

**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**

Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie

Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie
Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec

RAPPORT TECHNIQUE 16-19

**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**

Document présenté au

Comité aviseur sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre
(CAGPLSP)

par

Pierre Dumont
et
Yves Mailhot

Société de la faune et des parcs du Québec

Mai 2004

Référence à citer

Dumont, P. et Y. Mailhot. 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.

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004.
ISBN : 2-550-42689-4
ISSN : 1704-7064

Résumé

Un modèle de rendement par recrue a été élaboré pour reproduire les conditions de dynamique de population, halieutiques et réglementaires qui, pour la plupart, ont prévalu au cours des dernières années dans les pêcheries sportives (eau libre et sous la glace) et commerciale de la perchaude du lac Saint-Pierre. L'incertitude liée au fait que la mortalité naturelle ne peut être évaluée avec précision a été prise en compte en effectuant les mêmes simulations et calculs avec deux taux annuels de mortalité naturelle qui délimitent bien la fourchette des valeurs supérieures applicables à une population de perchaude du bassin du fleuve Saint-Laurent. Le modèle permet une meilleure compréhension de la dynamique du stock du lac Saint-Pierre et les simulations démontrent que ce stock dispose de la capacité d'accroître son abondance ainsi que celle de son segment reproducteur si la mortalité par pêche est réduite significativement. La relation entre le taux de réduction de la mortalité par la pêche et les indicateurs de performance retenus (abondance du stock et du stock reproducteur, étalement de la structure en âge) est exponentielle. Les effets les plus nets se manifestent sur ces indicateurs lorsque la réduction du taux de mortalité par la pêche est au moins supérieure à 60 % et même davantage.

Abstract

A yield per recruit model has been built to reproduce the dynamics, fisheries and regulation conditions pertaining during the last few years to the Lake Saint-Pierre yellow perch sport (ice and open water) and commercial fisheries. Uncertainty related to the fact that natural mortality cannot be estimated with accuracy in Lake Saint-Pierre has been taken into account by resuming simulations with two values of the annual natural mortality rate representative of the upper range observed for yellow perch populations of the Lawrence system. The model allows a better understanding of the dynamics of the Lake Saint-Pierre stock and simulations show that it has the capacity to increase its abundance and the abundance of the spawners stock if the fishing mortality rate is decreased significantly. The relation between the level of reduction of the fishing mortality rate and the selected indicators (stock of perch of at least age 2 and spawners stock abundance, age structure spreading) is exponential. Major effects on these indicators are observed when the reduction is at least higher than 60 % and even more.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé.....	iii
Abstract.....	iii
Table des matières.....	v
Liste de tableaux.....	vi
Liste des annexes.....	vi
Liste des figures.....	vi
Introduction.....	1
1. MÉTHODOLOGIE.....	1
1.1. Modèle utilisé.....	1
1.2. Source des données.....	2
1.3. Calibration du modèle.....	2
1.4. Effet de la mortalité naturelle.....	2
1.5. Validation.....	3
1.6. Limites de l'approche.....	3
2. RÉSULTATS.....	4
2.1. Abondance du stock.....	4
2.2. Stock reproducteur.....	4
2.3. Récolte commerciale.....	5
2.4. Récolte sportive.....	5
2.5. Poids moyen des prises commerciales.....	5
2.6. Poids moyen des prises sportives.....	5
2.7. Structure en âge du stock de perchaudes de deux ans et plus.....	5
2.8. Structure en âge de la récolte.....	5
2.9. Contribution des perchaudes de plus de cinq ans au stock et à la récolte.....	6
2.10. Influence de la mortalité naturelle sur les résultats des simulations.....	6
Conclusion.....	10
Remerciements.....	11
Références.....	12

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1.	Comparaison des valeurs observées du taux annuel de mortalité totale (perchaudes de deux ans et plus), des débarquements et du poids moyen des prises des trois pêcheries avec les valeurs prédites par le modèle pour deux scénarios de mortalité naturelle.	3
------------	--	---

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1.	Valeurs de départ des paramètres du modèle de rendement par recrue pour décrire l'exploitation de la perchaude du lac Saint-Pierre.....	14
Annexe 2.	Effet d'une réduction de la mortalité par la pêche variant de 10 à 100 % sur l'abondance et la structure de la population de perchaudes du lac Saint-Pierre ainsi que sur la récolte dans le cas où le taux instantané de mortalité naturelle $M=0,48$	16
Annexe 3.	Effet d'une réduction de la mortalité par la pêche variant de 10 à 100 % sur l'abondance et la structure de la population de perchaudes du lac Saint-Pierre ainsi que sur la récolte dans le cas où le taux instantané de mortalité naturelle $M=0,39$	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Évolution de différentes caractéristiques de la population simulée et de la récolte commerciale et sportive en fonction de différents scénarios de réduction de la mortalité par la pêche.....	7
Figure 2.	Répartition en âge des perchaudes de deux ans et plus dans la population simulée en fonction de différents scénarios de réduction de la mortalité par la pêche.....	8
Figure 3.	Répartition en âge des perchaudes de deux ans et plus dans la récolte commerciale et sportive en fonction de différents scénarios de réduction de la mortalité par la pêche.	9

Introduction

Le présent document vise, à partir d'un modèle de rendement par recrue, à simuler l'effet d'une réduction de la mortalité par la pêche sur les stocks de perchaudes (*Perca flavescens*) du lac Saint-Pierre et sur l'exploitation sportive et commerciale qui en est faite. Le modèle a été élaboré et calibré pour reproduire les conditions de dynamique de population (croissance, maturité sexuelle, mortalité naturelle), halieutiques (débarquements, mortalité par la pêche) et réglementaires (saisons, limites de taille) qui, pour la plupart, ont été observées ou ont prévalu au cours des années 2002 et 2003. Il a été réalisé à la demande du Comité consultatif pour la gestion des stocks de poisson du lac Saint-Pierre.

Plus précisément, l'objectif de ce travail est de prédire l'effet d'une réduction de 10, 20, 30, 50, 75, et 100 % de la mortalité liée à l'exploitation sportive et commerciale sur :

- la biomasse et l'effectif du stock exploitable (soit les perchaudes de deux ans et plus au début de chaque saison de pêche en avril);
- la biomasse du stock reproducteur (représentée par la biomasse de femelles matures au début d'avril);
- les débarquements à la pêche commerciale et sportive (en eau libre et sous la glace);
- la structure en âge de la population exploitable, de la récolte commerciale et de la récolte sportive (pour les perchaudes de 2 à 10 ans).

1. Méthodologie

1.1. **Modèle utilisé**

La modélisation a été faite à l'aide du modèle de rendement par recrue de Ricker (1975) pour une pêcherie de type 2, où pêche et mortalité naturelle agissent simultanément. Compte tenu des différences de taux de croissance entre les perchaudes mâles et femelles du lac Saint-Pierre (Guénette et al. 1994), les calculs ont été effectués par sexe et les résultats, cumulés par la suite. Bien qu'il existe plusieurs populations de perchaudes dans ce lac, l'exercice n'est effectué que pour une population, qui a les caractéristiques biologiques moyennes des perchaudes des secteurs nord et sud. En effet, compte tenu du niveau de résolution de l'approche utilisée, les faibles différences observées entre les groupements vivant de part et d'autre du canal de navigation ne justifient pas de doubler les calculs. Tous ces calculs ont été faits sur chiffrier Excel.

Le modèle s'applique aux poissons âgés de 2 à 10 ans. C'est à partir de 2 ans que les perchaudes du lac Saint-Pierre atteignent une taille qui les rend susceptibles d'être capturées. Les calculs sont effectués jusqu'à ce que les perchaudes atteignent l'âge de 10 ans. Nous avons dû imposer cette limite, car les données biologiques (de croissance par exemple) sur des perchaudes plus âgées sont rares ou inexistantes pour le lac Saint-Pierre.

1.2. Source des données

A l'exception de la mortalité naturelle et de la répartition saisonnière de la croissance annuelle, toutes les données utilisées ont été mesurées sur un ou plusieurs des groupements du lac Saint-Pierre. La liste des paramètres utilisés dans le modèle, les valeurs retenues pour ces paramètres ainsi que l'origine de ces valeurs figurent à l'annexe 1. Ces valeurs sont le résultat de mesures récentes (ex. relations poids-longueurs) ou des moyennes de plusieurs années d'observation (ex : croissance en longueur ou mortalité totale).

1.3. Calibration du modèle

Le modèle a été élaboré en plusieurs étapes. La mortalité par la pêche a d'abord été partagée entre les différentes pêcheries, en tenant compte de la répartition de la récolte en 2003 entre les pêcheries commerciale (64 tonnes; Magnan et al. 2004) et sportives sous la glace (14,5 tonnes; Mailhot et Legault 2003) et en eau libre (7,5 tonnes; FAPAQ, estimation préliminaire). Des ajustements fins des différents taux instantanés de mortalité générés par les trois pêcheries ont par la suite été apportés pour rendre compte avec précision du partage de la récolte entre elles. Après cette étape de calibration du modèle, la biomasse de recrue de départ (généralement 1 tonne dans les modèles de rendement par recrue) a été ajustée par règle de trois pour ramener la valeur des estimations de débarquement à l'échelle de ce qui a été observé au lac Saint-Pierre. Cette dernière étape ne modifie en rien les résultats obtenus sur les effets des différents scénarios de réduction, puisqu'elle préserve les proportions observées dans la contribution des captures des trois pêcheries aux débarquements totaux (64 t : 14,5 t : 7,5 t), mais elle rend plus facile l'interprétation de ces résultats.

1.4. Effet de la mortalité naturelle

Le fait que la mortalité naturelle n'ait pas été mesurée pour la perchaude du lac Saint-Pierre induit de l'incertitude dans l'exercice. Nous avons donc choisi de répéter la simulation avec deux valeurs du taux instantané de mortalité naturelle (Annexe 1) :

- $M=0,48$: cette valeur est celle qui est calculée à partir de l'équation empirique de Pauly, qui tient compte de la courbe de croissance de la perchaude du lac Saint-Pierre et des caractéristiques thermiques de ce plan d'eau; c'est la valeur proposée par Magnan (2002).
- $M=0,39$: il s'agit de la valeur maximale mesurée par Dumont (1996) pour la perchaude du lac Saint-Louis à la fin des années 1990, la valeur minimale étant $M=0,28$. Fortin et Magnin (1972a) ont, quant à eux, mesuré $M=0,42$ pour la perchaude de ce lac à la fin des années 1960 et Belore et al. (2003) ont appliqué récemment $M=0,40$ pour la perchaude du lac Érié.

Fait à signaler, dans le modèle, ces valeurs de taux de mortalité naturelle sont appliquées à des perchaudes de deux ans et plus, ayant atteint des tailles qui sont peu vulnérables à la prédation par le cormoran (VandeValk et al. 2002; Cadotte et al. 2003). À partir de cet âge, la mortalité naturelle est donc actuellement peu influencée par l'accroissement récent des effectifs de cormoran au lac Saint-Pierre. En outre, cet exercice de simulation visant essentiellement à comparer les effets de différents scénarios de réduction sur la population et sur les différentes pêcheries, le biais qui pourrait résulter d'une sous-estimation de la mortalité naturelle à deux ans est le même pour tous les scénarios.

1.5. Validation

La structure en âge du stock prédite par le modèle reproduit fidèlement les conditions de mortalité totale qui ont été imposées au départ (Tableau 1). De même, le modèle prédit avec une grande précision les débarquements déclarés ou estimés à la pêche commerciale et sportive pour l'année 2003. Dans le cas des poids moyens des perchaudes récoltées, les écarts sont inférieurs à 7% à la pêche sportive et de l'ordre de 20% à la pêche commerciale (Tableau 1, Annexes 2 et 3). Cette plus grande différence pourrait être liée aux variations de la force des cohortes dans les populations du lac Saint-Pierre, fluctuations qui ne sont pas prises en compte par le modèle et qui influencent davantage la pêcherie commerciale que la pêcherie sportive. En effet, en raison d'une limite de taille plus élevée, la pêche commerciale repose sur un plus petit nombre de groupes d'âge bien représentés.

	Déclaré ou mesuré	Simulé	
		M=0,48	M=0,39
Mortalité totale (%)			
• âges 3 et plus	74	73,1	73,6
Débarquements (tonnes)			
• commerciaux	64	64	64,1
• sportifs (sous la glace)	14,5	14,4	14,5
• sportifs (eau libre)	7,5	7,6	7,5
Poids moyen des captures (g)			
• commerciaux	109	131	130
• sportifs (sous la glace)	95	90	90
• sportifs (eau libre)	86	92	92

Tableau 1. Comparaison des valeurs observées du taux annuel de mortalité totale (perchaudes de deux ans et plus), des débarquements et du poids moyen des prises des trois pêcheries avec les valeurs prédites par le modèle pour deux scénarios de mortalité naturelle.

1.6. Limites de l'approche

Ce modèle de rendement par recrue permet de comparer l'effet de différents scénarios de mortalité liée à l'exploitation par la pêche sur la population et sur les différentes pêcheries. Il ne tient cependant pas compte de l'influence des variations inter-annuelles des facteurs environnementaux (climatiques et hydrologiques) sur la population, au niveau de la force des cohortes et de la croissance, ou sur l'exploitation, au niveau des conditions de pratique de la pêche, par exemple. La structure de ce modèle impose un recrutement constant, recrutement qui, dans la pêcherie du lac Saint-Pierre s'amorce à l'âge 2. En l'absence d'une relation connue pour la perchaude de ce lac entre le stock parental et le stock de recrue, nous ne pouvons évaluer l'effet des variations du stock parental sur l'abondance des recrues. Signalons cependant qu'une telle relation, dont la caractérisation nécessite une longue série temporelle de données, a été mise en évidence pour quelques populations de perchaudes et de perches (*Perca fluviatilis*). Dans chaque cas, les facteurs environnementaux exercent une influence majeure sur le lien qui existe entre le stock parental et sa progéniture (Le Cren 1987, Henderson et Nepszy 1988, Belore et al.

2003). En d'autres mots, une baisse ou une hausse du stock parental peut se traduire par une baisse ou une hausse du nombre de recrues, mais ces liens peuvent être amplifiés par des facteurs environnementaux favorables ou compromis par des facteurs adverses.

Les changements prédits par le modèle sont donc représentatifs d'une situation moyenne. Comme le temps de génération de la perchaude est supérieur à cinq ans, ils doivent être vus comme représentant ce à quoi ressembleraient les populations de perchaude du lac Saint-Pierre dans 5 à 7 ans pour chaque scénario de réduction de la mortalité par la pêche. Si des conditions plus restrictives de l'exploitation sont appliquées, à l'image de ce qui est fait dans cet exercice de simulation, les changements prédits ne s'effectueront pas d'un seul coup à la fin de la période, mais progressivement, au fur et à mesure que les nouvelles cohortes feront leur apparition dans la pêcherie, et, à un degré moindre, que les cohortes déjà présentes seront soumises à des taux de prélèvement plus faibles.

2. Résultats

Les résultats des simulations avec $M=0,48$ sont présentés aux figures 1 à 3, décrits ci-après et détaillés à l'annexe 2. Ceux obtenus avec $M=0,39$ apparaissent à l'annexe 3. Ils sont traités sommairement à la section 2.10.

2.1. Abondance du stock

La biomasse du stock de perchaudes de deux ans et plus dans le lac Saint-Pierre, de l'ordre de 245 tonnes, augmente de 5 % pour une réduction de la mortalité par la pêche de 10 % (Figure 1). Pour des réductions de 30, 50 et 75 %, les gains sont de 18, 35 et 66 %. En cas de fermeture complète, le stock a plus que doublé sa biomasse.

L'effectif de la population augmente de façon moins importante, passant de 4,3 millions de perchaudes à 4,4 millions en situation de réduction de la mortalité de 10 %, à 4,6 millions si cette réduction est de 30 %, à 4,8 millions si elle est de 50 % et à 5,3 millions si elle est de 75 %. Elle atteint 5,9 millions en cas de fermeture complète, soit une augmentation de 37 % par rapport au scénario initial.

2.2. Stock reproducteur

Le stock reproducteur s'accroît de façon très importante à mesure que le taux de réduction de la mortalité par la pêche augmente (Figure 1). Au départ à 65 tonnes, il atteint 89 tonnes pour une réduction de 30 %, 114 tonnes pour une réduction de 50 %, 161 tonnes pour une réduction de 75 % et 239 tonnes en cas de fermeture. Il s'agit d'augmentations respectives de l'ordre de 40, 75, 250 et 370 %. En termes d'effectifs, la population de femelles reproductrices augmente de 40 % pour une réduction de la mortalité de 50 % et est plus que doublée en cas de fermeture complète.

2.3. Récolte commerciale

La récolte commerciale est peu sensible (baisse de moins de 5 tonnes sur 64) à une réduction de la mortalité par la pêche inférieure à 30 % (Figure 1). Elle diminue de 12 et 29 tonnes en cas de réduction de la mortalité par la pêche de 50 et 75 %.

2.4. Récolte sportive

En eau libre comme sous la glace, les pêcheries sportives, telles que pratiquées, sont plus sensibles aux différents scénarios de réduction (Figure 1). Sur les 22 tonnes initiales, la diminution des débarquements est de l'ordre 15 % (3,3 tonnes) pour une réduction de la mortalité de 30 %, de 30 % (6,5 tonnes) pour une réduction de 50 % et de 56 % (9,6 tonnes) pour une réduction de 75 %. L'effet est pratiquement le même pour la pêche en eau libre et sous la glace.

2.5. Poids moyen des prises commerciales

Le poids moyen des prises commerciales croît de façon proportionnellement plus élevée à mesure que la mortalité par la pêche est réduite (Figure 1). Il s'accroît d'à peine 2 % (3 g) pour une réduction de mortalité de 10 % alors que cet accroissement est de 14 % pour une réduction de 50 % et de 23 % pour une réduction de 75 %. Cela tient à la croissance exponentielle du poids d'une perchaude à mesure qu'elle avance en âge (et qu'elle s'allonge). Cette caractéristique de la croissance en poids des perchaudes du lac Saint-Pierre atténue l'effet des réductions de la mortalité par la pêche sur les débarquements commerciaux.

2.6. Poids moyen des prises sportives

L'augmentation du poids moyen des prises est proportionnellement plus faible qu'à la pêche commerciale, qui repose, en raison d'une limite de taille plus élevée, sur des poissons de plus grande taille (Figure 1). C'est ce qui explique que les différents scénarios de réduction ont un effet relatif plus élevé sur la pêche sportive.

2.7. Structure en âge du stock de perchaudes de deux ans et plus

Le nombre de groupes d'âge représentés de façon perceptible dans la population simulée augmente très lentement passant de cinq à six avec une réduction de 50 %, à huit avec une réduction de 75 % et à au moins neuf en cas de fermeture complète (Figure 2).

2.8. Structure en âge de la récolte

Dans la population simulée, seules les perchaudes de trois ans et plus sont exploitées. Elles le sont en plus grande proportion par la pêche sportive, en raison de la limite de taille plus basse. L'étalement des différentes pêcheries sur un plus grand nombre de groupes d'âge suit à peu de chose près la même évolution que le stock disponible, au fur et à mesure que la mortalité par la pêche est réduite (Figure 3).

2.9. Contribution des perchaudes de plus de cinq ans au stock et à la récolte

À mesure qu'une réduction de la mortalité par la pêche est appliquée, jusqu'à concurrence de 75 %, cette contribution est multipliée par 6 par rapport à la situation initiale pour le stock disponible et pour la récolte commerciale et par 4,5 pour la récolte sportive (Figure 1). Cette proportion peut être vue comme un bon indice de la qualité du stock reproducteur, laquelle augmente en fonction du nombre de groupes d'âge de géniteurs présents (Heyer et al. 2001). Elle est également le reflet de la qualité de la pêche, puisque celle-ci s'accroît avec la taille des prises (Anderson et Neumann 1996). A six ans, les perchaudes mâles mesurent en moyenne 220 mm et les femelles, 260 mm.

2.10. Influence de la mortalité naturelle sur les résultats des simulations

L'annexe 3 présente les résultats des simulations pour un taux de mortalité naturelle plus faible ($M=0,39$), plus près de ce qui a été observé au lac Saint-Louis ou rapporté pour le lac Érié. Nous ne discuterons pas en détail ces résultats. Signalons cependant que si la population de perchaudes du lac Saint-Pierre était exposée à une mortalité naturelle plus faible, les effets positifs des différents scénarios de réduction de la mortalité par la pêche sur la population en place seraient proportionnellement plus importants et ils mettraient vraisemblablement moins de temps à se manifester de façon significative. Pour les mêmes scénarios, les baisses de débarquement seraient en outre proportionnellement plus faibles.

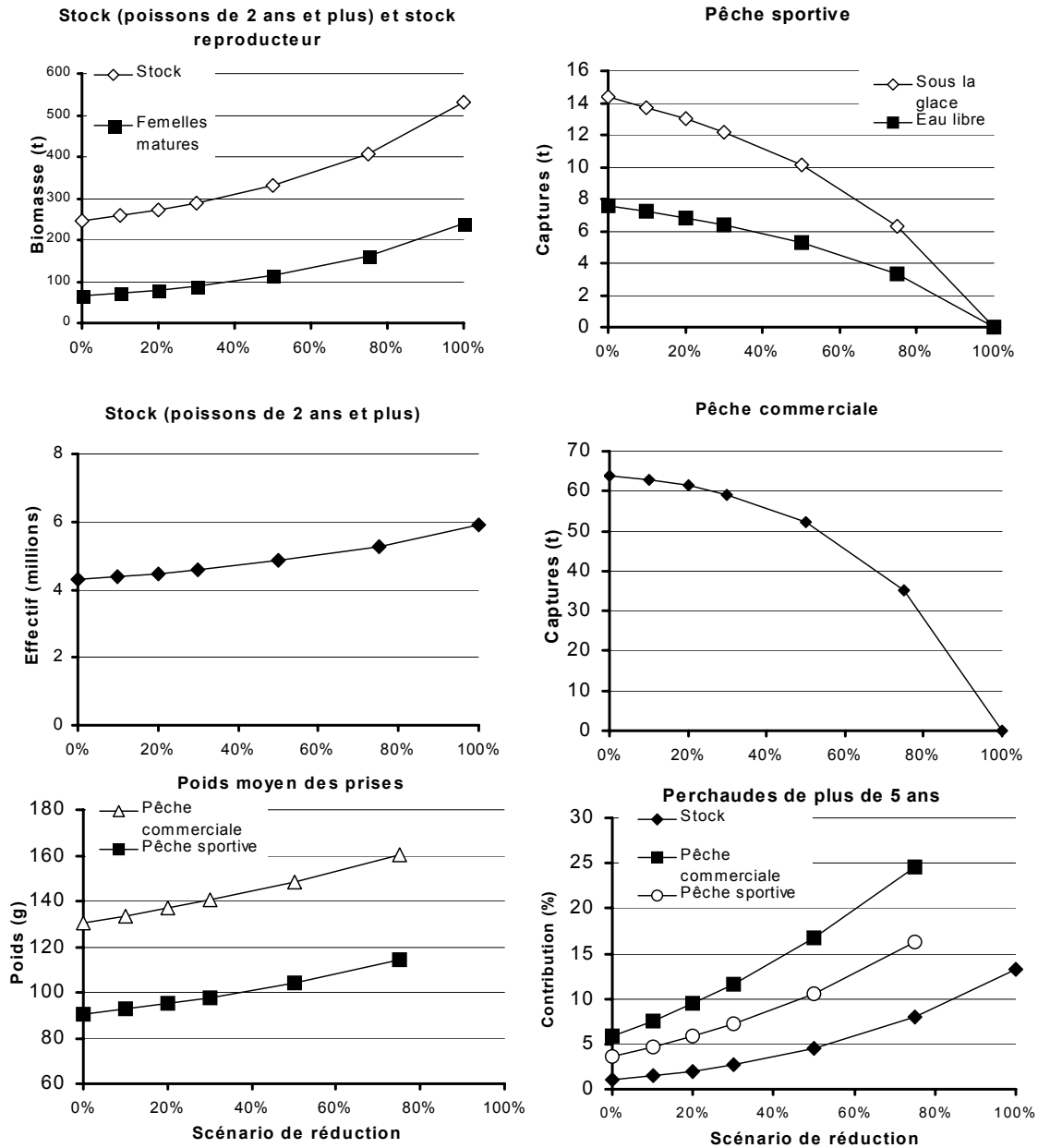


Figure 1. Évolution de différentes caractéristiques de la population simulée et de la récolte commerciale et sportive en fonction de différents scénarios de réduction de la mortalité par la pêche.

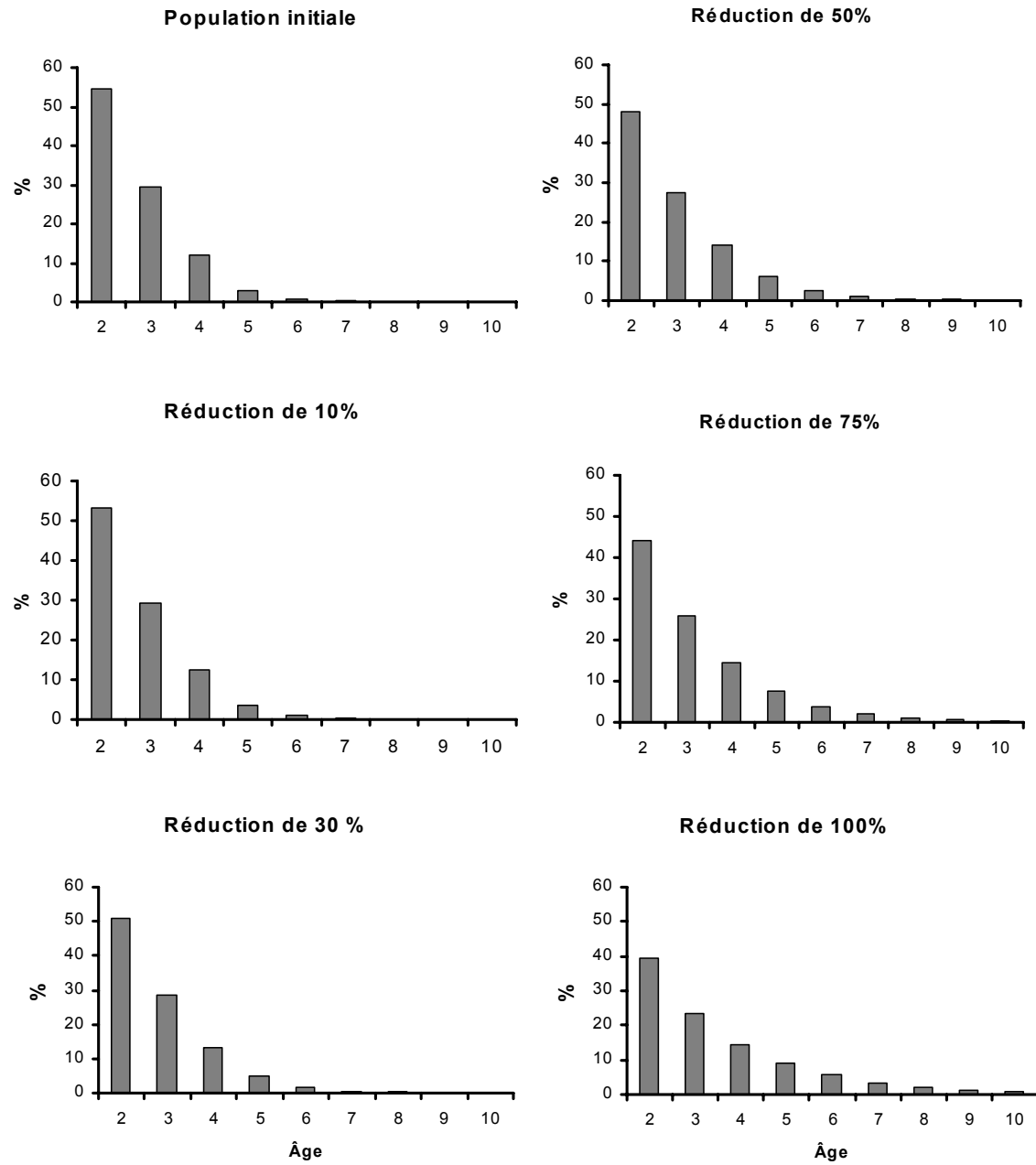


Figure 2. Répartition en âge des perchaudes de deux ans et plus dans la population simulée en fonction de différents scénarios de réduction de la mortalité par la pêche.

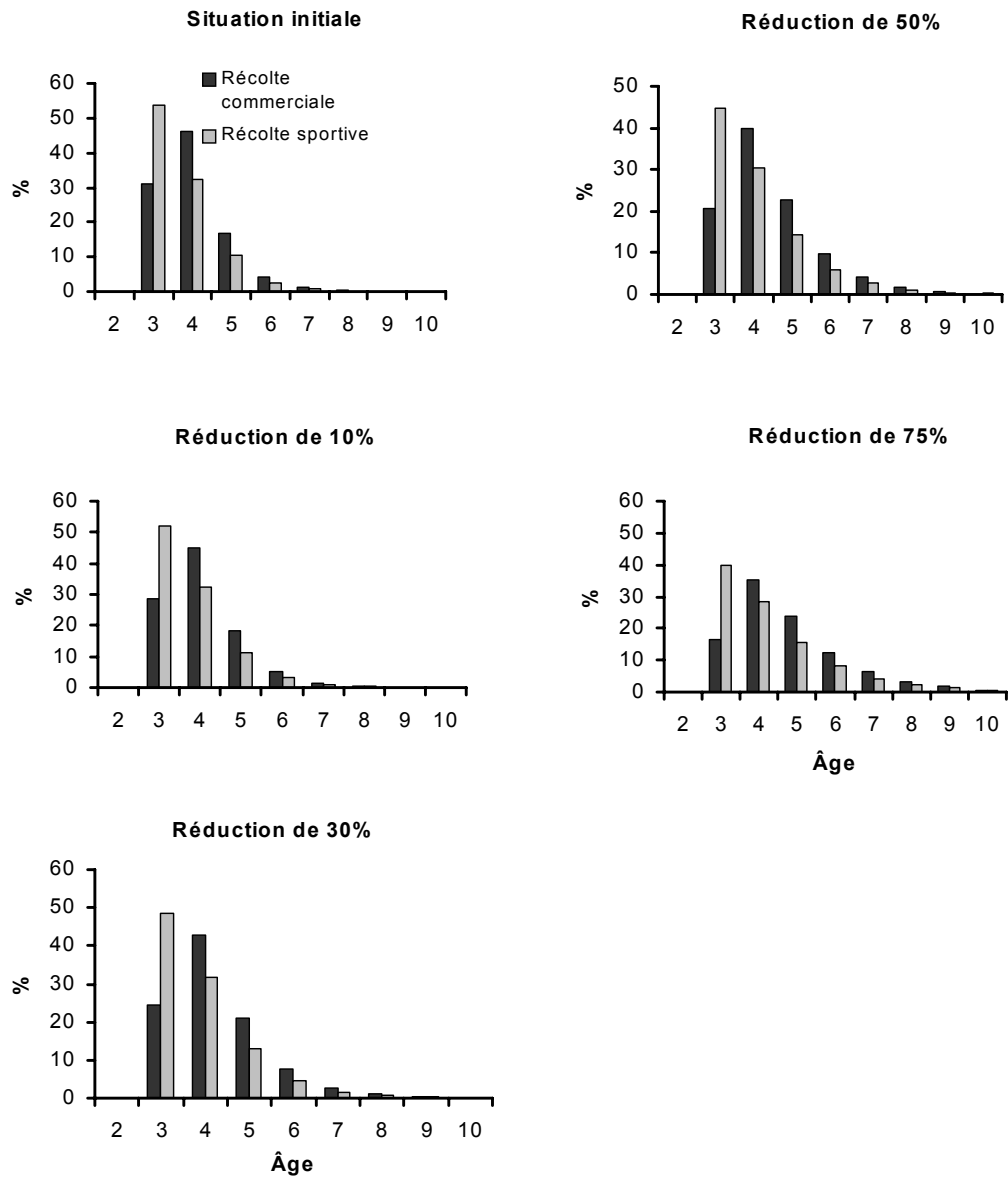


Figure 3. Répartition en âge des perchaudes de deux ans et plus dans la récolte commerciale et sportive en fonction de différents scénarios de réduction de la mortalité par la pêche.

Conclusion

Le modèle de rendement par recrue élaboré repose sur les conditions de dynamique de population, halieutiques et réglementaires qui, pour la plupart, ont prévalu au cours des dernières années. L'incertitude liée au fait que la mortalité naturelle ne peut être évaluée avec précision a été prise en compte en effectuant les mêmes simulations et calculs avec deux valeurs du taux annuel de mortalité naturelle qui délimitent bien la fourchette des valeurs supérieures applicables à une population de perchaudes du bassin du fleuve Saint-Laurent.

Pour les deux taux de mortalité naturelle utilisés, le modèle reproduit fidèlement les valeurs mesurées ou estimées du taux annuel de mortalité totale, de débarquement des pêcheries commerciales et sportives (eau libre et sous la glace) et de poids moyen des captures à la pêche sportive, telles qu'estimées pour la période de référence (2002-2003). La valeur prédite du poids moyen des débarquements commerciaux s'écarte davantage de la valeur observée (de 20 %), mais cet écart pourrait être lié aux variations de la force des cohortes dans les populations du lac Saint-Pierre. Ces dernières ne sont pas prises en compte par le modèle et elles influencent davantage la pêche commerciale que la pêche sportive, la pêche commerciale reposant sur un plus petit nombre de groupes d'âge, en raison d'une limite de taille plus élevée.

Le modèle permet une meilleure compréhension de la dynamique de la population du lac Saint-Pierre. Le taux annuel de mortalité par pêche est élevé : il correspond à 58 % lorsque la valeur maximale de mortalité naturelle est retenue ($M=0,48$) et à 62 % lorsqu'il s'agit de la valeur minimale ($M=0,39$). Le taux annuel de mortalité résultant de la pêche sportive est de l'ordre de 10 %, alors que les prélèvements qui lui sont associés représentent environ le quart des débarquements annuels totaux. Avec un taux annuel de mortalité cinq fois plus élevé (de l'ordre de 50 %), la pêche commerciale contrôle un peu moins des trois quarts des débarquements totaux. Cette plus forte influence de la pêche sportive, par rapport à sa contribution au taux annuel de mortalité, provient du fait que, en raison des limites de taille imposées, les perchaudes sont vulnérables à la pêche sportive environ un an avant qu'elles ne soient disponibles à la pêche commerciale.

La simulation démontre que la perchaude du lac Saint-Pierre dispose de la capacité d'accroître son abondance ainsi que celle de son stock reproducteur. De fait, l'abondance et la biomasse du stock (perchaudes de deux ans et plus) ainsi que la biomasse du stock reproducteur (femelles matures) augmentent de façon exponentielle à mesure que le taux de mortalité par pêche est abaissé. Ainsi, plus la réduction de la mortalité par pêche est importante, plus son effet est proportionnellement élevé, et plus particulièrement lorsque la réduction appliquée est supérieure à 60 %. C'est également à ce niveau de réduction que les récoltes sportives et commerciale initiales sont plus fortement abaissées. Ce constat s'applique non seulement aux indicateurs d'abondance, mais également à la structure de la population, que ce soit pour le poids moyen, pour la contribution des perchaudes de plus de cinq ans à la population comme aux différentes pêcheries ainsi que pour la répartition en âge de la population et de la récolte des différentes pêcheries, qui s'étale de plus en plus à mesure que la mortalité par la pêche est réduite.

Un plus grand nombre de cohortes (jusqu'à dix) est donc représenté dans la population en situation de faible taux de mortalité par la pêche. Ce constat était évidemment prévisible.

Cependant, ce n'est qu'au delà d'une réduction supérieure à 50 %, et même 75 %, que le phénomène se manifeste de façon nette et perceptible. Ce point est important tant en ce qui concerne la qualité du stock reproducteur que la qualité de la pêche. En effet, les populations très fortement exploitées où la pêche cible les individus à croissance rapide, comme cela est le cas d'une pêcherie au verveux telle que pratiquée au lac Saint-Pierre, sont davantage vulnérables à un effet de goulot phénotypique (*phenotypic bottleneck*) qui s'exerce sur le segment femelle. Les risques d'échec du recrutement peuvent donc s'accroître lorsque les conditions environnementales changent (Heyer et al. 2001). Ce risque peut être réduit si les mesures de gestion appliquées favorisent la présence au sein du segment reproducteur d'une structure en taille et en âge étalée. En effet, chez la perchaude, les caractéristiques des larves à l'éclosion sont liées à celles des femelles. Cet « effet maternel » (*maternal effect*) se traduit, par exemple, par la production de larves plus longues, avec des réserves vitellines plus faibles, par les femelles plus âgées par rapport à ce que produisent les femelles plus jeunes. Les larves plus longues profiteront davantage d'une période de production accélérée qui résulterait, par exemple, d'un réchauffement hâtif. En contrepartie, les larves plus petites, avec de meilleures réserves vitellines, survivront mieux à une disette prolongée qui serait associée à une période printanière de refroidissement (Heyer et al. 2001). Devant la complexité et la multiplicité des facteurs d'influence du recrutement, plusieurs auteurs estiment qu'une structure en âge étalée constitue la meilleure protection face aux fortes variations des facteurs environnementaux et aux fluctuations ou à l'échec du recrutement qui peuvent en résulter (Solemdal 1997, Secor 2000, Heyer et al. 2001).

Une telle structure en âge assure également la présence d'un plus grand nombre d'individus de grande taille dans la population et dans les captures, réduisant l'effort requis pour la manipulation et la transformation des captures à la pêche commerciale et augmentant la qualité de la pêche sportive. Pour les pêcheurs sportifs, la taille dite de qualité de la perchaude est de 200 mm et plus alors que la taille préférée est de 250 mm et plus (Gabelhouse 1984).

Remerciements

Par leur commentaires et suggestions, nos collègues du Comité aviseur sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre, M. Pierre Magnan, de l'Université du Québec à Trois-Rivières, ainsi que M^{me} Louise Therrien et M. Francis Coulombe, du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, ont contribué à l'élaboration de la version finale du modèle, au choix des indicateurs et à l'interprétation des résultats des simulations. M^{me} Brigitte Véro a procédé à la mise en page et à l'édition finale du document.

Références

- Anderson, R. O. et R. M. Neumann. 1996. Length, weight and associated structural indices. P. 447–482. *In*. Fisheries techniques. Second edition. B. R. Murphy et D. W. Willis (eds). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 732 p.
- 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 Lake Fishery Commission, Lake Erie Committee, Standing Technical Committee.
- Cadotte, A., P. Dombrowski, et J-C. Bourgeois. 2003. Détermination du régime alimentaire du cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*) au lac Saint-Pierre. Résultats d'étude 2002. Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec, Document présenté au Comité consultatif pour la gestion des stocks de poisson du lac Saint-Pierre.
- 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. 1997. Caractérisation des perchaudes de l'archipel et du lac Saint-Pierre. P. 131–139 dans Compte rendu du deuxième atelier sur les pêches commerciales tenu à Duchesney du 10 au 12 décembre 1996. Édité par Marcel Bernard et Conrad Groleau. Ministère de l'Environnement et de la Faune, février 1997.
- Fortin, R., et E. Magnin. 1972a. Dynamique d'un groupement de perchaudes, *Perca flavescens* (Mitchill) dans la Grande-Anse de l'Île Perrot. Nat. Can. 99 : 367-380.
- Fortin, R., et E. Magnin. 1972b. Croissance en longueur et en poids des perchaudes *Perca flavescens* de la Grande Anse de l'Île Perrot au lac Saint-Louis. J. Fish. Res. Board. 29: 517-523.
- Gabelhouse, D. W. 1984. A length-categorization system to assess fish stocks. North Am. J. Fish. Manage. 4 : 273-284
- 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. *J. Great Lakes Res.* 15 :317-326.
- Heyer, C. J., T. J. Miller, F. Binkowski, E. M. Caldarone, and J. Rice. 2000. Maternal effects as a recruitment mechanism in Lake Michigan yellow perch (*Perca flavescens*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 1477-1487.
- Le Cren, E.D. 1987. Perch (*Perca fluviatilis*) and pike (*Esox lucius*) in Windermere from 1940 to 1985 : studies in population dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 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 fraye de façon partielle ou totale. Chaire de recherche du Canada en écologie des eaux douces, Université du Québec à Trois-Rivières.
- Magnan, P., P. Dumont, Y. Mailhot, F. Coulombe et L. Therrien. 2004. État du stock de perchaude en 2003 et recommandations sur le niveau d'exploitation soutenable en 2004. Comité aviseur sur la gestion de la perchaude au lac Saint-Pierre.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations, Fisheries Research Board of Canada Bulletin 191.
- Secor, D. H. 2000. Spawning in the nick of time? Effect of adult demographics on spawning behaviour and recruitment in Chesapeake Bay striped bass. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 403-411.
- Solemndal, P. 1997. Maternal effects – a link between the past and the future. *J. Sea res.* 37: 213-227.
- VanDeValk, A. J., C. M. Adams, L. G. Rudstam, J. L. Forney, T. E. Brooking, M. A. Gerken, B. P. Young, and J. T. Hooper. 2002. Comparison of angler and cormorant harvest of walleye and yellow perch in Oneida Lake, New York. *Trans. Am. Fish. Soc.* 131 : 27-39.

Annexe 1. Valeurs de départ des paramètres du modèle de rendement par recrue pour décrire l'exploitation de la perchaude du lac Saint-Pierre.

Paramètre	Source	Remarques
Croissance en longueur	Guénette et al. (1994) : tableau 3. Données incluant l'âge 2; moyenne arithmétique des rives sud et nord; la longueur à l'âge 10 a été extrapolée	Moyennes rétrocalculées pour les années 1986-1991; meilleures données de croissance disponibles pour couvrir le plus grand nombre de groupes d'âge possible en début de saison de croissance.
Répartition saisonnière de la longueur	Selon Fortin et Magnin (1972) pour le lac Saint-Louis	Croissance annuelle complétée à 0% en avril, 10% en mai, 30% en juin, 65% en juillet, 90% en août et 100% en septembre
Relations poids-longueur	Calculées à partir des pêches du RSI dans le lac Saint-Pierre (2002)	Mâles : $\log_{10} P = 3,258 \log_{10} Lt - 5,453$ Femelles : $\log_{10} P = 3,241 \log_{10} Lt - 5,438$
Mortalité totale	$A=0,74$ (colligé par Magnan 2002), soit en taux instantané : $Z=1,352$	Moyenne observée de 1979 à 2001; pas de changement perceptible dans les résultats du RSI en 2002 et 2003 (Magnan et al. 2004). Correspond à un taux annuel de mortalité totale $A=74\%$.
Mortalité naturelle	Deux scénarios (en taux instantané): $M=0,48$ estimé d'après l'équation de Pauly (selon Magnan 2002 pour le lac Saint-Pierre) $M=0,39$ (mesuré au lac Saint-Louis selon Dumont 1996)	$M=0,48$ correspond à un taux conditionnel de mortalité naturelle $n=38,1\%$; pour $M=0,39$, $n=32,3\%$. La mortalité naturelle est répartie également sur toute l'année.
Mortalité par la pêche (totale)	Selon les scénarios (en taux instantané): $F=0,872$ ou $F=0,962$	$F=Z-M$; $F=0,872$ correspond à un taux conditionnel de mortalité par la pêche $m=58,2\%$; pour $F=0,962$, $m=61,8\%$. La mortalité par la pêche s'applique à partir de la taille minimale permise (190 mm à la pêche commerciale et 165 mm à la pêche sportive). Pour tenir compte des erreurs de sélection pour des tailles voisines de la taille minimale permise, les différents taux de mortalité instantanés ont été appliqués à 20% de leur valeur à la classe de taille précédant cette limite.

(Annexe 1 suite)

Mortalité par la pêche		
commerciale	Selon les scénarios (en taux instantané): $F_{com}=0,766$ ou $F_{com}=0,844$	Ces valeurs correspondent à des taux conditionnels de mortalité par la pêche commerciale de 53,5% et 57%. Elles ont été réparties par période en fonction des pourcentages suivants : 45% en avril, 13% en mai, 7% par mois de juin à novembre et 0% de décembre à mars.
sportive (hiver)	Selon les scénarios $F_{hiver}=0,073$ ou $F_{hiver}=0,08$	Ces valeurs correspondent à des taux conditionnels de mortalité par la pêche sportive sous la glace de 7% et 7,7%. Ces valeurs s'appliquent globalement à la période de janvier à mars.
sportive (eau libre)	Selon les scénarios $F_{eau\ libre}=0,033$ ou $F_{eau\ libre}=0,036$	Ces valeurs correspondent à des taux conditionnels de mortalité par la pêche sportive en eau libre de 3,25% et 3,6%. Elles ont été réparties par période en fonction des pourcentages suivants : 0% en avril, 10% en mai, 18% par mois de juin à octobre, 0% en novembre et décembre.
Biomasse initiale de recrues (perchaudes de 2 ans au 1 ^{er} avril)	Deux scénarios, en fonction des deux valeurs de M retenues. Cette biomasse est de 38,8 tonnes de poissons de chaque sexe pour $M=0,48$ et 32,8 tonnes pour $M=0,39$.	La biomasse de recrue de départ (généralement 1 tonne dans les modèles de rendement par recrue) a été ajustée pour ramener la valeur relative des estimations de débarquement à l'échelle de ce qui a été observé au lac Saint-Pierre. Cette procédure ne modifie pas les résultats obtenus sur les effets des différents scénarios de réduction, mais en rend l'interprétation plus facile.
Maturité sexuelle des femelles	Dumont et Mailhot (1997) pour le lac Saint-Pierre en 1995 (moyenne observée dans les secteurs nord et sud)	Atteinte progressive : 3,3% à 2 ans, 69,5% à 3 ans, 88% à 4 ans et 100% pour les 5 ans et plus. Ces valeurs sont voisines de celles rapportées par Guénette et al. (1994) pour les automnes 1986 et 1993.

Annexe 2. Effet d'une réduction de la mortalité par la pêche variant de 10 à 100 % sur l'abondance et la structure de la population de perchaudes du lac Saint-Pierre ainsi que sur la récolte dans le cas où le taux instantané de mortalité naturelle M=0,48.

Valeur simulée		Réduction de la mortalité par la pêche (taux conditionnel de mortalité par la pêche)						
		0% (58,2%)	10% (54,5%)	20% (50,2%)	30% (45,7%)	50% (35,3%)	75% (19,6%)	100% (0%)
Mortalité totale	stock (âge 3 et plus)	73,1%	69,9%	66,6%	63,2%	56,4%	47,4%	38,1%
Stock de perchaudes de 2 ans et plus au 1er avril	biomasse (t)	245,2	257,7	272,0	288,5	330,5	407,8	531,5
	effectif	4 291 282	4 380 856	4 479 399	4 588 625	4 847 868	5 280 035	5 900 942
Stock reproducteur (femelles) au 1er avril	biomasse (t)	64,7	71,6	79,7	89,2	113,9	161,0	239,1
	effectif	635 540	676 017	721 344	772 426	896 569	1 110 339	1 427 682
Récolte commerciale	biomasse (t)	64,0	62,9	61,3	59,1	52,1	35,0	0
	effectif	489 877	470 282	447 429	420 550	350 705	218 064	0
Récolte sportive hivernale	biomasse (t)	14,4	13,7	13,0	12,2	10,1	6,3	0
	effectif	160 112	149 412	137 937	125 605	97 902	55 611	0
Récolte sportive estivale	biomasse (t)	7,6	7,2	6,8	6,4	5,3	3,3	0
	effectif	82 347	76 730	70 745	64 349	50 074	28 413	0
Récolte sportive totale	biomasse (t)	21,9	20,9	19,8	18,6	15,4	9,6	0
	effectif	242 459	226 143	208 682	189 954	147 976	84 024	0
Poids moyen des prises (g)	commerciales	130,6	133,7	137,0	140,6	148,6	160,5	
	sportives	90,4	92,6	95,1	97,8	104,2	114,6	
	hiver	89,7	91,9	94,3	97,0	103,3	113,6	
	été	91,8	94,1	96,6	99,3	105,9	116,4	

(Annexe 2 suite)

Valeur simulée		Réduction de la mortalité par la pêche (taux conditionnel de mortalité par la pêche)						
		0%	10%	20%	30%	50%	75%	100%
		(58,2%)	(54,5%)	(50,2%)	(45,7%)	(35,3%)	(19,6%)	(0%)
Contribution								
des perchaudes de plus de cinq ans	stock	1,1	1,5	2,0	2,7	4,5	8,0	13,3
	pêche commerciale	5,9	7,6	9,5	11,6	16,8	24,6	
	pêche sportive							
	hiver	3,1	4,0	5,0	6,3	9,4	14,8	
	été	4,8	6,0	7,4	9,0	12,8	19,0	
	totale	3,6	4,6	5,8	7,2	10,6	16,2	
Structure en âge								
Population	2	2 336 068	2 336 068	2 336 068	2 336 068	2 336 068	2 336 068	2 336 068
	3	1 267 924	1 279 869	1 291 847	1 303 857	1 327 975	1 358 306	1 388 840
	4	509 393	541 788	574 603	607 917	676 287	765 495	859 391
	5	131 880	158 112	186 996	218 674	290 998	399 866	531 777
	6	34 143	46 142	60 855	78 659	125 213	208 874	329 055
	7	8 840	13 466	19 805	28 294	53 877	109 108	203 614
	8	2 289	3 930	6 445	10 178	23 183	56 994	125 993
	9	592	1 147	2 097	3 661	9 975	29 771	77 962
	10	153	335	683	1 317	4 292	15 551	48 242
Récolte commerciale	2							
	3	152 284	135 297	118 932	103 067	72 478	35 730	
	4	225 446	212 526	197 489	180 349	139 734	76 858	
	5	83 170	86 835	88 580	88 159	79 735	51 919	
	6	21 532	25 341	28 827	31 712	34 309	27 120	
	7	5 575	7 395	9 381	11 407	14 763	14 167	
	8	1 443	2 158	3 053	4 103	6 352	7 400	
	9	374	630	994	1 476	2 733	3 866	
	10	53	99	172	278	601	1 005	

(Annexe 2 suite)

Valeur simulée		Réduction de la mortalité par la pêche (taux conditionnel de mortalité par la pêche)						
		0% (58,2%)	10% (54,5%)	20% (50,2%)	30% (45,7%)	50% (35,3%)	75% (19,6%)	100% (0%)
Récolte sportive hiver	2							
	3	95 769	86 683	77 486	68 181	49 243	24 959	
	4	45 378	42 421	39 096	35 415	27 009	14 575	
	5	14 059	14 391	14 422	14 123	12 413	7 838	
	6	3 640	4 200	4 693	5 080	5 341	4 094	
	7	942	1 226	1 527	1 827	2 298	2 139	
	8	244	358	497	657	989	1 117	
	9	63	104	162	236	426	584	
	10	16	30	53	85	183	305	
	été	2						
3		33 991	30 580	27 172	23 767	16 964	8 474	
4		33 118	30 378	27 498	24 486	18 081	9 400	
5		11 297	11 176	10 856	10 329	8 617	5 138	
6		2 925	3 262	3 533	3 715	3 708	2 684	
7		757	952	1 150	1 336	1 595	1 402	
8		196	278	374	481	686	732	
9		51	81	122	173	295	383	
10		13	24	40	62	127	200	
totale		2						
	3	129 760	117 263	104 659	91 948	66 207	33 434	
	4	78 495	72 799	66 595	59 901	45 090	23 975	
	5	25 356	25 567	25 278	24 452	21 030	12 976	
	6	6 565	7 461	8 226	8 795	9 049	6 778	
	7	1 700	2 177	2 677	3 164	3 894	3 541	
	8	440	635	871	1 138	1 675	1 850	
	9	114	185	284	409	721	966	
	10	29	54	92	147	310	505	

Annexe 3. Effet d'une réduction de la mortalité par la pêche variant de 10 à 100 % sur l'abondance et la structure de la population de perchaudes du lac Saint-Pierre ainsi que sur la récolte dans le cas où le taux instantané de mortalité naturelle $M=0,39$.

Valeur simulée		Réduction de la mortalité par la pêche (taux conditionnel de mortalité par la pêche)						
		0%	10%	20%	30%	50%	75%	100%
		(61,7%)	(57,8%)	(53,6%)	(48,9%)	(38,1%)	(21,3%)	(0,0%)
Mortalité totale	stock (âge 3 et plus)	73,6%	69,9%	66,2%	62,4%	54,6%	44,4%	33,8%
Stock de perchaudes de 2 ans et plus au 1er avril	biomasse (t)	217,7	230,5	245,4	263,0	309,0	398,9	553,3
	effectif	3 752 724	3 844 945	3 947 585	4 062 912	4 343 567	4 833 285	5 580 774
Stock reproducteur (femelles) au 1er avril	biomasse (t)	57,6	64,6	72,8	82,8	109,6	164,1	261,3
	effectif	567 528	608 384	654 769	707 857	840 467	1 080 219	1 459 473
Récolte commerciale	biomasse (t)	64,1	63,7	62,8	61,4	55,8	39,3	0
	effectif	493 739	477 814	458 643	435 329	371 374	239 232	0
Récolte sportive hivernale	biomasse (t)	14,5	13,9	13,3	12,6	10,7	7,0	0
	effectif	160 955	150 994	140 197	128 473	101 664	59 243	0
Récolte sportive estivale	biomasse (t)	7,5	7,2	6,9	6,5	5,6	3,6	0
	effectif	81 670	76 496	70 929	64 924	51 294	29 863	0
Récolte sportive totale	biomasse (t)	22,0	21,2	20,2	19,1	16,3	10,6	0
	effectif	242 625	227 489	211 126	193 397	152 958	89 106	0
Poids moyen des prises (g)	commerciales	129,8	133,2	137,0	141,0	150,2	164,1	
	sportives	90,6	93,1	95,9	99,0	106,6	119,2	
	hiver	89,9	92,4	95,1	98,2	105,7	118,3	
	été	92,0	94,6	97,4	100,6	108,3	121,0	

(Annexe 3 suite)

Valeur simulée		Réduction de la mortalité par la pêche (taux conditionnel de mortalité par la pêche)						
		0% (61,7%)	10% (57,8%)	20% (53,6%)	30% (48,9%)	50% (38,1%)	75% (21,3%)	100% (0,0%)
Contribution des perchaudes de plus de cinq ans	stock	1,1	1,6	2,2	3,0	5,3	9,9	17,0
	pêche commerciale	5,7	7,6	9,7	12,2	18,2	27,4	
	pêche sportive							
	hiver	3,1	4,1	5,3	6,8	10,6	17,3	
	été	4,8	6,2	7,8	9,6	14,2	21,8	
	totale	3,6	4,8	6,1	7,8	11,8	18,8	
Structure en âge Population	2	1 974 820	1 974 820	1 974 820	1 974 820	1 974 820	1 974 820	1 974 820
	3	1 144 580	1 156 511	1 168 479	1 180 483	1 204 599	1 234 944	1 265 513
	4	472 881	506 443	540 448	575 002	646 076	739 210	837 761
	5	119 821	147 089	177 438	211 045	288 797	407 879	554 592
	6	30 361	42 720	58 256	77 460	129 093	225 058	367 136
	7	7 693	12 407	19 126	28 431	57 705	124 182	243 042
	8	1 949	3 604	6 279	10 435	25 794	68 521	160 892
	9	494	1 047	2 062	3 830	11 530	37 808	106 509
	10	125	304	677	1 406	5 154	20 862	70 508
	2							
Récolte commerciale	3	153 396	136 065	119 467	103 445	72 677	35 820	
	4	228 844	216 909	202 559	185 818	145 152	80 560	
	5	83 298	88 696	91 990	92 870	86 015	57 351	
	6	21 107	25 760	30 202	34 086	38 449	31 645	
	7	5 348	7 482	9 916	12 511	17 187	17 461	
	8	1 355	2 173	3 256	4 592	7 682	9 635	
	9	343	631	1 069	1 685	3 434	5 316	
	10	48	98	185	322	778	1 443	

(Annexe 3 suite)

Valeur simulée		Réduction de la mortalité par la pêche (taux conditionnel de mortalité par la pêche)						
	%	0% (61,7%)	10% (57,8%)	20% (53,6%)	30% (48,9%)	50% (38,1%)	75% (21,3%)	100% (0,0%)
Récolte sportive hiver	2							
	3	94 740	85 802	76 745	67 568	48 856	24 797	
	4	46 799	43 945	40 662	36 966	28 373	15 417	
	5	14 500	15 085	15 327	15 190	13 622	8 777	
	6	3 674	4 381	5 032	5 575	6 089	4 843	
	7	931	1 272	1 652	2 046	2 722	2 672	
	8	236	370	542	751	1 217	1 474	
	9	60	107	178	276	544	814	
	10	15	31	58	101	243	449	
	été	2						
3		32 862	29 564	26 269	22 976	16 398	8 191	
4		33 394	30 702	27 849	24 845	18 410	9 607	
5		11 512	11 523	11 306	10 852	9 190	5 565	
6		2 917	3 347	3 712	3 983	4 108	3 070	
7		739	972	1 219	1 462	1 836	1 694	
8		187	282	400	537	821	935	
9		47	82	131	197	367	516	
10		12	24	43	72	164	285	
totale		2						
	3	127 603	115 367	103 014	90 544	65 254	32 989	
	4	80 193	74 647	68 511	61 812	46 782	25 024	
	5	26 011	26 608	26 633	26 042	22 812	14 342	
	6	6 591	7 728	8 744	9 558	10 197	7 913	
	7	1 670	2 244	2 871	3 508	4 558	4 366	
	8	423	652	943	1 288	2 037	2 409	
	9	107	189	309	473	911	1 329	
	10	27	55	102	173	407	734	