

Évaluation par simulation de la capacité du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre à soutenir une pêche durable

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS



©Caroline Côté

RÉFÉRENCE À CITER

Brodeur, P., P. Dumont, P. Magnan, É. Paquin, Y. Paradis, N. Vachon et Y. Mailhot. 2022. Évaluation par simulation de la capacité du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre à soutenir une pêche durable. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. iii + 19 pages et annexes.

Illustration de la première page :

© Caroline Côté

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2022

ISBN (PDF) : 978-2-550-91705-2

Remerciements

Nous sommes reconnaissants envers l'ensemble du personnel des équipes techniques qui a réalisé les opérations de terrain et de laboratoire de l'échantillonnage du Réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent (RSI). Son travail a servi de base aux principales analyses présentées dans ce rapport. Nous tenons également à remercier tous les organismes de conservation et les acteurs du milieu agricole qui ont participé, ces dernières années, aux efforts de restauration de l'écosystème du lac Saint-Pierre.



Équipe de réalisation

Comité scientifique sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP)

Pierre Magnan, président du comité, professeur émérite, Université du Québec à Trois-Rivières

Philippe Brodeur, Émilie Paquin, Yves Paradis et Nathalie Vachon, MFFP

Pierre Dumont et Yves Mailhot, experts externes

Résumé

Le 4 mai 2012, un moratoire de cinq ans sur les pêches sportive et commerciale à la perchaude a été instauré au lac Saint-Pierre. Ce moratoire a été reconduit en mai 2017, puis en mai 2022. La présente analyse a pour objectif de déterminer les caractéristiques de l'état du stock de perchaudes qui pourraient éventuellement permettre l'ouverture d'une pêche durable au lac Saint-Pierre. Un modèle numérique de type rendement par recrue recréant les caractéristiques de la population de perchaudes du lac Saint-Pierre, telles qu'elles ont été mesurées par les pêches scientifiques du Réseau de suivi ichthyologique (RSI), a été élaboré. Le modèle a permis de reproduire fidèlement la tendance à la baisse, observée entre 2016 et 2021, de l'abondance relative du stock (CPUE des perchaudes d'âge 4+ et plus) ainsi que des femelles reproductrices (BPUE des femelles matures d'âge 4+ et plus). Il a également permis de reconstituer la structure en âge de la population telle qu'elle a été observée par le RSI en 2021. Les résultats de la modélisation suggèrent qu'une ouverture théorique de la pêche en 2017, même si elle avait été de faible intensité, aurait accentué le déclin observé de l'abondance du stock reproducteur entre 2016 et 2021. La baisse aurait été de 27 % à 46 %, dépendamment de l'ampleur du prélèvement. Le moratoire permet donc une protection efficace du stock reproducteur. L'exercice de modélisation indique par ailleurs que l'augmentation de l'abondance de la population et de la biomasse du stock reproducteur au cours des prochaines années nécessiterait une hausse soutenue du recrutement, pendant au moins six ans, par un facteur supérieur à deux par rapport au niveau moyen mesuré en 2019 et 2021. Les simulations effectuées indiquent aussi que dans les conditions de faible recrutement observées en 2019 et 2021, toute ouverture d'une pêche sportive ou commerciale au cours des prochaines années, même de faible intensité, aurait pour conséquence d'accélérer le déclin de la population. Pour soutenir une pêche de faible prélèvement, des niveaux moyens de recrutement annuel soutenus sur plusieurs années et minimalement trois à cinq fois supérieurs à ceux observés en 2019 et 2021 seraient requis. Les résultats de la présente étude illustrent la fragilité de la population de perchaudes et son incapacité à soutenir de façon durable une quelconque forme d'exploitation dans les conditions actuelles. L'instauration d'une pêche durable au lac Saint-Pierre ne sera possible que lorsque la production de jeunes perchaudes sera suffisante pour compenser le prélèvement d'individus adultes par la pêche. Ce recrutement devra assurer le maintien du stock reproducteur au-delà de la cible minimale de 385 g de femelles matures d'âge supérieur ou égal à 3 ans par station de pêche du RSI. Pour soutenir ce stock reproducteur en présence d'une pêche de faible prélèvement (taux d'exploitation $u = 0,1$), l'abondance relative moyenne de perchaudes d'âges 1+ à 3+ devra être supérieure à 12 individus par station de pêche du RSI, soit une abondance comparable à celle observée au début des années 2000. Comme les niveaux actuels de recrutement sont bien en dessous de cette valeur, il n'est pas possible de prévoir à quel moment une pêche durable pourra être autorisée.

Table des matières

1. Introduction	1
2. Méthodologie	2
2.1. Contexte et choix du modèle utilisé	2
2.2. Caractéristiques du modèle et source des données	2
2.3. Validation du modèle	4
2.4. Effets simulés du recrutement et de l'exploitation	4
3. Résultats et discussion	5
3.1. Validation du modèle	5
3.2. Effet du maintien du moratoire en 2017	7
3.3. Effets simulés d'une augmentation du recrutement	8
3.4. Effets simulés de l'exploitation	10
3.5. Cible de gestion et diagnostic d'une exploitation durable	13
3.5.1. Définition d'une cible de gestion minimale	13
3.5.2. Outil de diagnostic.....	13
3.5.3. Développement d'une pêche durable	16
4. Conclusion et recommandations	16
Références	18
Annexes.....	20

1. Introduction

Le 4 mai 2012, un moratoire de cinq ans sur les pêches sportive et commerciale à la perchaude a été instauré au lac Saint-Pierre. Ce moratoire a été reconduit en mai 2017 pour une deuxième période de cinq ans puisque le risque de porter atteinte au stock reproducteur était jugé trop élevé, notamment en raison du faible recrutement mesuré (Magnan *et al.*, 2017). Un avis scientifique a été produit en 2022 afin d'évaluer l'état du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre et de déterminer s'il pouvait soutenir une exploitation durable à l'échéance du moratoire (Magnan *et al.*, 2022). Aucune amélioration de l'état global de ce stock n'a été mesurée en 2021 par rapport à la situation présentée dans le bilan mi-moratoire de 2019 (Magnan *et al.*, 2020). L'analyse des données recueillies confirme que les signes d'amélioration qui avaient été observés en 2016 ne se sont pas manifestés depuis. Le recrutement de jeunes perchaudes demeure faible, l'abondance du stock reproducteur est en baisse, la population est vieillissante et la croissance durant la première année du cycle vital a récemment atteint des minimums historiques (Magnan *et al.*, 2022).

Une levée, même partielle, du moratoire n'est donc pas envisageable puisque toute augmentation de la mortalité du segment de taille exploitable de la population, en présence d'une aussi faible production de jeunes perchaudes, aurait pour effet d'en accentuer le déclin (Magnan *et al.*, 2022). L'augmentation de l'abondance du stock reproducteur à un niveau suffisant pour permettre une exploitation durable, même de faible prélèvement, est improbable à court terme, comme en témoigne l'abondance des perchaudes d'âges 1+ à 3+ en 2021, laquelle se situe parmi les plus faibles mesurées depuis 2002. Puisque la production de jeunes perchaudes est insuffisante pour compenser la mortalité naturelle et permettre une augmentation de l'abondance du stock reproducteur, et ce, même en l'absence d'exploitation commerciale et sportive, le Comité scientifique sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre a recommandé de maintenir le moratoire jusqu'à nouvel ordre et de réévaluer la situation sur la base des suivis scientifiques périodiques (Magnan *et al.*, 2022).

La présente analyse a pour objectif de déterminer les caractéristiques de l'état du stock qui pourraient éventuellement permettre l'ouverture d'une pêche durable au lac Saint-Pierre. Pour ce faire, les données des pêches scientifiques du Réseau de suivi ichtyologique (RSI) réalisées par le ministère des Forêts de la Faune et des Parcs (MFFP) ont été utilisées afin d'élaborer un modèle numérique reproduisant les caractéristiques de la population de perchaudes du lac Saint-Pierre, telles qu'elles ont été mesurées au cours des dernières années. Une fois cette étape franchie et validée au moyen de valeurs récentes couvrant la période 2016-2021, la population modélisée a été soumise à des conditions de recrutement supérieures à celles qui ont conduit à l'imposition et au maintien du moratoire pour en évaluer l'effet sur sa capacité de rétablissement de la population de perchaudes au cours de la période 2022-2034. La population modélisée a également été soumise à une exploitation par des pêcheries sportive et commerciale afin d'évaluer dans quelles conditions de recrutement celle-ci pourrait être en mesure de soutenir une exploitation durable. Un outil de diagnostic permettant de juger de la capacité de la population à soutenir une telle pêche a également été développé.

2. Méthodologie

2.1. Contexte et choix du modèle utilisé

Le modèle utilisé, de type rendement par recrue, s'inspire de celui élaboré par Dumont et Mailhot (2004). Ce modèle avait été élaboré pour reproduire les conditions de dynamique de population, halieutiques et réglementaires qui avaient prévalu au début des années 2000 dans les pêcheries sportive (eau libre et sous la glace) et commerciale de la perchaude au lac Saint-Pierre. L'objectif de ce travail était de prédire l'effet d'une réduction variant entre 10 % et 100 % de la mortalité liée à l'exploitation sur l'effectif global du stock, l'abondance des reproducteurs, l'étalement de la structure en âge ainsi que les débarquements à la pêche sportive et commerciale. Le modèle offrait un portrait instantané de l'effet attendu de ces réductions sur la structure de la population après un délai de sept à huit ans, période jugée alors suffisante pour permettre d'inverser le déclin de la population.

Or, le modèle mis au point en 2004 ne permettait pas de prédire les effets d'une variation à la hausse ou à la baisse du recrutement annuel sur l'évolution de la population. La réponse à cette question est cependant importante puisqu'elle offre la possibilité d'estimer le niveau de recrutement annuel nécessaire pour stimuler le rétablissement de la population ou pour permettre un prélèvement par la pêche sans entraîner le déclin du stock. Le modèle a donc été modifié de manière à estimer cet effet et à décrire, année après année, l'évolution du stock lorsqu'il est soumis à différentes conditions et combinaisons de recrutement et de taux d'exploitation par la pêche.

2.2. Caractéristiques du modèle et source des données

Le modèle a été élaboré dans un chiffrier Excel. Il s'agit d'un modèle de rendement par recrue pour une pêche de type 2 de Ricker (1980), c'est-à-dire où la mortalité par la pêche et la mortalité naturelle agissent simultanément. Des exemples d'utilisation et de calcul de cette forme de modèle, qui détermine les caractéristiques et le rendement d'un stock sous différents niveaux de recrutement et d'exploitation, sont présentés au chapitre 10 de Ricker (1980). Un exemple de feuille de calcul élaborée pour les fins de cet exercice ainsi que les données utilisées pour alimenter le modèle figurent aux annexes 1, 2 et 3 de ce document. À l'exception de la répartition saisonnière de la croissance annuelle, qui provient d'observations réalisées au lac Saint-Louis (Fortin et Magnin, 1972), toutes les données utilisées pour alimenter le modèle ont été mesurées sur les perchaudes du lac Saint-Pierre et ont été recueillies dans le cadre des pêches scientifiques du RSI effectuées en 2016, 2019 et 2021. L'exercice de validation a permis de vérifier que l'utilisation de données externes au système du lac Saint-Pierre a été sans conséquence, car le modèle a reproduit fidèlement les tendances récentes du stock de perchaudes entre 2016 et 2021 (voir section 2.1.). Bien qu'il y ait déjà eu une certaine séparation des groupements nord et sud de perchaudes au lac Saint-Pierre (Guénette *et al.*, 1994), les faibles différences observées entre les caractéristiques biologiques de ces groupements depuis 2013 ne justifiaient pas de prendre en compte l'effet de rive. La population simulée présente donc les caractéristiques biologiques moyennes des perchaudes des deux rives du lac. Compte tenu des différences mesurées en ce qui a trait à la croissance en longueur et en masse des perchaudes mâles et femelles, les calculs ont toutefois été effectués par sexe et les résultats ont été regroupés lorsque requis.

La structure du modèle est simple et itérative. Une première feuille de calcul (annexe 1), qui correspond à l'année de départ (2016 pour l'exercice de validation du modèle ou 2021 pour les

simulations de la trajectoire future du stock selon différents niveaux de recrutement et de prélèvement), a été élaborée pour chacun des sexes. Le calcul débute en octobre, mois qui correspond à la fin de la campagne d'échantillonnage du RSI qui, selon les années, se déroule de la mi-août à la fin de septembre (Deschamps *et al.*, 2016, 2019, 2020). Le premier groupe d'âge intégré dans le modèle est le groupe d'âge 3+. Celui-ci a été retenu, car étant à la fin de sa saison de croissance annuelle, il était jugé raisonnable de l'intégrer au segment de la population auquel s'applique le résultat des calculs du taux annuel de mortalité effectués sur les groupes d'âge 4+ à 12+, par la méthode de la courbe de capture (Ricker, 1980; Magnan *et al.*, 2022). À partir de ce point de départ en octobre, chaque groupe d'âge 3+ à 11+ voit son cycle vital s'étaler sur une base mensuelle jusqu'en septembre de l'année suivante (annexe 1). Nous avons choisi d'imposer une limite à l'âge 11+, car les données biologiques (de croissance par exemple) sur des perchaudes plus âgées sont rares ou inexistantes pour le lac Saint-Pierre.

L'abondance initiale de chaque groupe d'âge en octobre correspond aux captures par unité d'effort des perchaudes appartenant à chacun de ces groupes d'âge (CPUE : n^{bre} d'individus/station de pêche aux filets maillants) mesurées lors des campagnes d'échantillonnage du RSI (2016 pour l'exercice de validation du modèle et 2021 pour l'évaluation de la trajectoire du stock selon différents niveaux de recrutement ou d'exploitation [annexes 2 et 3]). Chaque mois, l'abondance relative de chaque groupe d'âge est soumise à un taux de mortalité naturelle ainsi que, entre mai et octobre, soit en saison de croissance de la perchaude du fleuve Saint-Laurent, à un taux de croissance en longueur et en poids. Ces taux correspondent aux valeurs et aux relations mesurées lors des plus récentes campagnes du RSI (voir l'annexe 2 pour des détails sur les données utilisées). Pour les scénarios simulant l'effet d'une réouverture de la pêche, des taux de mortalité par la pêche d'une valeur prédéterminée ont été imposés à partir d'une taille de 190 mm et au cours des mois sélectionnés, pour chacun des deux types d'exploitation, soit une pêche sportive hivernale (de janvier à mars) et une pêche commerciale au verveux en mai, après la période de fraie (voir les détails à la section 1.3.). Après l'application de ces différents taux de mortalité (annexe 2), une abondance relative (représentée par les CPUE) a été calculée pour chaque groupe d'âge et pour chaque mois. Il en est de même de la BPUE relative de femelles matures au début de la période de fraie. Celle-ci est calculée en appliquant la proportion de femelles du groupe d'âge correspondant qui, d'après l'état de développement des ovaires dans les échantillons du RSI, auraient été aptes à se reproduire au printemps suivant, à la biomasse relative de femelles de chaque groupe d'âge en avril. Par exemple, la proportion de femelles matures à 4 ans dans l'échantillon du RSI est appliquée aux femelles de 5 ans au printemps suivant (annexe 2).

Pour chaque feuille de calcul, la valeur annuelle retenue pour représenter les valeurs totales de CPUE (mâles et femelles) ainsi que de BPUE de femelles matures correspond à la somme des valeurs calculées pour chaque groupe d'âge au mois d'avril, soit au début de la période de fraie et avant que la croissance annuelle s'amorce. Compte tenu du fait que les plus jeunes perchaudes à faire leur entrée dans le modèle étaient âgées de 3 ans+ et plus en octobre, seuls les poissons d'âge égal ou supérieur à 4 ans en avril ont été inclus dans ces calculs.

Une fois élaborée, la feuille initiale de calcul produite pour chacun des deux sexes alimente l'abondance relative de chaque groupe d'âge en octobre de l'année subséquente. Le processus est ainsi répété d'une feuille à l'autre, pour chaque sexe, afin de couvrir la période allant de 2016 à 2021 pour la validation ou de 2022 à 2034 pour l'évaluation de la trajectoire du stock selon différents niveaux de recrutement ou d'exploitation. Dans chaque cas, l'abondance relative de chaque groupe d'âge en fin de cycle annuel, soit après avoir été soumis à la mortalité naturelle et, le cas échéant, à la mortalité par la pêche (annexe 2), devient l'abondance initiale du groupe

d'âge l'année suivante en octobre. L'abondance du groupe d'âge 3+, soit le plus jeune groupe d'âge du modèle, fait toutefois exception. Sauf pour l'année de modélisation initiale (2016 ou 2022), l'abondance du groupe d'âge 3+ est imposé annuellement en fonction des scénarios de recrutement, qui ont différé selon qu'il s'agissait d'une étape de validation du modèle ou d'une étape de projection de la trajectoire de la population (annexe 2).

2.3. Validation du modèle

Faute de données initiales d'abondance absolue ou de débarquements à la pêche sportive et commerciale (ces pêches ayant été interrompues à la suite de l'instauration du moratoire en 2012), le modèle élaboré ne peut être calibré ou ajusté de manière à fournir une estimation absolue des valeurs d'abondance ou de biomasse relative du stock. Tous les résultats obtenus ont donc été exprimés en valeur relative, soit sous la forme de CPUE ou de BPUE prédites par l'exercice de modélisation. Cependant, afin de s'assurer que le modèle pouvait reproduire fidèlement les tendances récentes du stock de perchaudes entre 2016 et 2021, des conditions de croissance, de mortalité naturelle et de recrutement comparables à celles mesurées dans les dernières années lors des campagnes du RSI ont été imposées au stock échantillonné en 2016 (annexe 2). Le niveau de recrutement utilisé dans le cadre de cet exercice correspond à la valeur moyenne des CPUE du groupe d'âge 3+ lors des campagnes du RSI de 2016, 2019 et 2021 (annexe 3). La structure en âge initiale est celle observée lors de la campagne du RSI de 2016. Les prédictions obtenues ont ensuite été comparées aux observations du RSI de 2019 et de 2021. À cette fin, trois indicateurs prédits par le modèle ont été retenus :

1. L'évolution de l'abondance du stock représenté par les CPUE totales de perchaudes d'âge 4+ et plus en avril (mâles et femelles combinés) pour la période de 2017 à 2021. Cet indicateur a été comparé à l'évolution des CPUE totales de perchaudes d'âge 3 ans+ et plus en octobre mesurées au cours des campagnes du RSI de 2019 et 2021.
2. L'évolution de la biomasse totale du stock reproducteur représentée par les BPUE totales des femelles matures d'âge 4+ et plus en avril pour la période de 2017 à 2021. Cet indicateur a été comparé à l'évolution des BPUE totales de femelles matures d'âge 3 ans+ et plus en octobre mesurées au cours des campagnes du RSI de 2019 et 2021.
3. La structure en âge prédite en octobre 2021 (mâles et femelles combinés). Cette structure a été comparée à celle observée dans l'échantillon recueilli au cours de la campagne du RSI de 2021.

2.4. Effets simulés du recrutement et de l'exploitation

L'effet à moyen terme d'une éventuelle augmentation du recrutement sur l'évolution de l'abondance relative du stock et de la biomasse relative des femelles matures a été testé pour chaque année de calcul de 2022 à 2034. Pour ce faire, nous avons imposé au modèle une abondance relative initiale de recrues en octobre correspondant à la valeur moyenne des CPUE des poissons d'âge 3+, telle qu'elle avait été mesurée au cours des campagnes du RSI de 2019 et 2021 et répété ces simulations avec des niveaux de recrutement équivalant à deux, trois, quatre et cinq fois cette valeur. Pour chacun de ces scénarios, nous avons aussi simulé l'effet de quatre modalités d'exploitation sur la trajectoire de l'abondance relative du stock et la biomasse relative de femelles matures au début de la période de fraye, soit en avril de chaque année :

1. Sans exploitation.
2. Pêche sportive hivernale de faible prélèvement (taux d'exploitation $u = 0,1$).
3. Pêche sportive hivernale d'intensité plus élevée ($u = 0,2$).
4. Pêche sportive hivernale de faible prélèvement combinée à une pêche commerciale en mai (u total = 0,2 réparti également entre les deux pêcheries).

Les taux d'exploitation (u) ont été choisis de façon à maintenir le taux annuel de mortalité totale (A) sous la valeur de 0,6 en nous basant sur le fait que, dans les années 1990 et 2000, des conditions de forte exploitation (A de 0,56 à 0,86) ont contribué à maintenir la population de perchaudes du lac Saint-Pierre dans une situation de grande fragilité (Guénette *et al.*, 1994; Magnan *et al.*, 2004; Mailhot *et al.*, 2016). À titre indicatif, dans les conditions de mortalité naturelle actuelles ($v = 0,4$; annexe 2), l'application d'un u de 0,2 aurait pour effet de provoquer une augmentation du taux annuel de mortalité totale similaire à celui mesuré en 2011, avant l'instauration du moratoire ($A = 0,58$; Magnan *et al.*, 2022). Une taille minimale permise à la capture a finalement été imposée à 190 mm, telle qu'appliquée aux deux types d'exploitation de 2000 à 2012 (annexe 1 dans Magnan *et al.*, 2022).

3. Résultats et discussion

3.1. Validation du modèle

L'exercice de validation a permis de vérifier que le modèle reproduit fidèlement la tendance à la baisse, entre 2016 et 2021, de l'abondance relative (CPUE) du stock de perchaudes d'âge 4+ et plus ainsi que de l'abondance du stock reproducteur (BPUE de femelles matures d'âge 4+ et plus; figure 1). Le modèle a également permis de reconstituer la structure en âge de la population telle qu'elle a été observée au RSI en 2021 ($P = 0,687$, test de Kolmogorov-Smirnov; figure 2).

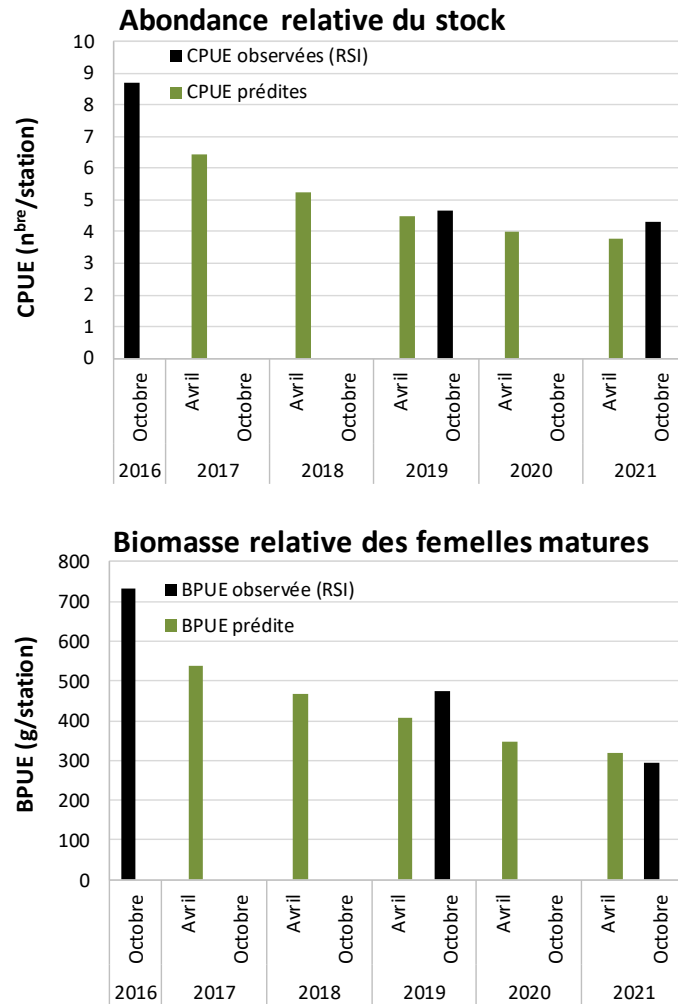


Figure 1. Abondance relative (CPUE) moyenne du stock de perchaudes d'âge 3+ et plus (mâles et femelles combinés; graphique du haut) et biomasse relative (BPUE) moyenne des femelles matures d'âge 3+ et plus (graphique du bas), telles qu'elles ont été mesurées en octobre lors des campagnes du Réseau de suivi ichtyologique (RSI) de 2016 à 2021 (histogrammes noirs). Sur chaque graphique, les histogrammes verts représentent les valeurs prédites par le modèle en avril suivant, soit lorsque les poissons atteignent l'âge de 4 ans+ et plus, au cours de la période de 2017 à 2021. Les caractéristiques initiales de la population modélisée sont celles mesurées lors de la campagne du RSI de 2016 (annexe 2). Un recrutement équivalent à la valeur moyenne des CPUE du groupe d'âge 3+ de 2016, 2019 et 2021 (annexe 3) a été imposé pour effectuer cette simulation.

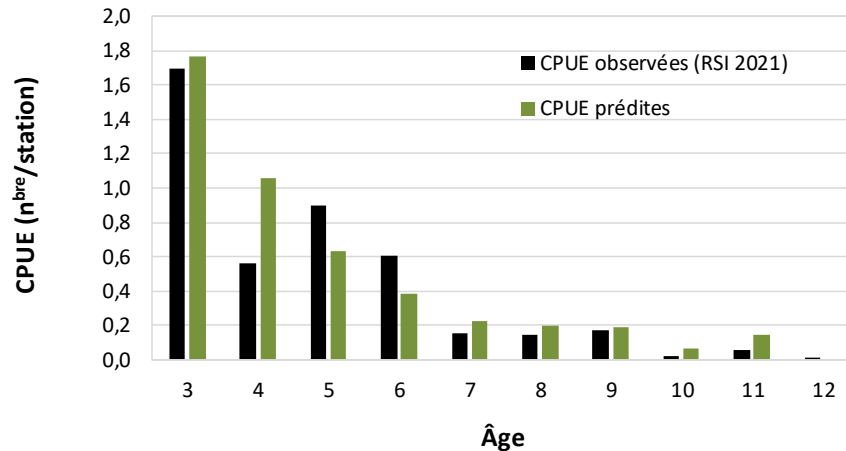


Figure 2. Distribution en âge de la population de perchaudes (mâles et femelles combinés) telle qu'elle a été observée en octobre lors de la campagne du Réseau de suivi ichtyologique (RSI) de 2021 (histogramme noir) et prédite par le modèle pour la même année (histogramme vert). Les caractéristiques initiales de la population modélisée sont celles mesurées lors de la campagne du RSI de 2016 (annexe 2). Un recrutement équivalent à la valeur moyenne des CPUE du groupe d'âge 3+ de 2016, 2019 et 2021 (annexe 3) a été imposé pour effectuer cette simulation.

3.2. Effet du maintien du moratoire en 2017

Les résultats de la modélisation suggèrent que l'ouverture de la pêche en 2017, même si elle avait été de faible intensité, aurait accentué le déclin observé entre 2016 et 2021 (figure 3). Ainsi, une pêche sportive hivernale de faible prélèvement ($u = 0,1$) aurait eu pour effet de réduire l'abondance du stock d'âge 4+ et plus de 17 %, et l'abondance du stock reproducteur femelle de 27 % en 2021, soit après seulement quatre ans d'exploitation (figure 3). L'effet aurait été encore plus prononcé si le taux d'exploitation avait été doublé ($u = 0,2$), pour ainsi s'approcher du taux annuel de mortalité totale observé avant l'instauration du moratoire ($A = 0,58$; Magnan *et al.*, 2022). Une telle exploitation aurait eu pour effet de réduire l'abondance du stock d'âge 4+ et plus de près du tiers (29 %) et l'abondance du stock reproducteur de près de la moitié (46 %) en 2021. Le moratoire permet donc une protection efficace du stock reproducteur. Son maintien en 2017, dans un contexte persistant d'abondance aussi faible de jeunes perchaudes, était donc justifié et a vraisemblablement permis de ralentir le déclin de la population observé entre 2016 et 2021.

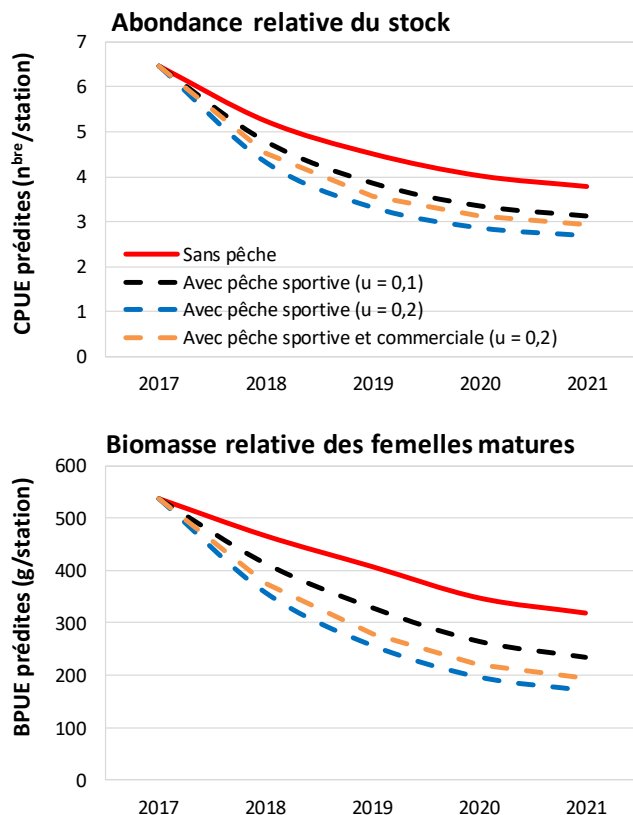


Figure 3. Abondance relative du stock de perchaudes d'âge 4+ et plus (mâles et femelles combinés; graphique du haut) et biomasse relative de femelles matures d'âge 4+ et plus (graphique du bas) telles qu'elles ont été prédites par le modèle en avril pour la période 2017-2021 selon quatre scénarios d'exploitation (sans pêche, pêche sportive hivernale avec un taux d'exploitation $u = 0,1$ ou $0,2$ et pêche sportive hivernale combinée à une pêche commerciale en mai, pour un taux d'exploitation total u_{tot} de $0,2$) applicables à partir de 2017. Les caractéristiques initiales de la population modélisée sont celles mesurées lors de la campagne du Réseau de suivi ichtyologique de 2016 (annexe 2). Un recrutement équivalent à la valeur moyenne des CPUE du groupe d'âge 3+ de 2016, 2019 et 2021 (annexe 3) a été imposé pour effectuer cette simulation.

3.3. Effets simulés d'une augmentation du recrutement

Les résultats de la modélisation pour la période 2022 à 2034 montrent qu'en l'absence de pêche, dans les conditions actuelles de faible recrutement, la population de perchaudes du lac Saint-Pierre devrait poursuivre son déclin (figure 4). Ils suggèrent également qu'une nouvelle chute du recrutement dans les prochaines années accentuerait ce déclin. Cette tendance est prédite tant en ce qui concerne l'abondance du stock d'âge supérieur ou égal à 4+ que la biomasse du stock reproducteur. Selon le modèle, le maintien de l'abondance de la population et de la biomasse du stock reproducteur au niveau actuel nécessiterait une augmentation soutenue du recrutement, pendant au moins six ans, par un facteur deux par rapport au niveau moyen mesuré en 2019 et 2021. Une hausse de ces deux indicateurs d'état de la population ne se ferait sentir qu'en situation d'augmentation du recrutement, par un facteur supérieur à deux, qui serait, elle aussi, soutenue pendant au moins six ans (figure 4). La modélisation indique donc que l'augmentation du recrutement sur une longue période constitue un prérequis au rétablissement de la population.

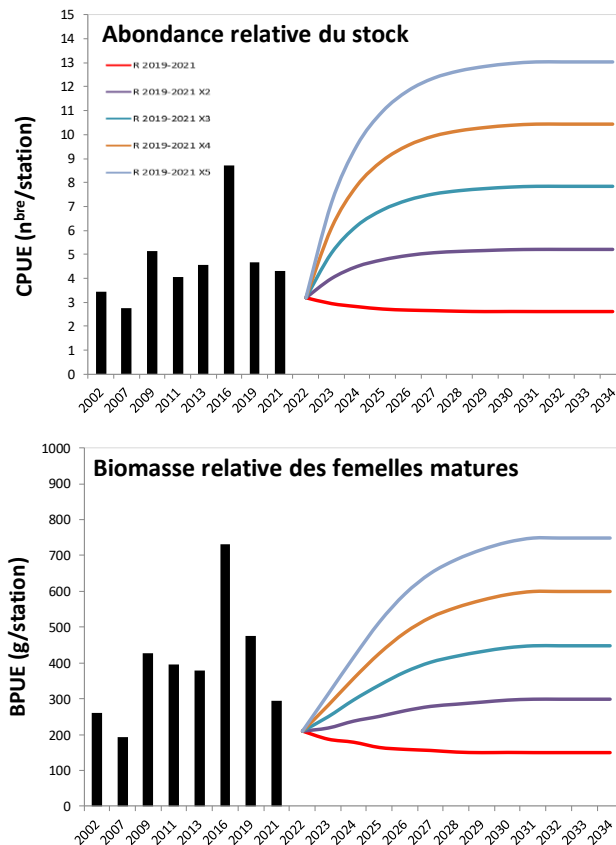


Figure 4. Abondance relative (CPUE) moyenne du stock de perchaudes d'âge 3+ et plus (graphique du haut) et biomasse relative (BPUE) moyenne des femelles matures d'âge 3+ et plus (graphique du bas) telles qu'elles ont été mesurées en octobre lors des campagnes du Réseau de suivi ichtyologique (RSI) de 2002 à 2021 (histogramme en bâtons). Dans chaque graphique, les courbes représentent les valeurs relatives prédites par le modèle en avril suivant, soit lorsque les poissons atteignent l'âge de 4 ans+ et plus, pour la période 2022-2034, pour cinq niveaux de recrutement, en absence de toute forme d'exploitation. Le recrutement a été exprimé en fonction des CPUE moyennes à l'âge 3+ mesurées lors des campagnes du RSI de 2019 et 2021 (annexe 3), multipliées par un facteur variant entre un et cinq ($R_{2019-2021} \times 1$ à 5). Les caractéristiques initiales de la population modélisée sont celles mesurées lors de la campagne du RSI de 2021 (annexe 2).

Il convient de rappeler que les simulations effectuées présentent une évolution du stock sous des conditions de recrutement qui seraient stables d'une année à l'autre. Une telle stabilité est rarement observée chez la perchaude (Koonce *et al.*, 1977). Elle n'a pas été documentée ailleurs dans le fleuve Saint-Laurent et n'était pas la norme avant le milieu des années 2000 au lac Saint-Pierre. Les populations de perchaudes du fleuve Saint-Laurent montrent généralement des variations interannuelles de recrutement en dents de scie, où une cohorte forte est espacée par une ou rarement deux cohortes pouvant être jusqu'à cinq à dix fois plus faibles (Dumont, 1996; Mailhot *et al.*, 2016). Il est donc peu probable, pour chacun des scénarios testés, que le stock atteigne rapidement un état de stabilité tel que prédit par le modèle. La trajectoire décrite doit plutôt être interprétée comme une tendance générale que suivrait le stock, selon différents niveaux de recrutement, impliquant nécessairement des années de plus forte et de plus faible intensité, qui la feraient osciller autour de la valeur moyenne simulée. Comme une longue succession ininterrompue de fortes cohortes est improbable, la reconstruction du stock devrait reposer sur l'arrivée, pendant une décennie ou plus, de très fortes cohortes dont l'apparition serait espacée de quelques années.

3.4. Effets simulés de l'exploitation

Les simulations indiquent que dans les conditions de faible recrutement observées en 2019 et 2021, toute ouverture d'une pêche sportive (à partir de l'hiver 2023) ou commerciale (à partir de mai 2022 pour un mois), même de faible intensité ($u = 0,1$), aurait pour conséquence d'accélérer le déclin de la population de perchaudes du lac Saint-Pierre (figure 5). L'effet d'une telle ouverture serait accentué si l'importance du prélèvement par la pêche, qu'elle soit sportive ou combinée à un prélèvement commercial, était doublée ($u = 0,2$).

Ces simulations illustrent la fragilité actuelle de la population de perchaudes et son incapacité à soutenir de façon durable une quelconque forme d'exploitation. Même en situation de moratoire, la production de jeunes perchaudes est insuffisante pour compenser la mortalité naturelle et permettre une augmentation de l'abondance de la population et de celle du stock reproducteur. Pour soutenir une pêche de faible prélèvement qui ne compromettrait pas la tendance à la hausse de l'abondance et de la biomasse du stock reproducteur, des niveaux moyens de recrutement annuel minimalement trois fois plus élevés et idéalement quatre et cinq fois supérieurs à ceux observés en 2019 et 2021 seraient requis (figure 5). Ces hauts niveaux de recrutement devraient être soutenus sur une longue période.

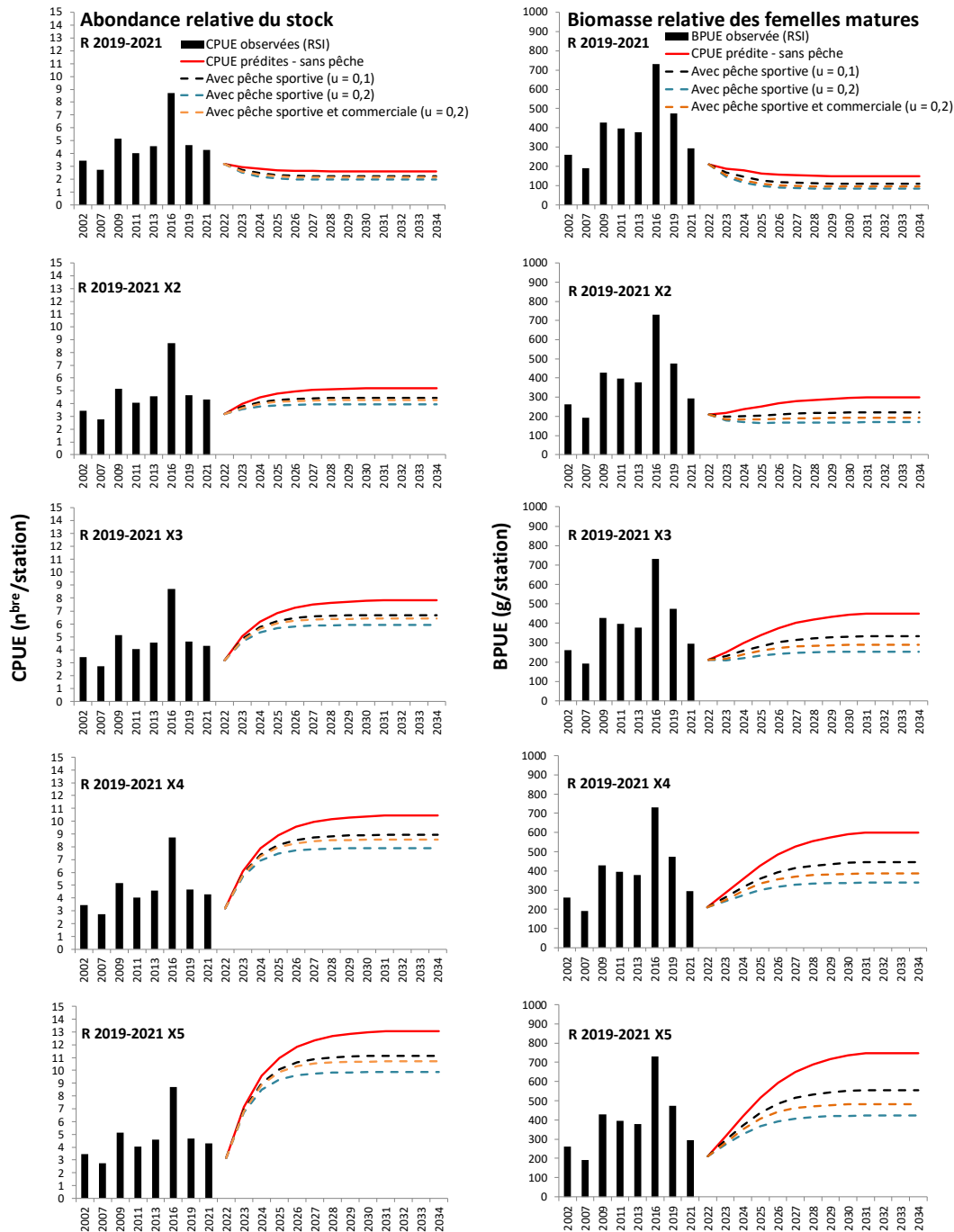


Figure 5. Abondance relative (CPUE) moyenne du stock de perchaudes d'âge 3+ et plus (graphiques de gauche) et biomasse relative (BPUE) moyenne des femelles matures d'âge 3+ et plus (graphiques de droite) telles qu'elles ont été mesurées en octobre lors des campagnes du Réseau de suivi ichtyologique (RSI) de 2002 à 2021 (histogramme en bâtons). Dans chaque graphique, les courbes représentent les valeurs prédites par le modèle en avril suivant, soit lorsque les poissons atteignent l'âge de 4 ans+ et plus, pour la période 2022-2034, selon cinq niveaux de recrutement et quatre scénarios d'exploitation (sans pêche, pêche sportive hivernale avec un taux d'exploitation $u = 0,1$ ou $0,2$ et pêche sportive hivernale combinée à une pêche commerciale en mai, pour un taux d'exploitation total u_{tot} de $0,2$). Le recrutement a été exprimé en fonction des CPUE moyennes à l'âge 3+ mesurées lors des campagnes du RSI de 2019 et 2021 (annexe 3), multipliées par un facteur variant entre un et cinq ($R\ 2019-2021 \times 1$ à 5). Dans tous les cas, une taille minimale permise de 190 mm a été appliquée à la pêche. Les caractéristiques initiales de la population modélisée sont celles mesurées lors de la campagne du RSI de 2021 (annexe 2).

Des niveaux de recrutement élevés ont déjà été observés au lac Saint-Pierre (Mailhot *et al.*, 2016). Durant les deux dernières décennies, ce fut le cas en 2002 et en 2007, alors que l'abondance des perchaudes d'âges 1+ à 3+ combinées était respectivement cinq et trois fois supérieure à celle observée ces dernières années (figure 6). De même, un recrutement deux fois plus élevé que la moyenne des années 2019 et 2021 a été observé en 2016, mais cette tendance à la hausse ne s'est pas maintenue, et il est peu probable qu'elle se manifeste par une hausse du stock reproducteur dans les prochaines années. En effet, il existe une relation positive significative entre les CPUE des perchaudes d'âge 1+ à 3+ et celles des mêmes cohortes deux ans plus tard ($R^2 = 0,31$ à $0,77$ selon les groupes d'âge; annexe 4). Or, l'abondance de ces jeunes perchaudes âgées de 1+ à 3+ ayant été, en 2019 et 2021, parmi les plus faibles depuis le début des années 2000, le recrutement sera vraisemblablement insuffisant pour permettre une hausse de l'abondance du stock reproducteur au moins pendant les trois prochaines années.

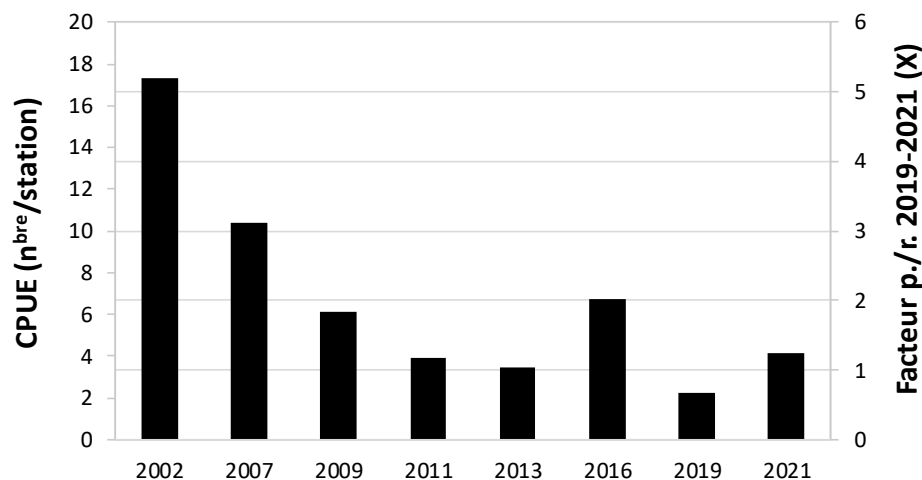


Figure 6. Abondance relative (CPUE) moyenne des perchaudes d'âge 1+ à 3+ au lac Saint-Pierre de 2002 à 2021 au cours des pêches du Réseau de suivi ichthyologique (axe de gauche). Le facteur de changement de l'abondance, exprimé en multiple de la valeur moyenne des CPUE observées en 2019 et 2021, est également présenté sur l'axe de droite.

Les résultats des simulations sont exprimés en valeurs relatives (CPUE et BPUE) et non en valeurs absolues de nombre et de biomasse. Ces simulations permettent de prédire quelle serait la tendance du stock sur un horizon d'une douzaine d'années en réponse à des hausses de recrutement ou à un retour à une exploitation par la pêche. Il est cependant impossible d'évaluer à quel niveau absolu de prélèvement (tonnage) pourrait correspondre un taux d'exploitation de 0,1 ou 0,2. À titre d'exemple, l'application d'un taux d'exploitation de 0,2 dans les conditions actuelles augmenterait le taux annuel de mortalité totale à un niveau similaire à celui observé avant l'instauration du moratoire ($A = 0,58$; Magnan *et al.*, 2022). Au cours de la période qui a précédé le moratoire, soit de 2008 à 2012, un quota total de 12,3 tonnes était appliqué aux pêches sportive et commerciale. Or, malgré ce faible quota, nettement inférieur aux débarquements mesurés dans le passé pour cette pêcherie (de l'ordre de 200 tonnes et plus; Magnan *et al.*, 2017), le stock de perchaudes a poursuivi son déclin en raison d'un recrutement insuffisant et la pêche a été fermée. Dans les conditions actuelles de faible

abondance, outre les effets négatifs qu'elle aurait sur la capacité de reconstruction du stock de perchaudes, l'application d'un taux d'exploitation de l'ordre de 0,1 au cours des prochaines années équivaldrait à autoriser la capture d'un très faible contingent, assurément inférieur au quota de 12,3 tonnes, appliqué de 2008 à 2012. Le respect d'un tel contingent nécessiterait des mesures restrictives sévères qui, dans un plan d'eau aussi vaste que le lac Saint-Pierre, impliqueraient la mise en œuvre de modalités de contrôle exigeantes et coûteuses.

3.5. Cible de gestion et diagnostic d'une exploitation durable

3.5.1. Définition d'une cible de gestion minimale

Une pêche durable ne devrait pas compromettre le maintien de la qualité (présence de plusieurs groupes d'âge) et de l'abondance du stock reproducteur, un élément clé pour assurer la pérennité d'une population. Cette disposition est cohérente avec l'ordre d'allocation de la ressource faunique, dicté par la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (LCMVF), qui priorise la protection du stock reproducteur avant toute forme d'exploitation. Une abondance élevée du stock reproducteur n'est pas nécessairement une garantie de recrutement élevé, puisque des facteurs environnementaux, notamment climatiques, ont un effet modulateur sur la force d'une cohorte (Koonce *et al.*, 1977; Dumont, 1996; Mailhot *et al.*, 2016). Cependant, les observations tirées de séries temporelles prolongées pour les populations de perchaudes du lac Érié (Henderson et Nepszy, 1988; Belore *et al.*, 2003) et de perches eurasiennes (*Perca fluviatilis*) du lac Windermere (Le Cren, 1987) ont montré qu'une faible abondance du stock reproducteur se traduit généralement par un faible recrutement. En outre, une structure en taille et en âge étalée constitue une meilleure protection face aux fortes variations des facteurs environnementaux qui conditionnent le succès ou l'échec d'une cohorte (Heyer *et al.*, 2001; Lauer *et al.*, 2005; Francis *et al.*, 2007). Il est donc important de maintenir un stock reproducteur abondant et caractérisé par une structure étalée sur une vaste étendue de groupes d'âge.

En l'absence de pêche, avec un taux annuel de mortalité totale de 0,4, la BPUE moyenne de femelles matures d'âge supérieur ou égal à 3+ observée en 2019 et en 2021 a été évaluée à 385 g/station. Dans l'état actuel de mauvaise qualité des habitats et en raison des faibles taux de croissance des jeunes de l'année, ce niveau d'abondance du stock reproducteur correspond à ce que le système du lac Saint-Pierre a pu générer en moyenne au cours des dernières années en situation de très faible recrutement. Il s'agit d'une valeur jugée minimale, qui est similaire à celle observée en 2011 (396 g/station), laquelle a conduit à l'instauration du moratoire. Après la fermeture de la pêche en 2012, la structure en âge du stock reproducteur s'est graduellement étendue, ce qui a présenté un avantage en termes de qualité et de résilience. À titre de comparaison, le stock reproducteur observé en 2002 et en 2007 était peu abondant (261 et 191 g/station, respectivement) et composé d'un très faible nombre de groupes d'âge. Le constat scientifique de l'époque indiquait que des restrictions à la pêche devaient rapidement être appliquées (Magnan, 2002; Magnan *et al.*, 2004; Magnan *et al.*, 2008). Le retour à de telles conditions doit être évité.

3.5.2. Outil de diagnostic

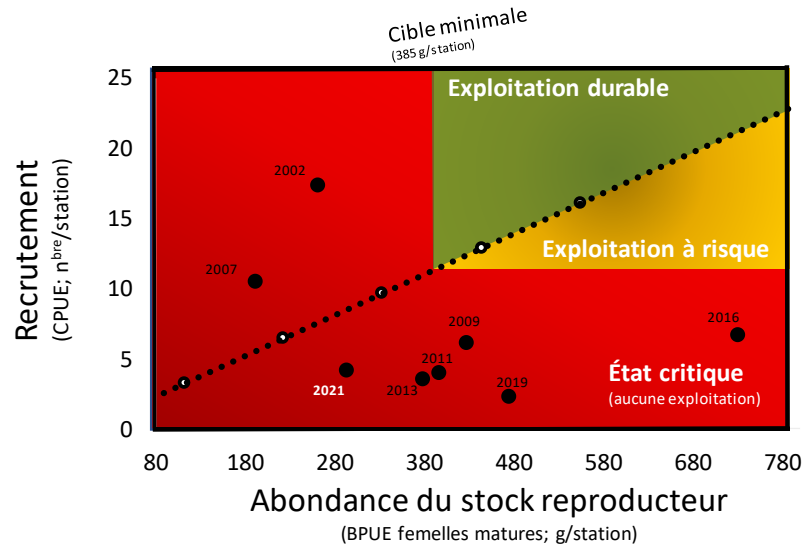
L'exercice de modélisation nous permet de proposer un outil d'évaluation de la capacité du stock de perchaudes à soutenir un taux annuel de mortalité par la pêche équivalent à des taux d'exploitation u de 0,1 et 0,2. L'exemple présenté à la figure 7 s'applique à une situation de pêche sportive hivernale et peut être repris pour d'autres scénarios d'exploitation. Pour chacun des deux niveaux d'exploitation retenus, l'outil présente en abscisse l'abondance relative du

stock reproducteur, exprimée en BPUE des femelles matures d'âge supérieur ou égal à 3+, telle qu'elle a été observée lors des campagnes du RSI. Pour sa part, l'ordonnée représente le niveau de recrutement moyen, qui, lorsqu'il est maintenu pendant plusieurs années selon le modèle, permet de soutenir le niveau d'abondance du stock reproducteur présenté en abscisse.

Le recrutement a été exprimé en CPUE des perchaudes d'âges 1+ à 3+ mesurées lors des campagnes du RSI, en raison du pouvoir prédictif de cet indicateur dans le contexte du suivi de la population. Pour cet exercice de simulation, chacun des cinq scénarios de recrutement a été exprimé en fonction de l'abondance relative moyenne des perchaudes d'âges 1+ à 3+ qui a été mesurée lors des campagnes du RSI de 2019 et 2021, multipliée par un facteur variant entre un et cinq. Le niveau soutenable d'abondance des reproducteurs correspond à l'asymptote de la relation BPUE-année, établie pour chacun des cinq scénarios de recrutement présentés à la figure 5. Par exemple, en présence d'un recrutement équivalant à deux fois la moyenne observée pour les années 2019 et 2021 (scénario R 2019-2021 \times 2) et avec un taux d'exploitation de 0,1, le modèle indique que la BPUE des femelles matures tend vers 222 g/station. Cette valeur correspond au niveau d'abondance du stock reproducteur prédit par le modèle pour ce niveau de recrutement moyen (figure 5). De telles valeurs ont été calculées pour chacun des cinq scénarios de recrutement et chacun des deux taux d'exploitation, puis reportées sur les deux graphiques de la figure 7 et réunies par une droite en pointillé. Si le recrutement mesuré lors des campagnes du RSI se maintient à un niveau supérieur à la valeur minimale requise pour soutenir le stock reproducteur, l'outil prédit qu'il est probable que ce dernier connaisse une expansion au cours des prochaines années (zone verte), et ce, même en présence d'un prélèvement par la pêche. Au contraire, si le recrutement est plus faible que cette valeur, le stock reproducteur risque de décliner (zone jaune) ou d'atteindre un état critique (zone rouge). Plus le prélèvement par la pêche serait important (graphique du bas), plus le recrutement nécessaire pour soutenir le stock reproducteur devrait être élevé, ce qui explique la position différente des zones sur les graphiques de la figure 7.

Avec une pêche dont le taux d'exploitation u serait de 0,1, l'outil indique qu'un recrutement moyen de plus de 12 perchaudes d'âges 1+ à 3+ par station de pêche du RSI serait nécessaire pour que le stock reproducteur puisse se maintenir à un niveau supérieur à la cible minimale de 385 g/station (figure 7). Pour soutenir le même niveau de stock reproducteur avec un taux d'exploitation de 0,2, le recrutement moyen devrait être de plus de 15 perchaudes d'âges 1+ à 3+ par station de pêche du RSI. En dessous de ce niveau, la population serait jugée en situation critique, et il faudrait appliquer des mesures de protection, comme ce fut le cas, par exemple, depuis 2008, et plus récemment, avec l'instauration du moratoire en 2012.

Pêche sportive hivernale avec un taux d'exploitation $u = 0,1$



Pêche sportive hivernale avec un taux d'exploitation $u = 0,2$

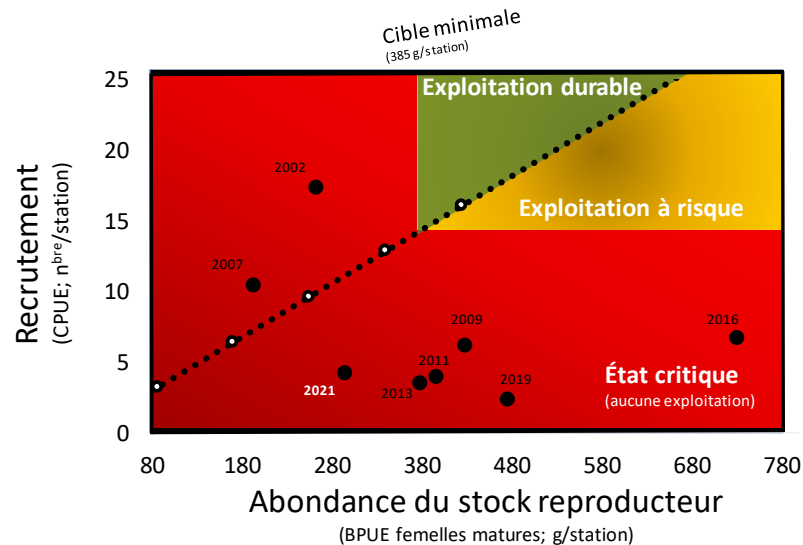


Figure 7. Schéma permettant d'évaluer la capacité du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre à soutenir une pêche durable en fonction du niveau de recrutement (CPUE des perchaudes d'âges 1+ à 3+) et de l'abondance du stock reproducteur (BPUE des femelles matures d'âge 3+ et plus), mesurés par le Réseau de suivi ichthyologique (RSI) en octobre. L'outil est présenté pour un scénario de pêche sportive hivernale selon un taux d'exploitation de 0,1 (graphique du haut) ou de 0,2 (graphique du bas). La cible minimale de gestion du stock reproducteur établie à 385 g/station de femelles matures d'âge 3+ et plus est également représentée. Pour chaque année d'inventaire du RSI (cercle noir), si le recrutement mesuré est supérieur à la ligne pointillée dans la zone verte et se maintient dans le temps, l'outil prédit qu'il est probable que le stock reproducteur connaisse une expansion au cours des prochaines années, et ce, même en présence d'un prélèvement par la pêche. Au contraire, si le recrutement est plus faible que cette valeur en zone jaune, le stock reproducteur risque de décliner ou d'atteindre un état critique en zone rouge.

Il convient de souligner que l'outil ne peut pas être utilisé pour prédire le recrutement attendu en fonction de l'abondance du stock reproducteur, mais à l'inverse, il permet de prédire la tendance à la hausse ou à la baisse de la biomasse de femelles matures en fonction de l'abondance des jeunes groupes d'âge. L'outil de diagnostic a été élaboré avec comme point de référence la structure et les paramètres de la dynamique du stock de perchaudes mesurés en 2021. Toute

modification significative de ces paramètres, notamment du taux de mortalité naturelle et des caractéristiques biologiques de la population, pourrait modifier la position et la surface occupée par les différentes zones délimitées sur les deux graphiques de la figure 7. Dans le futur, l'outil devra donc être ajusté suivant l'évolution de la population.

3.5.3 Développement d'une pêche durable

L'instauration d'une pêche durable de perchaudes au lac Saint-Pierre ne sera possible que lorsque la production de jeunes perchaudes sera suffisante pour compenser le prélèvement d'individus adultes par la pêche. Ce recrutement devra être suffisant pour assurer le maintien du stock reproducteur au-delà de la cible minimale de 385 g de femelles matures d'âge supérieur ou égal à 3 ans par station de pêche du RSI. Cette biomasse de femelles matures devra avoir été maintenue dans le temps, ce qui nécessitera une forte augmentation du recrutement, de sorte qu'il soit au moins équivalent à celui observé au début des années 2000. En présence d'une pêche de faible prélèvement ($u = 0,1$), le recrutement devra correspondre à une CPUE moyenne supérieure à 12 perchaudes d'âges 1+ à 3+ par station de pêche du RSI. Ce recrutement plus élevé devra également se manifester sur une longue période. Au cours des vingt dernières années, un tel niveau d'abondance de jeunes perchaudes n'a été observé qu'en 2002 (figure 7). Or, malgré cela, le stock reproducteur était alors jugé peu abondant et le taux annuel de mortalité totale, estimé à 0,68, était considéré comme trop élevé. Les simulations réalisées par Dumont et Mailhot (2004) avaient d'ailleurs confirmé que le stock était soumis à un prélèvement trop important. Malgré les mesures restrictives mises en place par la suite, le déclin s'est poursuivi en raison d'un faible recrutement persistant. Le taux d'exploitation a été trop élevé par rapport au recrutement observé, et ce, jusqu'à l'instauration du moratoire en 2012. Depuis 2012, le taux de mortalité totale a graduellement diminué, mais le recrutement est toujours insuffisant pour compenser la mortalité naturelle et permettre une augmentation de l'abondance du stock reproducteur. Ainsi, en 2021, la biomasse des femelles matures se situait en dessous de la cible minimale d'abondance du stock reproducteur et le recrutement est à nouveau inférieur à celui permettant le maintien du stock reproducteur, ce qui justifie le maintien du moratoire en 2022 (figure 7).

4. Conclusion et recommandations

La présente analyse confirme que, dans l'état actuel de la population de perchaudes, toute augmentation de la mortalité aurait pour effet d'engendrer un nouveau déclin de l'abondance de la population et de son stock reproducteur. L'instauration d'une pêche durable de faible prélèvement au lac Saint-Pierre ne sera possible que lorsque la production de jeunes perchaudes sera suffisante pour compenser le prélèvement d'individus adultes par la pêche. Cette condition reposera nécessairement sur l'observation d'une séquence soutenue d'années de recrutement élevé, d'un niveau comparable à celui mesuré au début des années 2000. Ce recrutement devra être suffisant pour assurer le maintien du stock reproducteur au-delà de la cible minimale de 385 g/station de pêche de femelles matures d'âge supérieur ou égal à 3 ans. Advenant la mise en place d'une pêche de faible prélèvement ($u = 0,1$), l'abondance relative moyenne des perchaudes d'âges 1+ à 3+ devra se maintenir au-dessus de 12 individus par station de pêche du RSI pour soutenir ce stock reproducteur.

Une pêche durable ne devrait pas compromettre le maintien de la qualité et de l'abondance du stock reproducteur. Comme ces conditions dépendent d'une forte augmentation du recrutement, il n'est pas possible de prédire à quel moment une telle pêche pourra être autorisée. Si, dans le

futur, les conditions sont réunies pour mettre fin au moratoire, les modalités d'exploitation devront être modulées en fonction de l'abondance du stock, de l'importance du recrutement et du taux de croissance des jeunes stades. Pour offrir de bonnes conditions de développement et de croissance à ces jeunes stades et ainsi permettre une pêche durable, il est incontournable d'intensifier les actions de restauration et de protection des habitats aquatiques du lac Saint-Pierre (Magnan *et al.*, 2022). Compte tenu du temps de génération de la perchaude, un pas d'échantillonnage d'environ cinq ans pour les campagnes du RSI pourrait permettre de juger de l'évolution de l'abondance du stock reproducteur.

Références

- Belore, M., A. Cook, D. Einhouse, K. Kayle, R. Kenyon, C. Knight, B. Locke, B. Morrison, P. Ryan, B. Sutherland, M. Thomas and E. Wright. 2003. Report of the Lake Erie Yellow Perch Task Group. Presented to the Great Lakes Fishery Commission, Lake Erie Committee, Standing Technical Committee. 35 p. + append.
- Deschamps, D., P. Brodeur, C. Côté et N. Vachon. 2016. Protocole d'échantillonnage du Réseau de suivi ichtyologique annuel du fleuve Saint-Laurent : Lac Saint-Pierre 2016. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 47 p. et 42 annexes.
- Deschamps, D., P. Brodeur, C. Côté et N. Vachon. 2019. Protocole d'échantillonnage du Réseau de suivi ichtyologique annuel du fleuve Saint-Laurent : Lac Saint-Pierre 2019. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 52 p. et 42 annexes.
- Deschamps, D., P. Brodeur, C. Côté et N. Vachon. 2020. Protocole d'échantillonnage du Réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Archipel du lac Saint-Pierre 2020. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 54 p. et 42 annexes.
- Dumont, P. 1996. Comparaison de la dynamique des populations de perchaudes (*Perca flavescens*) soumises à des niveaux différents de stress anthropique. Thèse présentée à l'Université du Québec à Montréal comme exigence partielle au doctorat en Sciences de l'environnement. Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, Rapp. Tech. 06 – 46. xxvi + 286 p.
- Dumont, P., et Y. Mailhot. 2004. Évaluation par simulation de l'effet d'une baisse du taux de mortalité par la pêche (sportive et commerciale) sur l'abondance, la récolte et la structure de population de la perchaude du lac Saint-Pierre. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie et Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec, rapport technique. 16-19. vi + 21 p.
- Fortin, R., et E. Magnin. 1972. Croissance en longueur et en poids des perchaudes *Perca flavescens* de la Grande Anse de l'Île Perrot au lac Saint-Louis. Journal of Fishery Research Board of Canada. 29 : 517-523.
- Francis, R. C., M. A. Hixon, M. E. Clarke, S. A. Murawski and S. Ralston. 2007. Ten commandments for ecosystem-based fisheries scientists. Fisheries. 32 (5) : 217-233.
- Guénette, S., Y. Mailhot, I. Mc Quinn, P. Lamoureux et R. Fortin. 1994. Paramètres biologiques, exploitation commerciale et modélisation de la population de Perchaude (*Perca flavescens*) du lac Saint-Pierre. Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune et Université du Québec à Montréal.
- Henderson, B. A., and S. J. Nepszy. 1988. Recruitment of yellow perch (*Perca flavescens*) affected by stock size and water temperature in lakes Erie and St. Clair, 1965-1985. Journal of Great Lakes Research. 14 : 205-215.
- Heyer, C. J., T. Miller, F. P. Binkowski, M. Caldron and J. A. Rice. 2001. Maternal effects as a recruitment mechanism in Lake Michigan yellow perch (*Perca flavescens*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 58 : 1477-1487.

- Koonce, J. F., T. B. Bagenal, R. F. Carline, K. E. F. Hokanson and M. Nagiec. 1977. Factors influencing year-class-strength of Percids: A summary and a model of temperature effects. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*. 34 : 1900-1909.
- Lauer, T. E., S. M. Shroyer, J. M. Kilpatrick, T. S. McComish and P. J. Allen. 2005. Yellow perch length-fecundity and length-egg size relationship in Indiana waters of Lake Michigan. *North American Journal of Fisheries Management*. 25 : 791-796.
- Le Cren, E. D. 1987. Perch (*Perca fluviatilis*) and pike (*Esox lucius*) in Windermere from 1940 to 1985: Studies in population dynamics. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 44 (suppl. 2) : 216-228.
- Magnan, P. 2002. Avis scientifique sur l'état des stocks de perchaudes au lac Saint-Pierre, les indicateurs biologiques utilisés pour effectuer son suivi et la pertinence de protéger la période de fraie de façon partielle ou totale. Chaire de recherche en écologie des eaux douces, Université du Québec à Trois-Rivières. 52 p.
- Magnan, P., P. Brodeur, É. Paquin, N. Vachon, Y. Paradis, P. Dumont et Y. Mailhot. 2017. État du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre en 2016. Chaire de recherche du Canada en écologie des eaux douces, Université du Québec à Trois-Rivières et ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. vii + 34 pages et annexes.
- Magnan, P., P. Dumont, Y. Mailhot, F. Coulombe et L. Therrien. 2004. État du stock de perchaude du lac Saint-Pierre en 2003 et recommandations sur le niveau d'exploitation soutenable en 2004. Comité aviseur sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre, Université du Québec à Trois-Rivières.
- Magnan, P., Y. Mailhot et P. Dumont. 2008. État du stock de perchaude du lac Saint-Pierre en 2007 et efficacité du plan de gestion de 2005. Comité aviseur scientifique sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre, Université du Québec à Trois-Rivières et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. iv + 28 p. et annexes.
- Magnan, P., É. Paquin, P. Brodeur, Y. Paradis, N. Vachon, P. Dumont et Y. Mailhot. 2020. État du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre en 2019. Comité scientifique sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre. Chaire de recherche du Canada en écologie des eaux douces, Université du Québec à Trois-Rivières et ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 6 pages.
- Magnan, P., É. Paquin, P. Brodeur, Y. Paradis, N. Vachon, P. Dumont et Y. Mailhot. 2022. État du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre et du secteur pont Laviolette – Saint-Pierre-les-Becquets en 2021. Comité scientifique sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. iv + 49 pages et annexes.
- Mailhot, Y., P. Dumont, Y. Paradis, P. Brodeur, N. Vachon, M. Mingelbier et P. Magnan. 2016. Yellow Perch (*Perca flavescens*) in the St. Lawrence River (Quebec, Canada): Population dynamics and Management in a River under contrasting pressures. P. 101-147 in P. Couture and G. Pyle, *Biology of Perch*, CRC Press, Boca Raton.
- Ricker, W. E. 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada* 191F.

Annexes

Annexe 1. Détail des calculs effectués pour l'élaboration du modèle de rendement par recrue sur chacune des feuilles du chiffrier Excel. Celui-ci permet de reproduire les caractéristiques de la population de perchaudes du lac Saint-Pierre et de simuler l'effet d'une augmentation du recrutement et d'une réouverture de la pêche sportive et commerciale sur l'abondance relative du stock ainsi que sur la biomasse relative de femelles matures. L'exemple représenté correspond à la première étape de l'exercice de validation du modèle sur le segment femelle de la population, à partir des caractéristiques d'abondance, de croissance en longueur et en poids, telles qu'elles ont été mesurées lors de la campagne du RSI de 2016. La feuille Excel à laquelle réfère chaque définition est présentée à la suite du tableau. Les données utilisées pour effectuer ces calculs apparaissent aux annexes 2 et 3.

Colonne	Variable	Unité	Définition
A	Âge/mois		Le cycle vital de chaque groupe d'âge, de 3 ans+ à 12 ans+ est réparti sur une année. Les mois d'hiver (janvier, février, mars) ont été regroupés, car le taux de croissance au cours de cette période est nul.
B	Lt femelles	mm	Pour chaque groupe d'âge, la longueur moyenne en octobre est calculée à partir de la relation âge-longueur totale obtenue pour les femelles en utilisant les déterminations d'âge effectuées lors de la campagne du RSI de 2016 (validation) ou 2021 (projection). Cette relation apparaît à l'annexe 2. Pour tous les autres mois de l'année, pour chaque groupe d'âge, la longueur moyenne est obtenue en appliquant la répartition saisonnière de la croissance telle qu'elle a été mesurée par Fortin et Magnin (1972) pour la perchaude du lac Saint-Louis. Cette répartition apparaît à l'annexe 2.
C	Pds femelles	g	Le poids moyen d'une femelle à chaque étape du cycle annuel est calculé à partir de la relation poids-longueur totale provenant de l'échantillon du RSI de 2016 (validation) ou de 2021 (simulation). Cette relation apparaît à l'annexe 2.
D	CPUE initial	n ^{bre} /station	Cette valeur, appliquée au mois d'octobre, correspond aux captures moyennes par unité d'effort obtenues pour chaque groupe d'âge lors de la campagne du RSI de l'automne 2016 (validation) et 2021 (simulation); voir l'annexe 3. Une fois élaborée, la feuille initiale de calcul produite pour chacun des deux sexes alimente l'abondance relative de chaque groupe d'âge en octobre de l'année suivante. Le processus est ainsi répété d'une feuille à l'autre pour couvrir la période allant de 2016 à 2021 (pour la validation) ou de 2022 à 2034 (pour l'évaluation de la trajectoire du stock selon différents niveaux de recrutement ou d'exploitation). Dans chaque cas, l'abondance relative de chaque groupe d'âge en fin de cycle annuel (septembre), soit après avoir été soumis à la mortalité naturelle et, le cas échéant, à la mortalité par la pêche, devient l'abondance relative initiale en octobre du groupe âgé d'un an de plus sur la feuille de calcul de l'année suivante. L'abondance relative du groupe d'âge 3+, soit le plus jeune groupe d'âge du modèle, fait toutefois exception. Celui-ci est imposé annuellement selon différents scénarios de recrutement (voir l'annexe 2 pour les détails).
E	M		Correspond à la valeur instantanée ($M = 0,511$) du taux de mortalité naturelle ($v = 0,4$) mesuré à l'aide de la courbe de capture des perchaudes de 4 ans+ à 12 ans+ échantillonnées lors des campagnes du RSI de 2019 et 2021. Ce taux instantané est réparti également entre les différents mois de l'année (voir l'annexe 2 pour les détails).
F	Fspo		Taux instantané de mortalité par la pêche sportive ($F = 0,139$) correspondant à un taux d'exploitation (u) de 0,1. Pour un $u = 0,2$, $F = 0,305$.
G	Fcom		Taux instantané de mortalité par la pêche commerciale ($F = 0,139$) correspondant à un taux d'exploitation (u) de 0,1.
H	Pêche spo		Cette variable prend la valeur de 0 ou 1 selon qu'un taux instantané par la pêche sportive (Fspo) est appliqué (1) ou non (0). Elle permet de définir les conditions d'une éventuelle exploitation. Par exemple, une pêche d'hiver

			(de janvier à mars) peut être simulée en attribuant la valeur de 1 à cette variable lors des mois d'hiver à tous les groupes d'âge des perchaudes ayant atteint, en moyenne, une taille légale de 190 mm et plus.
I	Pêche com		Cette variable prend la valeur de 0 ou 1 selon qu'un taux instantané par la pêche commerciale (Fcom) est appliqué (1) ou non (0). Elle permet de définir les conditions d'une éventuelle exploitation. Par exemple, une pêche aux verveux après la période de fraye peut être simulée en attribuant la valeur de 1 à cette variable lors du mois de mai à tous les groupes d'âge des perchaudes ayant atteint, en moyenne, une taille légale de 190 mm et plus.
J	M + Fspo + Fcom		Somme des taux instantanés de mortalité naturelle et par la pêche (sportive et commerciale), qui correspond au taux instantané de mortalité totale (p. ex. $E4 + [F4 * H4] + [G4 * I4]$). Si aucune pêche n'est appliquée, H4 et I4 sont nuls, et seule la mortalité naturelle exerce son influence sur l'abondance relative.
K	Delta M + F		Taux de décroissance de l'abondance relative appliqué à chaque période mensuelle et à chaque groupe d'âge. Il s'agit de la valeur exponentielle du taux instantané de mortalité totale (p. ex. e^{-J4})
L	CPUE/période	n ^{bre} /station	Produit des CPUE initiales en octobre (colonne D) et de la valeur de Delta M + F (colonne K) (p. ex. $D4 * K4$). Pour chacune des périodes mensuelles subséquentes, de novembre à septembre, l'abondance relative de chaque groupe d'âge à la fin de la période correspond au produit des CPUE du mois précédent et de la valeur mensuelle de Delta M + F (p. ex. $L4 * K5$).
M	BPUE/période	kg/station	Produit des CPUE/période (colonne L) et du poids moyen (colonne C) correspondant à chaque groupe d'âge pour chaque période mensuelle. Cette valeur est divisée par 1000 pour la transformer en kg (p. ex. $L4 * C4/1000$).
N	Femelles matures CPUE	n ^{bre} /station	Abondance relative (CPUE en avril, mois de la fraye) des femelles matures pour chaque groupe d'âge représenté dans le modèle. Cette valeur est calculée en multipliant les CPUE en avril (p. ex. L8, L18, L28, ... L88) par le pourcentage de femelles matures pour le groupe d'âge correspondant. Ce pourcentage apparaît à l'annexe 2.
O	Femelles matures BPUE	kg/station	Biomasse relative (BPUE en avril, mois de la fraye) des femelles matures pour chaque groupe d'âge représenté dans le modèle. Cette valeur est calculée en multipliant les BPUE en avril (p. ex. M8, M18, M28, ... M88) par le pourcentage de femelles matures pour le groupe d'âge correspondant. Ce pourcentage apparaît à l'annexe 2.
L89	Abondance relative totale des femelles de 4 ans + et plus en avril	n ^{bre} /station	Somme des CPUE calculées pour les femelles de chaque groupe d'âge en avril (p. ex. L8 + L18 + L28+ ... L88). Les CPUE totales pour l'année de simulation sont obtenues en ajoutant les résultats correspondant au segment mâle.
M89	Biomasse relative des femelles de 4 ans + et plus en avril	kg/station	Somme des BPUE calculées pour les femelles de chaque groupe d'âge en avril (p. ex. M8 + M18 + M28 + ... M88). Les BPUE totales pour l'année de simulation sont obtenues en ajoutant les résultats correspondant au segment mâle.
N89	Abondance relative totale des femelles matures de 4 ans + et plus en avril	kg/station	Somme des CPUE calculées pour les femelles matures de chaque groupe d'âge en avril (p. ex. N8 + N18 + N28 + ... N88).
O89	Biomasse relative des femelles matures de 4 ans + et plus en avril	kg/station	Somme des BPUE calculées pour les femelles matures de chaque groupe d'âge en avril (p. ex. O8 + O18 + O28 + ... O88).

Évaluation par simulation de la capacité du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre à soutenir une pêche durable

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	Âge/mois	Lt Femelles (mm)	Pds femelles (g)	CPUE initiales (n ^{bre} /station)	M	Fspo	Fcom	Pêche spo 0 ou 1	Pêche com 0 ou 1	M + Fspo + Fcom	Delta M + F	CPUE/période (n ^{bre} /station)	BPUE/période (kg/station)	Femelles matures CPUE	BPUE
4	3,10	181	76	1,779	0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,705	0,129		
5	3,11	181	76		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,634	0,124		
6	3,12	183	79		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,566	0,123		
7	hiver	181	76		0,128	0,139	0,139	0	0	0,128	0,880	1,378	0,105		
8	4,4	181	76		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,321	0,100	1,077	0,082
9	4,5	183	79		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,266	0,100		
10	4,6	187	85		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,213	0,103		
11	4,7	194	95		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,163	0,111		
12	4,8	200	104		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,114	0,116		
13	4,9	202	107		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,068	0,115		
14	4,10	202	107	1,964	0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,882	0,202		
15	4,11	202	107		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,804	0,193		
16	4,12	202	107		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,728	0,185		
17	hiver	202	107		0,128	0,139	0,139	0	0	0,128	0,880	1,521	0,163		
18	5,4	202	107		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,458	0,156	1,421	0,152
19	5,5	203	110		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,397	0,154		
20	5,6	207	117		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,339	0,156		
21	5,7	213	128		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,283	0,164		
22	5,8	217	137		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,230	0,168		
23	5,9	219	140		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,178	0,165		
24	5,10	219	140	0,620	0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,594	0,083		
25	5,11	219	140		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,569	0,080		
26	5,12	219	140		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,545	0,077		
27	hiver	219	140		0,128	0,139	0,139	0	0	0,128	0,880	0,480	0,067		
28	6,4	219	140		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,460	0,065	0,409	0,057
29	6,5	220	143		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,441	0,063		
30	6,6	224	150		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,423	0,063		
31	6,7	229	162		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,405	0,066		
32	6,8	233	171		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,388	0,066		
33	6,9	234	175		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,372	0,065		
34	6,10	234	175	1,520	0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,456	0,254		
35	6,11	234	175		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,396	0,244		
36	6,12	234	175		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,338	0,234		
37	hiver	234	175		0,128	0,139	0,139	0	0	0,128	0,880	1,177	0,206		
38	7,4	234	175		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,128	0,197	1,004	0,175
39	7,5	236	178		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,081	0,192		
40	7,6	238	185		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	1,036	0,192		
41	7,7	243	197		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,993	0,196		
42	7,8	247	206		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,951	0,196		
43	7,9	248	210		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,912	0,192		
44	7,10	248	210	0,114	0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,109	0,023		
45	7,11	248	210		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,105	0,022		
46	7,12	248	210		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,100	0,021		
47	hiver	248	210		0,128	0,139	0,139	0	0	0,128	0,880	0,088	0,019		
48	8,4	248	210		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,084	0,018	0,075	0,016
49	8,5	249	214		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,081	0,017		
50	8,6	252	221		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,078	0,017		
51	8,7	256	234		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,074	0,017		
52	8,8	259	243		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,071	0,017		
53	8,9	261	247		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,068	0,017		
54	8,10	261	247	0,024	0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,023	0,006		
55	8,11	261	247		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,022	0,006		
56	8,12	261	247		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,021	0,005		
57	hiver	261	247		0,128	0,139	0,139	0	0	0,128	0,880	0,019	0,005		
58	9,4	261	247		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,018	0,004	0,016	0,004
59	9,5	262	250		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,017	0,004		
60	9,6	264	258		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,017	0,004		
61	9,7	268	271		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,016	0,004		
62	9,8	271	280		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,015	0,004		

Évaluation par simulation de la capacité du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre à soutenir une pêche durable

63	9,9	272	284		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,015	0,004		
64	9,10	272	284	0,268	0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,257	0,073		
65	9,11	272	284		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,246	0,070		
66	9,12	272	284		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,236	0,067		
67	hiver	272	284		0,128	0,139	0,139	0	0	0,128	0,880	0,208	0,059		
68	10,4	272	284		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,199	0,057	0,177	0,050
69	10,5	273	288		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,191	0,055		
70	10,6	276	296		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,183	0,054		
71	10,7	279	309		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,175	0,054		
72	10,8	282	319		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,168	0,054		
73	10,9	283	323		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,161	0,052		
74	10,10	283	323	0,000	0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
75	10,11	283	323		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
76	10,12	283	323		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
77	hiver	283	323		0,128	0,139	0,139	0	0	0,128	0,880	0,000	0,000		
78	11,4	283	323		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000	0,000	0,000
79	11,5	284	327		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
80	11,6	286	334		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
81	11,7	290	348		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
82	11,8	292	358		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
83	11,9	293	362		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
84	11,10	293	362	0,000	0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
85	11,11	293	362		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
86	11,12	293	362		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000		
87	hiver	293	362		0,128	0,139	0,139	0	0	0,128	0,880	0,000	0,000		
88	12,4	293	362		0,043	0,139	0,139	0	0	0,043	0,958	0,000	0,000	0,000	0,000
89	Total avril											4,669	0,597	4,180	0,537

Annexe 2. Valeurs appliquées aux paramètres du modèle de rendement par recrue pour décrire la population du lac Saint-Pierre et la soumettre à différentes conditions de recrutement et d'exploitation.

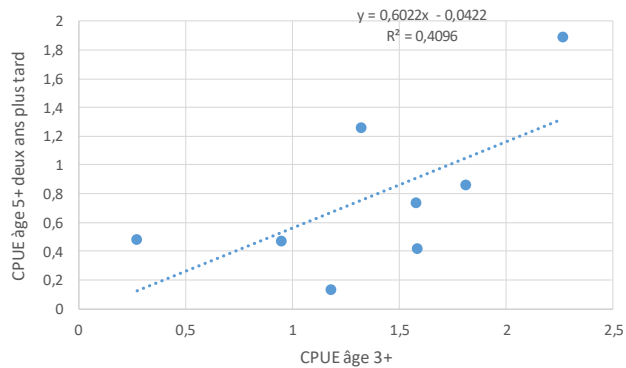
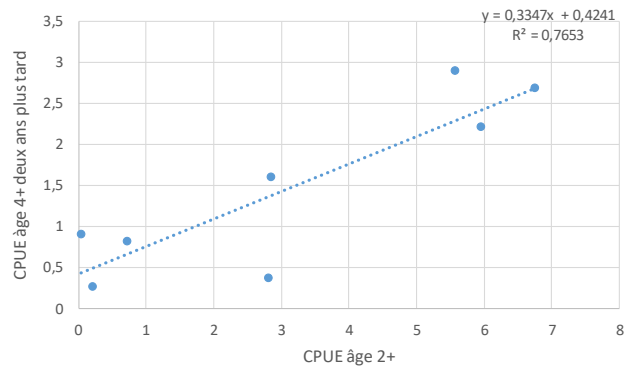
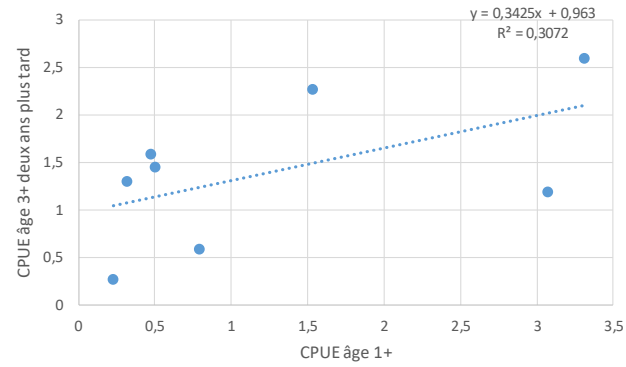
Paramètres	Source	Remarques
Relations longueur totale–âge Exercice de validation du modèle pour la période 2016-2021	Relations établies à partir des échantillonnages du RSI dans le lac Saint-Pierre en 2016.	Femelles ($R^2 = 0,82$; $n = 312$) $\log_{10} Lt = 0,371 \log_{10} \text{Âge} + 2,081$ Mâles ($R^2 = 0,89$; $n = 154$) $\log_{10} Lt = 0,343 \log_{10} \text{Âge} + 2,043$
Relations longueur totale–âge Exercice de prédiction de l'évolution de la population sous différentes conditions de recrutement et d'exploitation 2022-2034	Relations établies à partir des échantillonnages du RSI dans le lac Saint-Pierre en 2021.	Femelles ($R^2 = 0,83$; $n = 267$) $\log_{10} Lt = 0,379 \log_{10} \text{Âge} + 2,062$ Mâles ($R^2 = 0,84$; $n = 156$) $\log_{10} Lt = 0,339 \log_{10} \text{Âge} + 2,048$
Répartition saisonnière de la croissance en longueur	Selon Fortin et Magnin (1972) pour le lac Saint-Louis.	Croissance annuelle complétée à 0 % en avril, à 10 % en mai, à 30 % en juin, à 65 % en juillet, à 90 % en août et à 100 % en septembre
Relations poids–longueur totale Exercice de validation du modèle pour la période 2016-2021	Relations établies à partir des pêches du RSI dans le lac Saint-Pierre en 2016.	Femelles ($R^2 = 0,99$; $n = 312$) $\log_{10} P = 3,241 \log_{10} Lt_{\text{tot}} - 5,438$ Mâles ($R^2 = 0,99$; $n = 154$) $\log_{10} P = 3,258 \log_{10} Lt_{\text{tot}} - 5,453$
Relations poids–longueur totale Exercice de prédiction de l'évolution de la population sous différentes conditions de recrutement et d'exploitation 2022-2034	Relations établies à partir des pêches du RSI dans le lac Saint-Pierre en 2021.	Femelles ($R^2 = 0,99$; $n = 427$) $\log_{10} P = 3,160 \log_{10} Lt_{\text{tot}} - 5,249$ Mâles ($R^2 = 0,99$; $n = 253$) $\log_{10} P = 3,164 \log_{10} Lt_{\text{tot}} - 5,255$
Maturité sexuelle des femelles	Proportion de femelles sexuellement matures par groupe d'âge dans les échantillons du RSI de 2016 pour la validation et de 2021 pour les projections 2022-2034. Une femelle est considérée sexuellement mature si le niveau de développement de ses ovaires correspond à celui d'une femelle qui aurait frayé le printemps suivant.	2016 : 81,5 % à 3 ans, 97,5 % à 4 ans et 89,0 % à 5 ans et plus. 2021 : 66,7 % à 3 ans, 69,8 % à 4 ans et 89,6 % à 5 ans et plus.
Mortalité naturelle	Valeur moyenne des taux annuels de mortalité naturelle mesurés par la courbe de captures (Ricker, 1980) des perchaudes de 4 à 12 ans dans les échantillons du RSI de 2019 ($v = 0,39$) et 2021 ($v = 0,41$).	Le taux annuel de mortalité naturelle (v) = 0,4 correspond à un taux instantané de (M) = 0,511. Ce taux instantané de mortalité naturelle est réparti également entre chaque mois de l'année.
Mortalité par la pêche	Quatre scénarios d'exploitation ont été testés : 1. Sans exploitation. 2. Pêche sportive hivernale de faible prélèvement ($u = 0,1$). 3. Pêche sportive hivernale ($u = 0,2$).	$F = 0,139$ pour chacune des deux pêcheries pour $u = 0,1$ et $F = 0,305$ pour $u = 0,2$.

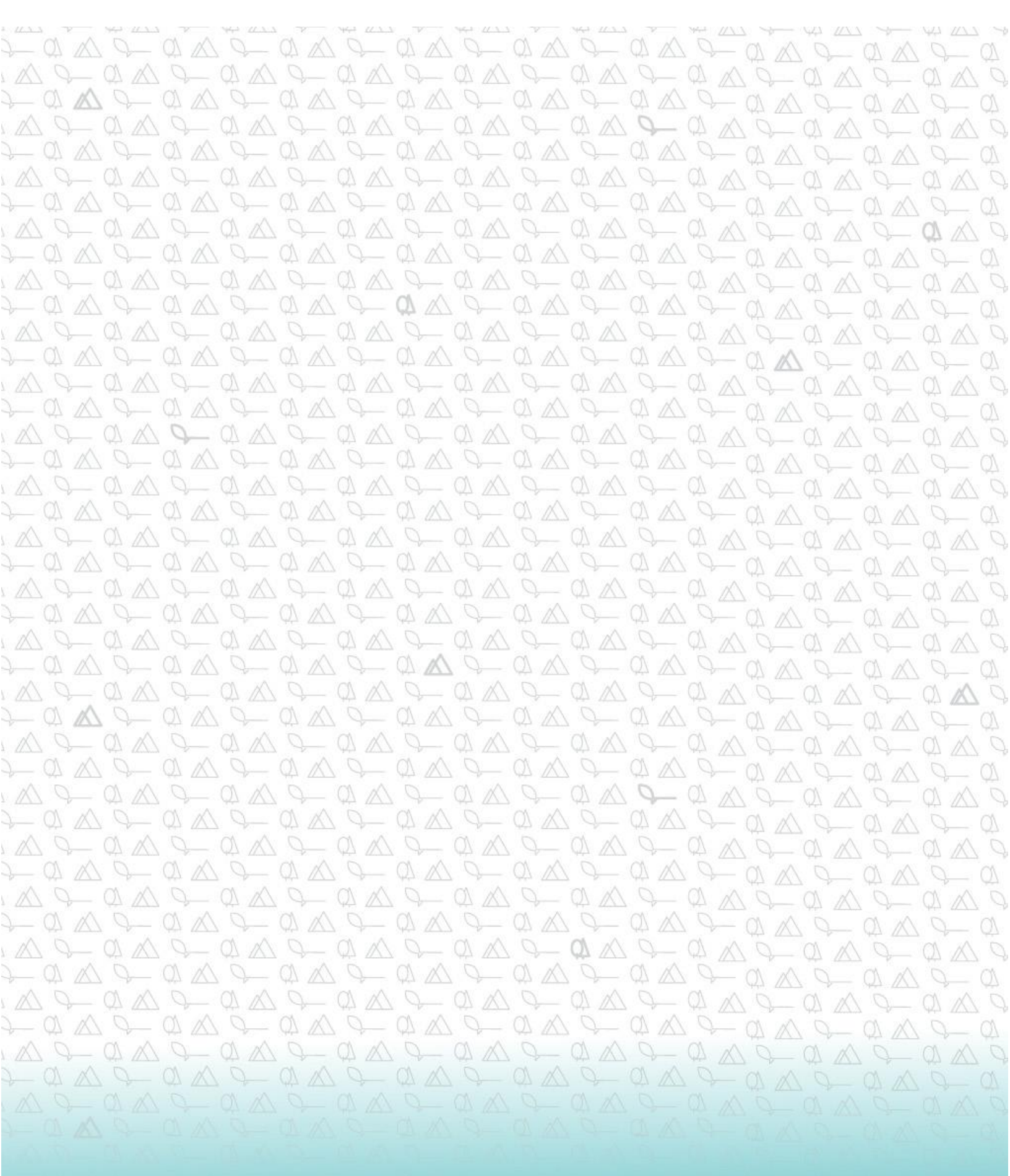
	<p>4. Pêche sportive hivernale de faible prélèvement combinée à une pêche commerciale en mai ($u_{tot} = 0,1$ pour chacune des pêcheries).</p> <p>Ces taux d'exploitation ont été retenus pour maintenir le taux annuel de mortalité totale (A) sous la valeur de 0,6. La taille minimale permise est de 190 mm, telle qu'elle a été appliquée aux deux types d'exploitation de 2000 à 2012.</p> <p>Pour l'exercice de validation, l'exploitation a été appliquée à partir de l'hiver 2018 pour la pêche sportive et de mai 2017 pour la pêche commerciale aux verveux. Pour les projections 2022-2034, l'exploitation a été appliquée à partir de l'hiver 2023 pour la pêche sportive et de mai 2022 pour la pêche commerciale aux verveux.</p>	
<p>Abondance relative initiale Perchaudes d'âges 3+ à 13+</p>	<p>L'abondance relative initiale de chaque groupe d'âge en octobre correspond aux captures par unité d'effort (CPUE) de chacun de ceux-ci lors des campagnes d'échantillonnage du RSI de 2016 (validation) et de 2021 (projections).</p>	<p>Ces CPUE sont présentées à l'annexe 3.</p>
<p>Recrutement annuel Exprimé en fonction des CPUE des poissons d'âge 3+ en octobre</p>	<p>Représenté par la valeur moyenne des CPUE des poissons d'âge 3+ en octobre dans les échantillons du RSI de 2016, 2019 et 2021 pour la validation. Ces CPUE sont présentées à l'annexe 3. Pour les projections de 2022 à 2034, différents scénarios de recrutement ont été testés, soit la valeur moyenne des CPUE d'âge 3+ de 2019 et 2021 ainsi que deux, trois, quatre et cinq fois cette valeur (scénarios R 2019-2021, R 2019-2021 × 2, R 2019-2021 × 3, R 2019-2021 × 4 et R 2019-2021 × 5).</p>	<p>Ces CPUE sont présentées à l'annexe 3.</p>

Annexe 3. Valeurs moyennes des captures par unité d'effort (CPUE) des perchaudes d'âge 3+ à 11+ lors des campagnes d'échantillonnage du RSI de 2016, 2019 et 2021. Les nombres de stations échantillonnées ont été de 41, 41 et 114 respectivement.

Groupe d'âge	Campagnes d'échantillonnage du RSI					
	2016		2019		2021	
	(n ^{bre} moyen/station)		(n ^{bre} moyen/station)		(n ^{bre} moyen/station)	
	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle
3+	1,779	0,903	0,790	0,357	1,094	0,599
4+	1,964	0,621	1,327	0,332	0,402	0,159
5+	0,620	0,258	0,268	0,146	0,541	0,354
6+	1,520	0,456	0,439	0,049	0,443	0,163
7+	0,114	0,057	0,293	0,122	0,105	0,044
8+	0,024	0	0,122	0,049	0,103	0,037
9+	0,268	0,073	0,146	0,073	0,149	0,026
10+	0	0,024	0,049	0,024	0,009	0,009
11+	0	0,024	0	0,024	0,044	0,009

Annexe 4. Relation entre les captures moyennes par station-jour (CPUE) des perchaudes âgées entre 1 et 3 ans et celles des mêmes cohortes mesurées deux ans plus tard au lac Saint-Pierre (rives nord et rive sud considérées séparément) de 2002 à 2021.





**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec 