659
FF098	48,56566	-71,77483
FF099	48,57917	-71,77317
FF100	48,59313	-71,77268
FF101	48,59328	-71,7752
FF102	48,59857	-71,78672
FF103	48,60247401	-71,78760298
FF104	48,60128696	-71,779353
FF105	48,59798	-71,77254
FF106	48,61226	-71,7755
FF107	48,61579	-71,77993
FF108	48,61399	-71,78387
FF109	48,62129	-71,78457
FF110	48,62459	-71,79297
FF111	48,62389	-71,79663
FF112	48,62837	-71,79944
FF113	48,63184786	-71,80198384
FF114	48,63681	-71,8039
FF115	48,63971899	-71,80594156
FF116	48,64183	-71,8073
FF117	48,64834	-71,81294

Station	Latitude	Longitude
FF118	48,6475	-71,81875
FF119	48,64608256	-71,82916703
FF120	48,65002	-71,83724
FF121	48,65025	-71,83893
FF122	48,65249	-71,84155
FF123	48,65519	-71,844
FF124	48,6595	-71,85103
FF125	48,66167	-71,85313
FF126	48,6646095	-71,85665674
FF127	48,66960863	-71,86075408
FF128	48,67213	-71,86429
FF129	48,67479	-71,86989
FF130	48,67711	-71,87604
FF131	48,678578	-71,88290597
FF132	48,67951	-71,89073
FF133	48,67988463	-71,89699468
FF134	48,67553	-71,93832
FF135	48,67481	-71,97794
FF136	48,67718	-71,98489
FF137	48,68721	-72,00424
FF138	48,69584	-72,01791
FF139	48,70215	-72,02558
FF140	48,70517	-72,02961
FF141	48,70988	-72,03587
FF142	48,72366563	-72,06469752
FF143	48,73005202	-72,06853101
FF144	48,73723	-72,06985
FF145	48,73364	-72,08172
FF146	48,7453	-72,09477
FF147	48,7483	-72,08247
FF148	48,75037786	-72,11132835
FF149	48,74848	-72,11702
FF150	48,7467911	-72,12598005
FF151	48,74626	-72,13858
FF152	48,74688	-72,14844
FF153	48,74605	-72,16248
FF154	48,74561	-72,17131
FF155	48,74414	-72,17992
FF156	48,74236723	-72,19070949
FF157	48,74100537	-72,20384409

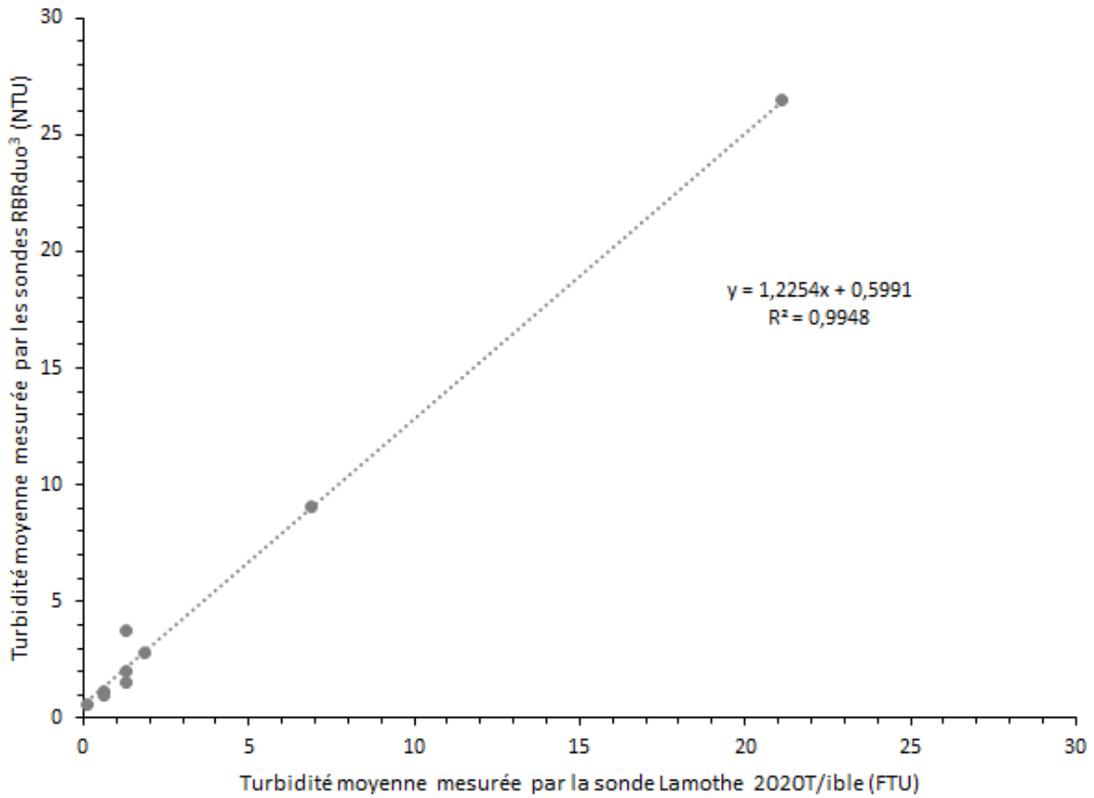
Station	Latitude	Longitude
FF158	48,73589274	-72,21429213
FF159	48,7323785	-72,22582747
FF160	48,72778	-72,24219
FF161	48,718171	-72,289616
FF162	48,72365	-72,31174

Annexe 2 : Liste des espèces indicatrices et de leur stade, telles qu'identifiées par Plourde-Lavoie et Sirois (2016c) d'après les données des échantillonnages des poissons fourrages littoraux du début des années 1990.

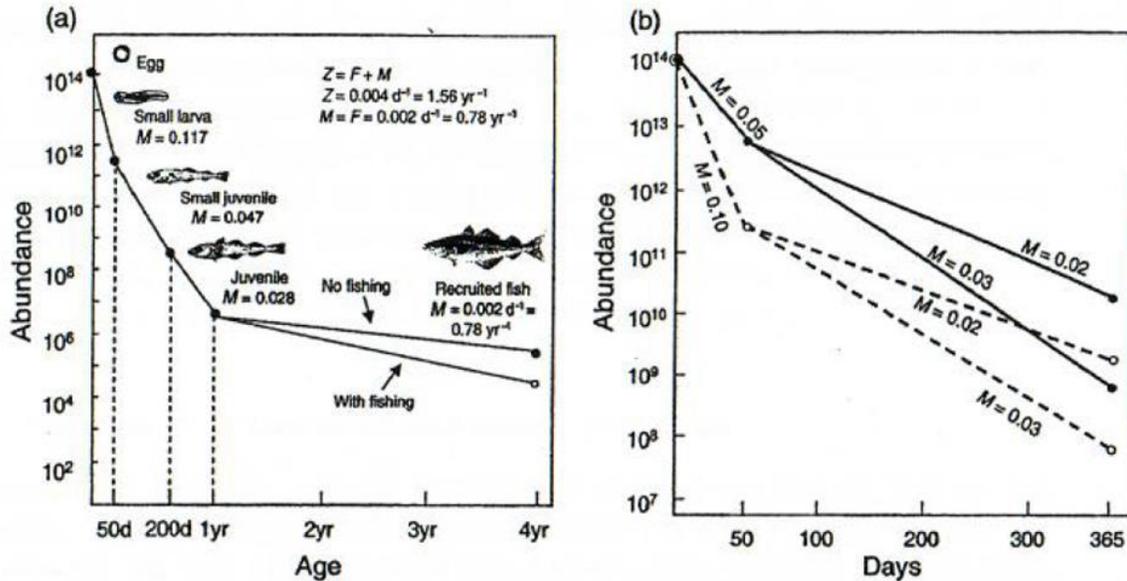
Abréviation	Latin	Nom commun	Stades	
			0+	≥1+
CASP	<i>Catostomus sp.</i>	Catostomes	Oui	
PEFL	<i>Perca flavescens</i>	Perchaude	Oui	
NOAT	<i>Notropis atherinoides</i>	Méné émeraude		Oui
HUHU*	<i>Hudsonius hudsonius</i> *	Méné à tache noire		Oui
OSMO	<i>Osmerus mordax</i>	Éperlan arc-en-ciel		Oui
PECA	<i>Percina caprodes</i>	Fouille-roche zébré		Oui
PEOM	<i>Percopsis omiscomaycus</i>	Omisco		Oui
RHCA	<i>Rhinichthys cataractae</i>	Naseux des rapides		Oui
SECO	<i>Semotilus corporalis</i>	Ouitouche		Oui

\**Notropis hudsonius* est dorénavant classé comme *Hudsonius hudsonius* selon la 8<sup>ème</sup> édition du *Common and Scientific Names of Fishes from the United States, Canada, and Mexico* de l'American Fisheries Society (Page et al. 2023).

Annexe 3 : Relation entre la turbidité mesurée en Unité Néphélométrique à la Formazine (FNU) par la sonde Lamothe 2020T/ible et la turbidité mesurée en Unité de Turbidité Néphélométrique (NTU) avec les sondes RBRduo<sup>3</sup>.

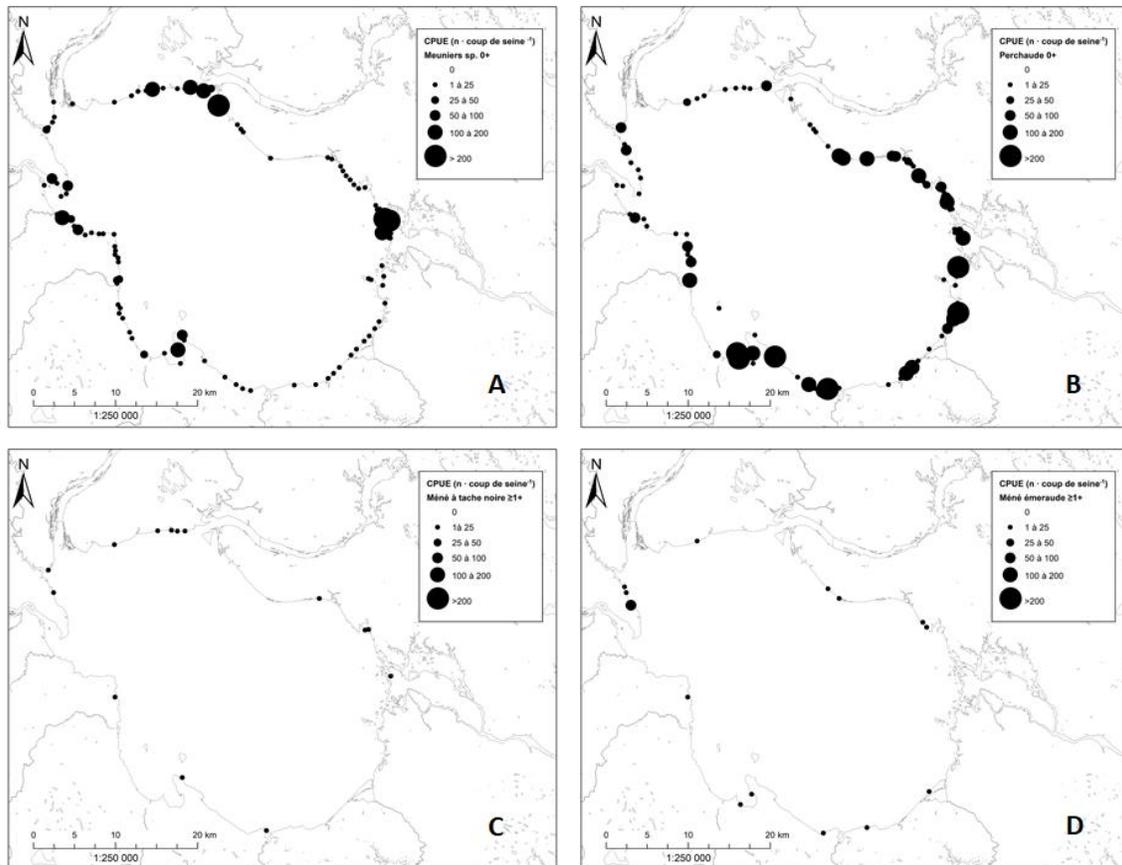


Annexe 4 : Illustration conceptuelle de la courbe de survie d'une cohorte de poisson d'eau salée, de l'œuf à l'adulte (tiré de Houde 2002). Le taux de mortalité associé aux poissons d'eau douce est comparativement plus faible, mais reste substantiel (96,4 % de la cohorte ne survit pas au stade larvaire plutôt que 99,71 % en moyenne pour les espèces marines).

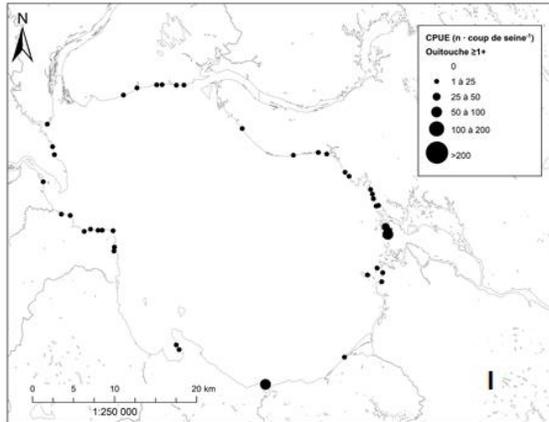
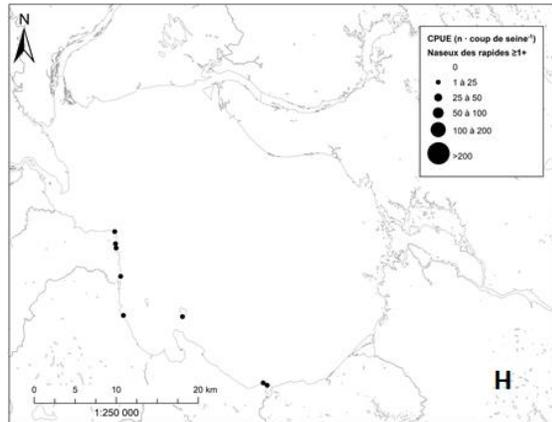
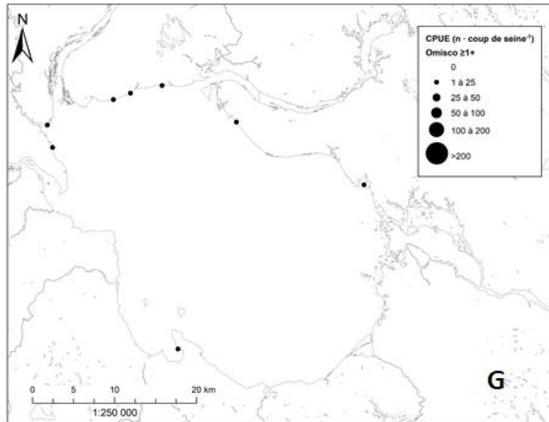
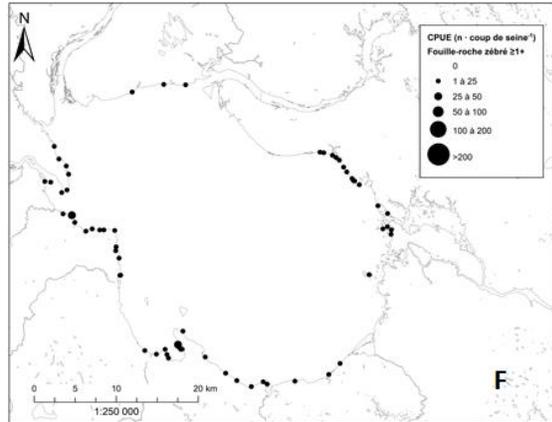
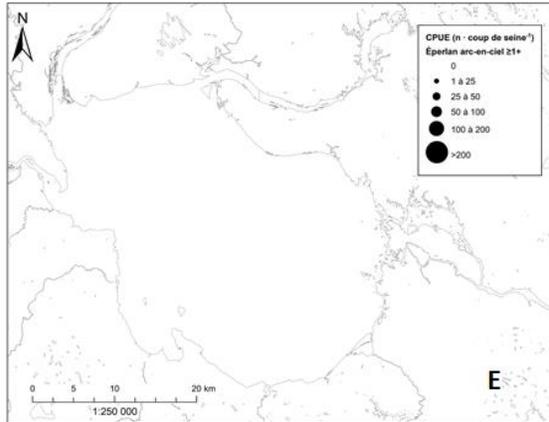


**Figure 3.2** Conceptual illustrations of survivorship in a fish cohort from the egg stage through recruited stages. (a) Stage-specific mortality rates for four designated life stages. Effects of fishing are illustrated for the recruited stage. (b) Effects on survival of variability in mortality rates during the larval stage (0–50 days) and in the juvenile stage (50–365 days). Order-of-magnitude variability in survival results from modest changes in mortality rates ( $M$  = instantaneous natural mortality,  $F$  = instantaneous fishing mortality,  $Z$  = instantaneous total mortality).

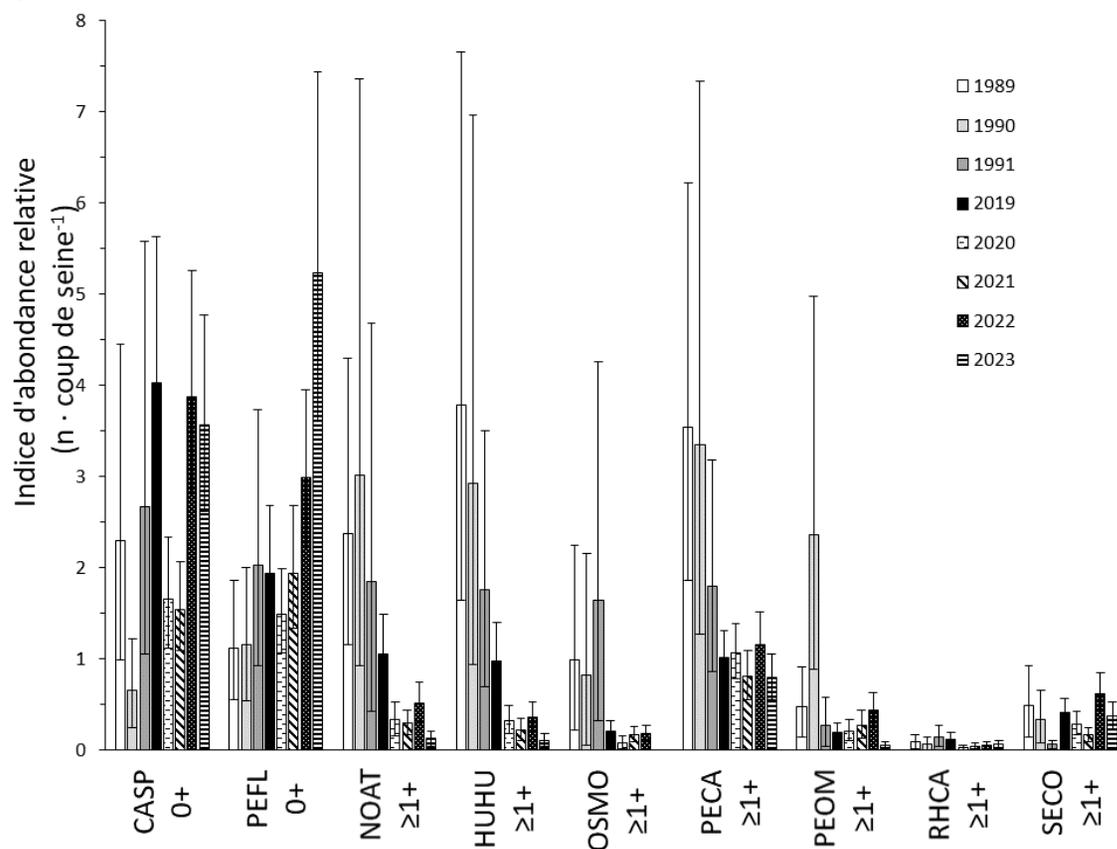
Annexe 5 : Abondance relative des espèces indicatrices de poissons fourrages littoraux capturées en juillet 2023 dans les stations d'échantillonnage au lac Saint-Jean. L'abondance relative correspond au nombre de poissons capturés dans un coup de seine standardisé pour (A) les catostomidés de l'année, (B) la perchaude de l'année, (C) le méné à tache noire d'un an et plus, (D) le méné émeraude d'un an et plus, (E) l'éperlan arc-en-ciel d'un an et plus, (F) le fouille-roche zébré d'un an et plus, (G) l'omisco d'un an et plus, (H) le naseux des rapides d'un an et plus et (I) la ouitouche d'un an et plus. Les stations sans poisson de l'espèce visée ne sont pas indiquées dans le but d'alléger les figures.



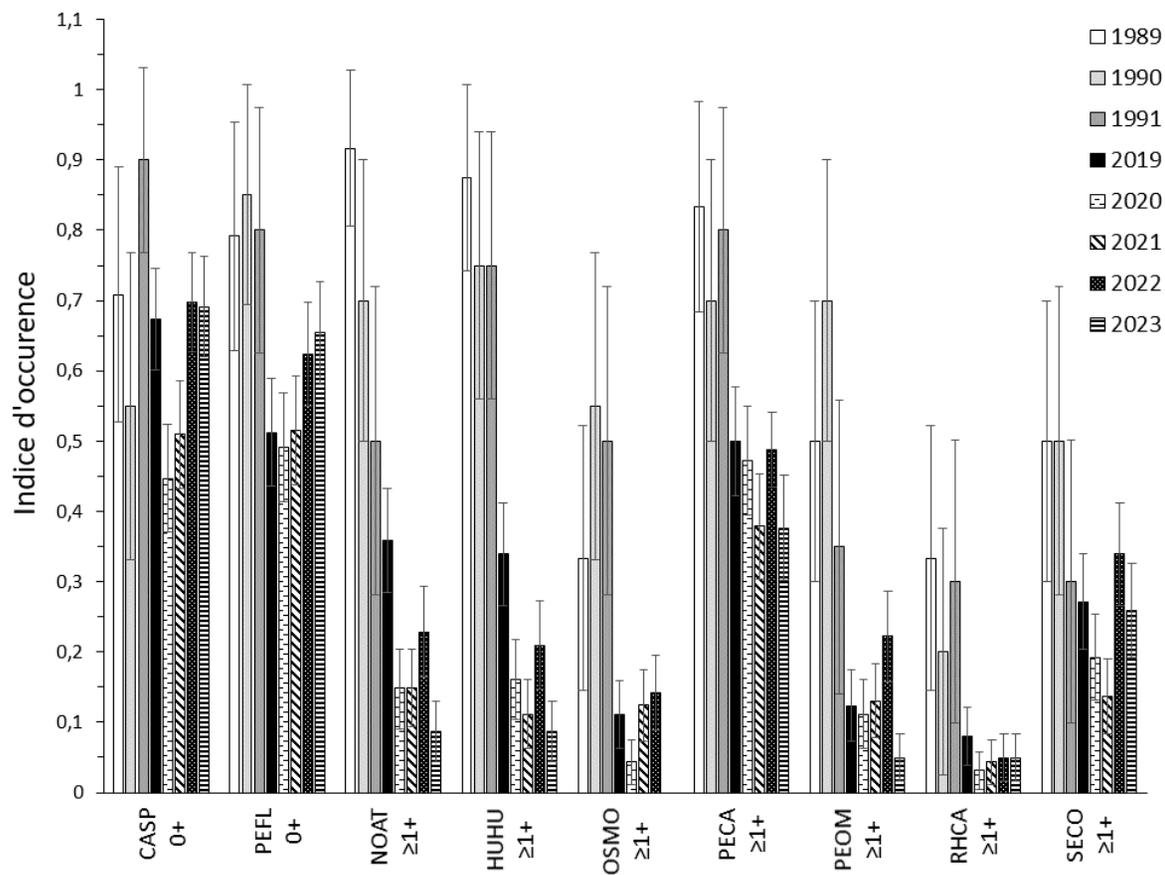
## Annexe 5 (suite) :



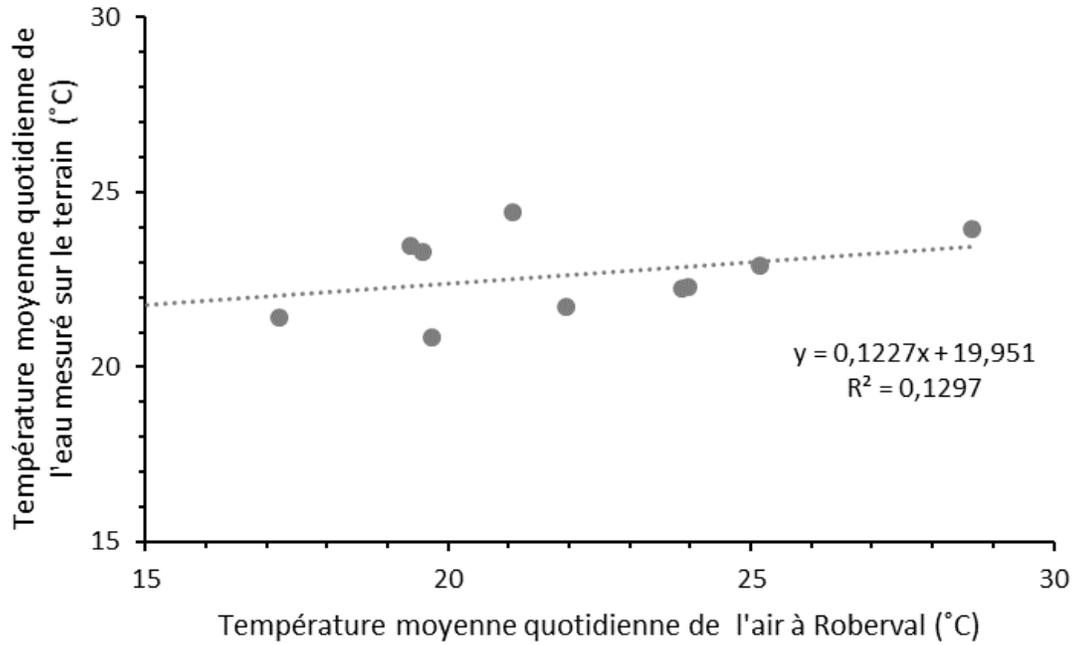
Annexe 6 : Comparaison de l'indice d'abondance relative des espèces indicatrices des poissons fourrages littoraux en juillet au lac Saint-Jean entre les échantillonnages de 2019 à 2023 et ceux de 1989 à 1991. Le nombre moyen (moyenne géométrique) de poissons capturés par coup de seine uniformisé ( $\pm$  intervalle de confiance à 95 %) est indiqué pour chaque catégorie (consulter l'annexe 2 pour les abréviations). Les données récoltées avant 2019 ont été standardisées par unité de surface afin de les comparer aux données actuelles, néanmoins ces comparaisons doivent être interprétées avec prudence puisque les données proviennent d'une seine et d'une méthode de capture différentes.



Annexe 7 : Comparaison de l'indice d'occurrence ( $\pm$  intervalle de confiance à 95 %) des espèces indicatrices des poissons fourrages littoraux en juillet au lac Saint-Jean entre l'échantillonnage de 2023, 2022, 2021, 2020 (hachurés), 2019 (noir) et ceux de 1989 à 1991 (tons de gris). Les données récoltées avant 2019 ont été standardisées par unité de surface afin de les comparer aux données actuelles, néanmoins ces comparaisons doivent être interprétées avec prudence puisque les données proviennent d'une seine et d'une méthode de capture différentes. Consulter l'annexe 2 pour les abréviations.



Annexe 8 : Relation entre la température moyenne quotidienne de l'eau des stations littorales mesurée entre 5 :00 et 13 :00 du 4 au 18 juillet 2023 au lac Saint-Jean et celle de l'air, pour la même période, mesurée à l'aéroport de Roberval (Archives météorologiques d'Environnement Canada).



Annexe 9 : Données brutes du décompte et de l'identification des poissons fourrages littoraux du lac Saint-Jean, du 4 au 18 juillet 2023, présentées en deux tableaux : les poissons de l'année (0+) capturés et les poissons d'un an et plus ( $\geq 1+$ ) capturés. En cas de sous-échantillonnage du coup de seine sur le terrain (Lévesque et Sirois 2020) ou fractionnement de l'échantillon en laboratoire (partiteur de Folsom ou Motoda selon la taille des larves), le nombre indiqué correspond à une estimation du nombre total dans la seine. Les abréviations pour chaque espèce sont dans le tableau 2. Contactez la Chaire de recherche sur les espèces aquatiques exploitées au besoin.

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
11 juillet 2023	FF001	112,5	24,24	2,97	1	0	0	49			X
11 juillet 2023	FF002	187,5	24,08	2,12	1	0	0	24			X
11 juillet 2023	FF003	187,5	24,12	1,99	1	0	0	50			X
13 juillet 2023	FF004	225,0	19,83	84,39	5	71	0	519		X	
11 juillet 2023	FF005	112,5	23,97	13,77	24	8	36	580		X	
13 juillet 2023	FF006	187,5	21,54	14,53	0	2	0	102			X
13 juillet 2023	FF007	187,5	21,57	19,94	0	56	0	53			X
13 juillet 2023	FF008	187,5	21,06	19,42	0	0	0	39			X
13 juillet 2023	FF009	187,5	22,55	11,46	0	2	1	35			X
13 juillet 2023	FF010	187,5	20,98	24,82	0	1	0	9			X
13 juillet 2023	FF011	187,5	20,27	15,48	0	1	0	34			X
13 juillet 2023	FF012	187,5	19,43	16,29	64	0	256	3008		X	

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
13 juillet 2023	FF013	187,5	21,78	13,16	8	3	0	1316		X	
13 juillet 2023	FF014	187,5	20,92	2,90	2	0	0	393		X	
13 juillet 2023	FF015	187,5	21,88	4,20	11	0	19	1513		X	
13 juillet 2023	FF016	187,5	22,55	19,23	60	0	16	940		X	
13 juillet 2023	FF017	187,5	23,06	6,98	0	5	1	45			X
13 juillet 2023	FF018	187,5	22,97	9,76	4	13	0	293		X	
13 juillet 2023	FF019	187,5	22,98	-0,12	0	0	0	68			X
13 juillet 2023	FF020	187,5	22,20	0,05	8	2	0	73			X
7 juillet 2023	FF021	187,5	26,47	6,06	128	68	8	2344		X	
7 juillet 2023	FF022	187,5	25,52	7,63	31	1	1	288			X
7 juillet 2023	FF023	187,5	25,78	7,02	14	1	0	285			X
7 juillet 2023	FF024	187,5	24,97	3,07	88	0	16	1246		X	
7 juillet 2023	FF025	187,5	25,00	4,79	4	0	0	93			X
7 juillet 2023	FF026	187,5	24,96	4,26	10	0	0	226			X
7 juillet 2023	FF027	187,5	24,76	4,09	18	0	1	54			X

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
7 juillet 2023	FF028	157,5	24,83	3,53	1	11	0	11			X
7 juillet 2023	FF029	187,5	24,63	2,85	12	1	0	12			X
4 juillet 2023	FF030	187,5	25,30	1,62	9	97	0	56			X
4 juillet 2023	FF031	187,5	23,89	2,01	25	18	14	148			X
4 juillet 2023	FF032	187,5	22,82	3,89	1	2	0	10			X
4 juillet 2023	FF033	187,5	22,75	2,76	1	2	20	144			X
4 juillet 2023	FF034	187,5	22,43	1,72	2	67	7	32			X
4 juillet 2023	FF035	187,5	20,79	2,08	1	0	0	0			X
4 juillet 2023	FF036	187,5	20,49	2,17	26	3	0	13			X
4 juillet 2023	FF037	187,5	20,43	6,27	32	111	2	106			X
4 juillet 2023	FF038	187,5	20,22	3,10	3	13	0	14			X
12 juillet 2023	FF039	187,5	21,46	3,89	6	0	0	121			X
12 juillet 2023	FF040	187,5	21,01	5,30	3	0	6	67			X
12 juillet 2023	FF041	187,5	21,58	0,88	0	1	0	12			X
12 juillet 2023	FF042	187,5	21,57	4,55	1	0	0	96			X

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
12 juillet 2023	FF043	187,5	21,96	2,55	1	0	0	32			X
12 juillet 2023	FF044	187,5	21,76	1,13	17	0	15	414			X
12 juillet 2023	FF045	187,5	21,18	1,48	4	0	1	7			X
12 juillet 2023	FF046	187,5	21,28	1,09	27	36	0	264			X
12 juillet 2023	FF047	187,5	21,41	2,10	0	0	0	2			X
17 juillet 2023	FF048	187,5	22,73	2,66	8	263	0	377			X
17 juillet 2023	FF049	187,5	22,54	2,19	0	311	0	5			X
17 juillet 2023	FF050	187,5	22,49	1,94	0	1	0	14			X
17 juillet 2023	FF051	187,5	21,39	3,26	20	3	3	221			X
17 juillet 2023	FF052	187,5	22,24	4,64	2	0	0	68			X
13 juillet 2023	FF053	187,5	22,00	7,18	4	101	0	234			X
13 juillet 2023	FF054	187,5	21,00	6,36	39	21	0	113			X
13 juillet 2023	FF055	187,5	21,50	5,76	174	1	0	1460			X
13 juillet 2023	FF056	187,5	21,00	4,53	0	13	0	21			X
13 juillet 2023	FF057	187,5	20,00	1,26	0	0	6	87			X

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
13 juillet 2023	FF058	187,5	21,00	1,78	60	1	1	57			X
13 juillet 2023	FF059	187,5	21,00	1,10	2	0	0	17			X
13 juillet 2023	FF060	150,0	21,00	1,15	1	0	1	6			X
5 juillet 2023	FF061	172,5	24,11	1,27	0	221	1	3			X
5 juillet 2023	FF062	187,5	23,20	1,36	6	514	0	9			X
5 juillet 2023	FF063	187,5	22,26	1,22	3	6	0	0			X
5 juillet 2023	FF064	157,5	21,57	1,09	3	160	0	1			X
5 juillet 2023	FF065	187,5	20,55	1,45	12	10	0	0			X
5 juillet 2023	FF066	187,5	19,63	1,21	0	1	0	0			X
5 juillet 2023	FF067	187,5	21,13	1,70	2	107	0	2			X
5 juillet 2023	FF068	187,5	21,44	1,06	0	239	0	1			X
5 juillet 2023	FF069	187,5	21,30	0,97	0	4	0	0			X
5 juillet 2023	FF070	187,5	24,51	2,44	0	3	0	1			X
6 juillet 2023	FF071	157,5	21,13	1,23	1	561	0	6			X
6 juillet 2023	FF072	187,5	21,20	1,31	1	4	0	13			X

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
6 juillet 2023	FF073	187,5	21,63	1,35	1	15	0	1			X
6 juillet 2023	FF074	187,5	22,50	1,59	2	119	0	0			X
6 juillet 2023	FF075	187,5	21,97	1,23	9	179	0	1			X
6 juillet 2023	FF076	187,5	22,54	0,78	0	1	0	4			X
6 juillet 2023	FF077	187,5	22,35	1,45	4	0	0	0			X
6 juillet 2023	FF078	187,5	21,71	5,85	2	3	0	2			X
6 juillet 2023	FF079	187,5	21,41	3,87	1	0	0	0			X
6 juillet 2023	FF080	187,5	21,47	6,31	2	7	0	1			X
10 juillet 2023	FF081	187,5	22,64	2,80	25	52	2	7			X
10 juillet 2023	FF082	187,5	21,80	3,48	3	62	0	13			X
10 juillet 2023	FF083	187,5	22,46	2,71	0	194	0	30			X
10 juillet 2023	FF084	67,5	24,67	7,01	0	92	0	14			X
10 juillet 2023	FF085	187,5	23,04	2,39	0	0	2	53			X
10 juillet 2023	FF086	187,5	23,17	2,76	2	1	0	15			X
10 juillet 2023	FF087	187,5	23,47	1,75	0	0	5	69			X

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
10 juillet 2023	FF088	187,5	23,93	3,20	0	0	0	15			X
12 juillet 2023	FF089	187,5	22,50	4,78	22	9	0	372			X
12 juillet 2023	FF090	187,5	22,00	1,98	23	1	1	191			X
12 juillet 2023	FF091	187,5	22,00	1,91	3	0	0	23			X
12 juillet 2023	FF092	105,0	22,50	1,80	0	0	0	11			X
18 juillet 2023	FF093	187,5	21,80	1,82	1	1	0	9			X
18 juillet 2023	FF094	187,5	21,40	1,54	0	1	0	42			X
18 juillet 2023	FF095	187,5	21,70	5,27	0	275	1	119			X
18 juillet 2023	FF096	187,5	21,50	1,43	5	1120	2	57		X	
18 juillet 2023	FF097	187,5	21,40	2,66	0	4	0	30			X
18 juillet 2023	FF098	187,5	20,90	1,37	0	0	0	32			X
11 juillet 2023	FF099	187,5	22,96	0,80	0	0	1	144			X
11 juillet 2023	FF100	187,5	22,75	7,65	10	111	0	127			X
11 juillet 2023	FF101	187,5	23,06	1,82	20	30	0	0	X		
11 juillet 2023	FF102	187,5	22,96	1,96	101	1	2	67			X

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
11 juillet 2023	FF103	187,5	22,72	2,45	3	3	5	41			X
10 juillet 2023	FF104	187,5	24,28	4,70	76	36	18	208		X	
10 juillet 2023	FF105	187,5	24,51	4,41	9	7	0	34			X
10 juillet 2023	FF106	187,5	22,96	0,95	224	0	64	4096		X	
10 juillet 2023	FF107	187,5	23,17	7,82	7	0	8	185			X
10 juillet 2023	FF108	187,5	23,16	0,97	512	0	6144	86016		X	
10 juillet 2023	FF109	187,5	22,98	3,07	10	0	7	111			X
10 juillet 2023	FF110	187,5	22,71	1,94	1	1	0	6			X
10 juillet 2023	FF111	187,5	22,92	3,44	12	2	0	1			X
10 juillet 2023	FF112	187,5	22,73	1,27	12	2	15	35			X
6 juillet 2023	FF113	262,5	27,66	1,04	0	146	0	4			X
6 juillet 2023	FF114	262,5	26,28	0,78	0	108	0	3			X
6 juillet 2023	FF115	262,5	26,68	0,81	0	0	0	0			X
6 juillet 2023	FF116	262,5	26,05	0,98	0	1	0	0			X
6 juillet 2023	FF117	187,5	27,34	25,61	0	98	2	21			X

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
10 juillet 2023	FF118	187,5	25,00	20,80	1	3	12	322			X
6 juillet 2023	FF119	187,5	25,38	2,36	1	0	1	0			X
6 juillet 2023	FF120	187,5	25,47	2,00	1	41	0	17			X
6 juillet 2023	FF121	187,5	25,57	4,67	0	0	0	11			X
6 juillet 2023	FF122	187,5	25,27	1,50	0	3	0	0			X
6 juillet 2023	FF123	187,5	25,57	2,91	1	0	0	0			X
5 juillet 2023	FF124	187,5	25,62	0,75	2	128	0	1			X
5 juillet 2023	FF125	157,5	24,82	0,91	0	23	0	0			X
5 juillet 2023	FF126	172,5	24,55	0,88	1	457	0	0			X
5 juillet 2023	FF127	187,5	23,89	1,02	1	5	0	1			X
5 juillet 2023	FF128	187,5	23,62	0,93	0	1	0	0			X
5 juillet 2023	FF129	187,5	23,56	0,72	0	34	0	0			X
5 juillet 2023	FF130	187,5	22,90	1,99	1	2	0	1			X
5 juillet 2023	FF131	187,5	23,00	1,40	1	0	0	0			X
5 juillet 2023	FF132	187,5	23,21	0,87	0	65	0	3			X

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
5 juillet 2023	FF133	187,5	22,95	1,90	0	97	0	1			X
4 juillet 2023	FF134	187,5	24,73	0,01	0	139	0	0			X
4 juillet 2023	FF135	187,5	23,51	1,21	3	196	0	0			X
4 juillet 2023	FF136	187,5	21,67	1,03	0	148	1	16			X
4 juillet 2023	FF137	187,5	22,04	3,12	0	12	6	151			X
4 juillet 2023	FF138	187,5	21,38	4,24	0	0	0	6			X
4 juillet 2023	FF139	187,5	21,65	3,66	11	9	4	181			X
4 juillet 2023	FF140	187,5	22,46	6,23	5	8	3	425			X
4 juillet 2023	FF141	187,5	21,73	13,05	8	20	60	748		X	
18 juillet 2023	FF142	187,5	22,13	15,06	10	0	0	866		X	
18 juillet 2023	FF143	187,5	21,63	-0,87	330	0	130	1150	X		
18 juillet 2023	FF144	187,5	22,30	11,01	34	2	4	51			X
18 juillet 2023	FF145	187,5	22,45	7,60	3	0	0	63			X
12 juillet 2023	FF146	187,5	18,26	1,64	110	0	38	386		X	
12 juillet 2023	FF147	187,5	18,37	2,39	35	0	0	15			X

0+ seulement											
Date (jj-mois-aaaa)	Station	Surface échantil- lonnée (m <sup>2</sup> )	Temp (°C)	Turbidité (NTU)	CASP	PEFL	INDET	AUTRES*	Remarque méthodologique		
									Sous- échantillon (terrain)	Fraction- nement (labo)	Échantillon entier
12 juillet 2023	FF148	187,5	19,06	2,89	14	54	2	22			X
12 juillet 2023	FF149	187,5	18,97	5,21	197	0	1	58			X
12 juillet 2023	FF150	187,5	19,85	8,95	24	0	0	15			X
12 juillet 2023	FF151	187,5	20,67	61,54	12	1	3	58			X
12 juillet 2023	FF152	187,5	20,57	8,51	0	8	0	18			X
12 juillet 2023	FF153	187,5	21,13	7,87	4	14	1	273			X
12 juillet 2023	FF154	187,5	19,52	8,19	15	0	0	6			X
7 juillet 2023	FF155	187,5	22,75	3,39	126	23	1	18			X
7 juillet 2023	FF156	187,5	23,06	4,00	3	0	62	17			X
7 juillet 2023	FF157	187,5	23,40	1,79	7	0	0	3			X
7 juillet 2023	FF158	187,5	23,89	4,50	10	3	0	110			X
7 juillet 2023	FF159	187,5	23,75	3,97	0	5	0	29			X
7 juillet 2023	FF160	187,5	23,35	9,50	1	30	1	5			X
7 juillet 2023	FF161	187,5	23,76	3,92	0	0	0	10			X
11 juillet 2023	FF162	187,5	23,76	2,39	7	0	0	95			X

<b>≥1+ seulement</b>																
Date (jj-mois-aaaa)	Station	AMNE	CASP	COSP	COTT	ESLU	NOAT	NOCR	NOHU	OSMO	PECA	PEFL	PEOM	RHCA	SAVI	SECO
11 juillet 2023	FF001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 juillet 2023	FF002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 juillet 2023	FF003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF004	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	2	0	0	5
11 juillet 2023	FF005	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF006	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF007	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	3
13 juillet 2023	FF008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13 juillet 2023	FF009	0	0	0	0	0	55	0	0	0	5	1	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF010	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF014	0	5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0

<b>≥1+ seulement</b>																
Date (jj-mois-aaaa)	Station	AMNE	CASP	COSP	COTT	ESLU	NOAT	NOCR	NOHU	OSMO	PECA	PEFL	PEOM	RHCA	SAVI	SECO
13 juillet 2023	FF015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1
13 juillet 2023	FF019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 juillet 2023	FF021	0	3	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	1
7 juillet 2023	FF022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	2
7 juillet 2023	FF023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
7 juillet 2023	FF024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 juillet 2023	FF025	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2
7 juillet 2023	FF026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3
7 juillet 2023	FF027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2
7 juillet 2023	FF028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2
7 juillet 2023	FF029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	2
4 juillet 2023	FF030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0

<b>≥1+ seulement</b>																
Date (jj-mois-aaaa)	Station	AMNE	CASP	COSP	COTT	ESLU	NOAT	NOCR	NOHU	OSMO	PECA	PEFL	PEOM	RHCA	SAVI	SECO
4 juillet 2023	FF031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	3	0	1
4 juillet 2023	FF032	0	0	0	0	0	1	0	4	0	2	0	0	0	0	1
4 juillet 2023	FF033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 juillet 2023	FF034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
4 juillet 2023	FF035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0
4 juillet 2023	FF036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
4 juillet 2023	FF037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 juillet 2023	FF038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF039	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF042	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
12 juillet 2023	FF044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

<b>≥1+ seulement</b>																
Date (jj-mois-aaaa)	Station	AMNE	CASP	COSP	COTT	ESLU	NOAT	NOCR	NOHU	OSMO	PECA	PEFL	PEOM	RHCA	SAVI	SECO
12 juillet 2023	FF047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
17 juillet 2023	FF048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0
17 juillet 2023	FF049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0
17 juillet 2023	FF050	0	0	0	0	0	9	0	0	0	3	0	0	0	0	0
17 juillet 2023	FF051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 juillet 2023	FF052	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	3
13 juillet 2023	FF054	0	0	0	0	0	1	0	0	0	16	0	1	0	0	0
13 juillet 2023	FF055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	4
13 juillet 2023	FF057	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
13 juillet 2023	FF058	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 juillet 2023	FF060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 juillet 2023	FF061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	0	0	0	0
5 juillet 2023	FF062	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	4	0	0	0	0







<b>≥1+ seulement</b>																
Date (jj-mois-aaaa)	Station	AMNE	CASP	COSP	COTT	ESLU	NOAT	NOCR	NOHU	OSMO	PECA	PEFL	PEOM	RHCA	SAVI	SECO
10 juillet 2023	FF111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	4
10 juillet 2023	FF112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 juillet 2023	FF113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
6 juillet 2023	FF114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6 juillet 2023	FF115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 juillet 2023	FF116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6 juillet 2023	FF117	10	0	0	0	1	0	26	6	0	0	4	0	0	1	0
10 juillet 2023	FF118	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	5	0	0	0
6 juillet 2023	FF119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
6 juillet 2023	FF120	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	0	0	0
6 juillet 2023	FF121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
6 juillet 2023	FF122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
6 juillet 2023	FF123	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
5 juillet 2023	FF124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
5 juillet 2023	FF125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 juillet 2023	FF126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0



<b>≥1+ seulement</b>																
Date (jj-mois-aaaa)	Station	AMNE	CASP	COSP	COTT	ESLU	NOAT	NOCR	NOHU	OSMO	PECA	PEFL	PEOM	RHCA	SAVI	SECO
18 juillet 2023	FF143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 juillet 2023	FF144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 juillet 2023	FF145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF150	0	0	0	0	0	0	0	9	0	3	0	0	0	0	1
12 juillet 2023	FF151	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2
12 juillet 2023	FF152	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12 juillet 2023	FF153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0	1
12 juillet 2023	FF154	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
7 juillet 2023	FF155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 juillet 2023	FF156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 juillet 2023	FF157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7 juillet 2023	FF158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	6	0	0	0

<b>≥1+ seulement</b>																
Date (jj-mois-aaaa)	Station	AMNE	CASP	COSP	COTT	ESLU	NOAT	NOCR	NOHU	OSMO	PECA	PEFL	PEOM	RHCA	SAVI	SECO
7 juillet 2023	FF159	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7 juillet 2023	FF160	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
7 juillet 2023	FF161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 juillet 2023	FF162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0