

**Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire du Bas-Saint-Laurent
Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats**

**Premier portrait biologique de la nouvelle population
de bars rayés (*Morone saxatilis*) du fleuve Saint-Laurent
résultant desensemencements effectués
entre 2002 et 2008**

**par
Anne-Marie Pelletier**

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Avril 2009

Référence à citer :

PELLETIER, A.-M., 2009. Premier portrait biologique de la nouvelle population de bars rayés (*Morone saxatilis*) du fleuve Saint-Laurent résultant desensemencements effectués entre 2002 et 2008. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire du Bas-Saint-Laurent, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats. 55 p.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

CHARGÉS DE PROJET

Guy Verreault
Michel Legault

PRISE DE DONNÉES

Geneviève Bourget
Denise Deschamps
Jérôme Doucet
Johanne Dussureault
Alexandre Lepage-Ross
Gilles Mercier
Pierre Pettigrew
René Richard
Marie-Ève Séguin
Rémi Tardif

ANALYSE
CARTOGRAPHIE
RÉDACTION
Anne-Marie Pelletier

RÉVISION DU DOCUMENT

Guy Verreault
Michel Legault

CORRECTION ET MISE EN PAGE

Francine Bélanger

RÉSUMÉ

À la suite de la disparition de la population de bars rayés (*Morone saxatilis*) du Saint-Laurent au milieu des années 1960, un programme de réintroduction a été mis sur pied grâce à la collaboration de différents partenaires publics et privés du domaine faunique. C'est ainsi que des bars rayés juvéniles, provenant directement de la population de la rivière Miramichi au Nouveau-Brunswick, ont été récoltés puis amenés et élevés à la station piscicole gouvernementale de Baldwin Mills jusqu'à ce qu'ils atteignent leur maturité sexuelle et puissent se reproduire. Depuis 2002, c'est maintenant plus de 5 900 bars rayés de plus de 60 millimètres et âgés entre 0+ et 6+ ans et 4 millions de larves d'une taille de 3 millimètres qui ont été introduits dans le fleuve Saint-Laurent. Le suivi biologique de cette « nouvelle » population devient maintenant un élément essentiel qui permettra d'optimiser les stratégies d'ensemencements futurs afin d'assurer à cette population une reconstruction saine au sein de la communauté biologique déjà établie dans le fleuve. Avec la mise en place, en 2004, d'un réseau de suivi des bars rayés dans le fleuve, composé de pêcheurs commerciaux d'anguilles, il nous est donc possible de suivre l'évolution de cette population. Des captures de bars effectuées par des pêcheurs sportifs et des représentants du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), couplées aux observations de bars rayés enregistrés au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ), viennent compléter les informations recueillies par le réseau de suivi. C'est grâce à la capture de 441 bars rayés, âgés de 0+ à 6+ ans, et aux 87 observations enregistrées entre Montréal et Rimouski que nous avons pu dresser un premier bilan biologique de cette population nouvellement implantée dans le fleuve Saint-Laurent. Soixante-dix-huit pour cent (78 %) des individus capturés se situent dans les classes d'âge entre 0 et 2 ans. La longueur totale moyenne de l'ensemble des bars est de 287,7 millimètres pour une masse moyenne de 579,2 grammes. La majorité des mâles compris dans la classe d'âge de 2 ans ont atteint leur maturité sexuelle tandis que les femelles, moins précoces, l'atteignent à partir de 3 ans. On a par ailleurs découvert que ces individus matures se reproduisent naturellement. Comme les larves n'ont pas été déversées en 2008, les jeunes bars capturés à 0+ an au cours de l'automne 2008 sont forcément issus du milieu naturel. Le taux de croissance de la population nouvellement en place a aussi été comparé à celui de la population historique. Les écailles de 311 bars rayés capturés entre 2005 et 2008 ainsi que celles de 92 spécimens capturés entre 1949 et 1956 ont permis de rétrocalculer la taille à l'âge de chacun d'eux et ainsi de déterminer un taux de croissance pour chaque population. Les résultats démontrent que les bars rayés formant l'actuelle population du Saint-Laurent croissent plus rapidement que ceux de l'ancienne population (ANCOVA $p \leq 0,1$). En fait, le taux de croissance de la population actuelle ressemble étrangement au taux de croissance de la population de bars rayés de la rivière Miramichi, dont elle est issue (ANCOVA $p \geq 0,1$). À la lumière de ces résultats, il semble que la nourriture et les habitats de croissance et de reproduction dans le fleuve Saint-Laurent ne soient pas limitants pour le niveau d'abondance actuel de la nouvelle population de bars rayés établie. Pour l'instant, le rétablissement du bar rayé dans le Saint-Laurent semble en bonne voie de réalisation. Toutefois, le succès du projet repose sur un suivi étroit, au cours des prochaines années, de l'évolution de l'espèce et des éléments biotiques et abiotiques qui l'entourent.

Table des matières

	<i>Page</i>
RÉSUMÉ	v
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES ANNEXES	xii
1. INTRODUCTION	1
2. MÉTHODOLOGIE.....	3
2.1 Introduction des bars rayés dans le Saint-Laurent	3
2.2 Prise de données biologiques et morphométriques	3
2.3 Analyse.....	5
2.4 Estimation du taux de croissance	5
2.4.1 Origine des écailles.....	6
2.4.2 Analyse des incréments annuels à partir des écailles	8
2.4.3 Estimation du taux de croissance par rétrocalcul	8
3. RÉSULTATS ET DISCUSSION	10
3.1 Caractéristiques biologiques de la nouvelle population.....	10
3.1.1 Répartition spatiale.....	10
3.1.2 Capture des bars rayés dans le Saint-Laurent.....	14
3.1.3 Structure de taille et de masse	15
3.1.4 Structure d'âge.....	20
3.1.5 Maturité	23
3.1.6 Alimentation	29
3.2 Taux de croissance : comparaison entre la population actuelle et l'ancienne population de bars rayés du Saint-Laurent.....	30
4. CONCLUSION.....	40
5. LISTE DES RÉFÉRENCES.....	41

Liste des tableaux

	<i>Page</i>
Tableau 1. Caractéristiques des bars rayés introduits depuis 2002.....	4
Tableau 2. Échantillon d'écailles provenant de 92 bars rayés de la population historique du Saint-Laurent appartenant aux cohortes de 1946 à 1950.....	7
Tableau 3. Échantillon d'écailles provenant de 311 bars rayés de la population actuelle du Saint-Laurent capturés entre 2005 et 2008.....	7
Tableau 4. Répartition des captures et observations selon l'origine du réseau-repère.....	11
Tableau 5. Capture des bars rayés entre 2003 et 2008 selon l'âge et l'origine des individus	15
Tableau 6. Étendue des longueurs totales (mm) de l'ensemble des bars rayés capturés entre 2005 et 2008 en fonction de leur classe d'âge.....	21
Tableau 7. Stade de maturité des gonades chez les bars rayés capturés entre 2005 et 2008 selon les différentes classes d'âge.....	26
Tableau 8. Contenu stomacal des bars rayés capturés en fonction de leur longueur totale.	30
Tableau 9. Longueurs totales moyennes (mm) à l'âge des bars rayés provenant de la population historique et actuelle du Saint-Laurent	37
Tableau 10. Comparaison de la croissance annuelle moyenne des bars rayés du Saint-Laurent des deux populations du Saint-Laurent.....	38

Liste des figures

	<i>Page</i>
Figure 1. Distribution historique des trois populations de bars rayés au Canada.	1
Figure 2. Dimensions (en micron) du rayon d'une écaille (Ré) (en jaune) provenant d'un bar rayé âgé de 3+ ans.	8
Figure 3. Comparaison de la distribution historique de la population de bars rayés dans le Saint-Laurent avec la population actuelle basée sur les captures et observations effectuées entre 2003 et 2008.	10
Figure 4. Répartition des captures de bars rayés entre 2003 et 2008 dans le fleuve Saint-Laurent.	12
Figure 5. Distribution des bars rayés capturés à l'âge de 0+ an.	13
Figure 6. Observations de bars rayés enregistrées au CDPNQ depuis 2004.	14
Figure 7. Relations entre la longueur à la fourche (mm) et la longueur totale (mm) des bars rayés capturés dans le Saint-Laurent entre 2003 et 2008.	16
Figure 8. Distribution des classes de taille (\geq mm) des bars rayés capturés entre 2003 et 2008.	17
Figure 9. Distribution des classes de taille (\geq mm) des bars capturés selon l'année d'échantillonnage.	18
Figure 10. Relation entre la longueur totale (mm) et la masse (g) des bars rayés capturés entre 2003 et 2008.	19
Figure 11. Distribution des classes de taille (\geq mm) selon le sexe pour les bars rayés échantillonnés entre 2003 et 2008.	19
Figure 12. Distribution de la structure d'âge de l'ensemble des bars échantillonnés entre 2004 et 2008 selon le sexe.	20
Figure 13. Étendue de la longueur totale des bars rayés capturés entre 2005 et 2008 selon les classes d'âge.	22
Figure 14. Étendue de la longueur totale (mm) des bars rayés capturés entre 2005 et 2008 selon le stade de maturité.	24

Figure 15.	Rapport gonado-somatique (%) des bars rayés capturés entre 2003 et 2008 dans le Saint-Laurent en fonction de leur longueur totale (mm) selon le sexe	26
Figure 16.	Distribution des rapports gonado-somatiques (RGS %) selon le stade de maturité des bars capturés entre 2003 et 2008 en fonction du sexe	28
Figure 17.	Régressions logarithmiques (\log_{10}) de la longueur totale (mm) des bars sur le rayon des écailles (mm) des deux populations à l'étude, pour le calcul de la méthode BPH.....	31
Figure 18.	Régressions logarithmiques (\log_{10}) de la longueur totale (mm) des bars sur le rayon des écailles (mm) des deux populations à l'étude pour le calcul de la méthode SPH.....	32
Figure 19.	Longueurs totales rétrocalculées (mm) à l'âge selon les méthodes BPH et SPH, comparées aux tailles réelles mesurées lors de la capture des bars rayés échantillonnés	34
Figure 20.	Vérification du phénomène de Lee chez la population historique de bars rayés du Saint-Laurent selon les deux méthodes de rétrocalcul utilisées	35
Figure 21.	Vérification du phénomène de Lee chez la population actuelle de bars rayés du Saint-Laurent selon les deux méthodes de rétrocalcul utilisées	36
Figure 22.	Longueurs totales (mm) rétrocalculées à l'annulus à partir des écailles de bars rayés provenant de l'ancienne et de l'actuelle population du Saint-Laurent	37
Figure 23.	Longueurs totales moyennes des bars rétrocalculées à l'âge de la population historique du Saint-Laurent (présente étude, Magnin et Beaulieu 1967), de l'actuelle population du Saint-Laurent (présente étude), de la Miramichi (Douglas <i>et al.</i> 2006), et de la Caroline du Sud (Scruggs 1957).....	39

Liste des annexes

Annexe I.	Stades de maturité des gonades de poisson.....	43
-----------	--	----

1. Introduction

Le bar rayé (*Morone saxatilis*) est un poisson anadrome typique des estuaires et du littoral de la côte est nord-américaine (Scott et Scott 1988). Historiquement, au Canada, les principales populations de bars ont été celles de la baie de Fundy (rivières Annapolis, Shubénacadie et Saint-Jean), du sud du golfe (rivière Miramichi) et du Saint-Laurent (fleuve Saint-Laurent) (figure 1). Malheureusement, la population occupant la limite septentrionale de distribution du bar rayé, soit celle du Saint-Laurent, a disparu vers le milieu des années 60 à la suite de différents facteurs tels la surexploitation de la pêche, les activités de dragage et d'entretien de la traverse nord (pointe est de l'île d'Orléans), la disposition des sédiments de dragage dans l'habitat de croissance des bars juvéniles, la pollution de l'eau et le braconnage (Beaulieu 1985, Beaulieu *et al.* 1990).

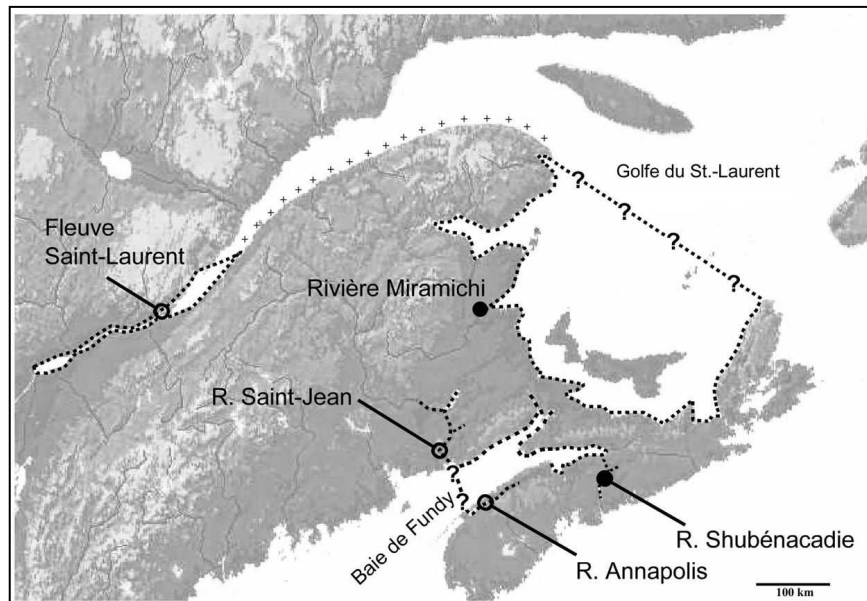


Figure 1. Distribution historique des trois populations de bars rayés au Canada.

Les cercles pleins indiquent les populations encore existantes et les cercles vides, celles pour lesquelles on n'a pas observé d'activité reproductrice depuis au moins 20 ans. Le pointillé délimite la zone d'occurrence probable, ou du moins sa partie connue. Tiré de COSEPAC 2004.

Des analyses effectuées, à partir de données historiques, nous ont permis de conclure que les causes de la disparition du bar rayé n'étaient pas irréversibles. Dès lors, des travaux de réintroduction de l'espèce ont débuté à l'initiative du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), en collaboration avec la Fédération des chasseurs et

des pêcheurs (anciennement Fédération québécoise de la faune), la Fondation de la faune du Québec ainsi que la Fondation Hydro-Québec.

Un plan d'action et une analyse de risques ont ainsi été présentés afin de réimplanter la population. Étant donné qu'il ne reste aucun individu de la population originale, il a été décidé que des spécimens provenant de la rivière Miramichi, au Nouveau-Brunswick, serviraient de population souche afin de réintroduire l'espèce dans le Saint-Laurent. La proximité et la nordicité de cette population ont expliqué ce choix. Des bars juvéniles ont été capturés dans la rivière Miramichi et élevés à la station piscicole gouvernementale de Baldwin Mills, en Estrie, jusqu'à ce qu'ils atteignent leur maturité sexuelle. Les individus matures se reproduisent en pisciculture au printemps et la progéniture est prête pour l'introduction dans les plans d'eau à l'automne suivant. Malgré que l'introduction de jeunes fretins devait officiellement commencer en 2008, des bars de tailles et d'âges différents ont été introduits entre Saint-Pierre-les-Becquets et Rivière-Ouelle à partir de poissons en surplus, et ce, depuis 2002.

Le suivi biologique devient maintenant un élément majeur dans le projet de réintroduction du bar rayé. Il permettra d'optimiser les stratégies d'ensemencement ou encore de déceler un éventuel problème chez la population de bars en reconstruction ou au sein même de la communauté biologique établie dans le fleuve. Pour ce faire, depuis 2004, un réseau de suivi composé de pêcheurs commerciaux présents dans l'estuaire du Saint-Laurent, a été mis en place par la Direction de l'expertise Faune-Forêts-Territoire du Bas-Saint-Laurent, afin de documenter la survie et l'établissement des bars qui ont servi à l'introduction, d'évaluer les paramètres de population, de situer leurs déplacements dans le Saint-Laurent et de rechercher des preuves de reproduction naturelle. Aux captures des pêcheurs commerciaux s'ajoutent des captures accidentelles et des observations de bars faites par les pêcheurs sportifs, ainsi que des captures non dirigées effectuées lors de travaux d'acquisition de connaissances réalisés par des équipes du MRNF depuis 2003.

La présente étude a pour objectif de dresser un premier portrait biologique de la nouvelle population de bars rayés à partir des informations recueillies sur les individus capturés depuis 2003. La répartition spatiale des bars et certains paramètres biologiques et morphométriques (structures de taille, de masse et d'âge, âge à maturité et croissance) permettent de dresser un premier portrait de cette population en reconstruction et ainsi d'orienter les interventions futures.

2. Méthodologie

2.1 Introduction des bars rayés dans le Saint-Laurent

Les premiers déversements de bars rayés dans le Saint-Laurent ont eu lieu en 2002. Au départ, 11 individus de 3+ ans ont été déversés à l'Île d'Orléans le 6 juin, puis ce furent 1050 juvéniles de 0+ an qui l'ont été à Saint-Jean-Port-Joli quelques jours plus tard. Depuis, 5 900 bars de plus de 60 millimètres, âgés entre 0+ et 6+ ans, et plus de 4 millions de larves d'une taille de 3 millimètres ont été déversés dans le Saint-Laurent entre Saint-Pierre-les-Becquets et Rivière-Ouelle. Certains des individus provenaient directement de la rivière Miramichi, mais la majorité des bars qui ont servi à l'ensemencement ont séjourné ou ont été produits à la pisciculture de Baldwin Mills. Près de 79 % des bars déversés ayant une taille supérieure à 60 millimètres ont été munis d'une micro-étiquette permettant d'indiquer à quel lot d'ensemencement ils appartiennent. Quant aux larves, à partir de 2007, la totalité a été marquée à l'aide d'un fluoromarqueur, l'oxytétracycline; ces marques n'ont cependant pas fait l'objet de vérification dans la présente étude. Le tableau 1 résume l'ensemble des déversements de bars rayés qui ont eu lieu depuis 2002.

2.2 Prise de données biologiques et morphométriques

Les captures de bars ont eu lieu essentiellement entre les mois de mai et novembre, soit pendant la période d'activité de la pêche commerciale. Les bars récoltés dans les engins de pêche étaient immédiatement placés au congélateur et identifiés selon la date et le site de capture. Différents paramètres biologiques et morphométriques ont par la suite été mesurés en laboratoire sur l'ensemble des bars récupérés.

Tableau 1. Caractéristiques des bars rayés introduits depuis 2002

Date	Nombre	Âge (année)	Taille (mm)	Muni d'une micro- étiquette	Marqué à l'oxytétracycline	Lieu d'ensemencement
Juin 2002	11	3+	420	Non	Non	Île d'Orléans
Juin 2002	1050	0+	60	Non	Non	Saint-Jean-Port-Joli
Août 2003	862	0+	90	Oui	Non	Rivière-Ouelle
Oct. 2003	6	1+	330	Non	Non	Québec
Oct. 2003	200	0+	130	Non	Non	Québec
Mai 2004	25	2+	350	Oui	Non	Saint-Pierre-les-Becquets
Mai 2004	218	2+	350	Oui	Non	Île d'Orléans
Juillet 2004	250	2+	410	Oui	Non	Montmagny
Juin 2005	199	2+	380	Oui	Non	Québec
Juin 2005	112	3+	500	Oui	Non	Québec
Sept 2005	16	6+	560	Oui	Non	Saint-Michel-de- Bellechasse
Sept 2005	516	0+	90	Oui	Non	Saint-Michel-de- Bellechasse
Juin 2006	50 000	0+	3	Non	Oui	Île d'Orléans
Juin 2006	150 000	0+	3	Non	Non	Île d'Orléans
Juin 2006	35 000	0+	3	Non	Non	Île d'Orléans
Juin 2006	800 000	0+	3	Non	Non	Île d'Orléans
Juillet 2006	139	3+	500	Oui	Non	Montmagny
Août 2006	141	4+	530	Oui	Non	Québec
Mai 2007	720 000	0+	3	Non	Oui	Île d'Orléans
Juin 2007	1 080 000	0+	3	Non	Oui	Île d'Orléans
Juin 2007	346	2+	300	Oui	Non	Québec
Juin 2007	725	1+	120	Oui	Non	Québec
Juin 2007	254	2+	350	Oui	Non	Québec
Juin 2007	1 440 000	0+	3	Non	Oui	Île d'Orléans
Oct. 2008	94	3+	500	Oui	Non	Québec
Oct. 2008	769	2+	300	Oui	Non	Québec

Lorsque la condition du spécimen le permettait, la longueur totale maximale (LT) (± 1 cm) et la longueur à la fourche (LF) (± 1 cm) étaient mesurées à l'aide d'une planche à mesurer. La masse de poisson ($\pm 0,1$ g) et la masse des gonades ($\pm 0,1$ g) ont été prises à l'aide d'une balance électronique ACCULAB modèle VIC-3101 ($\pm 0,01$ g). Le sexe et le stade de maturité de chaque individu ont été déterminés visuellement selon les différents critères de la charte de Buckmann (1929) (annexe I) et le contenu stomacal de chaque bar a été identifié. Des écailles ont également été prélevées sur le côté gauche du

bar au-dessus de la ligne latérale derrière la nageoire dorsale et l'interprétation de l'âge a été effectuée à l'aide d'un stéréomicroscope de marque Leica MZ16F de grossissement 5X à 180X. Certaines écailles présentaient un patron de croissance atypique ou irrégulier attribuable à des facteurs inconnus; ainsi l'âge de ces individus n'a pu être déterminé avec certitude. Le rapport gonado-somatique (RGS), exprimé en pourcentage, désigne le rapport entre le poids des gonades sur le poids somatique. Finalement, la détection des micro-étiquettes s'est effectuée à l'aide d'un détecteur de métal « NMT Handheld Wand Detector ». Les micro-étiquettes ont été prélevées à l'aide d'une pince chirurgicale et les numéros d'identification de ces dernières ont été lus à l'aide d'un stéréomicroscope Leica MZ16F.

2.3 Analyse

La répartition spatiale des bars rayés capturés et observés a été effectuée à partir du logiciel Arc View 9.1. L'ensemble des régressions et analyses a été effectué à partir du logiciel XLStat avec l'ensemble des bars échantillonnés entre 2003 et 2008. Les analyses sur la structure d'âge ne comprenaient que les individus capturés entre 2004 et 2008, l'âge des trois individus capturés en 2003 n'ayant à l'époque pas fait l'objet d'interprétation d'âge. De plus, le taux de croissance a été déterminé à partir des bars capturés entre 2005 et 2008. La longueur totale (LT) a été estimée pour 15 individus, dont les données étaient manquantes, à partir des données de longueur à la fourche (LF). Cette estimation a été calculée à partir de l'équation $LT = 1,063 * LF + 0,069$ provenant de la régression longueur totale sur longueur à la fourche effectuée à partir de l'ensemble des individus capturés (voir figure 7). Les différences au niveau des variances de la taille selon le groupe d'âge et le stade de maturité entre les mâles et les femelles ont été évaluées par un ANOVA, à un seuil de signification de 95 %, ainsi que la comparaison entre les mâles et les femelles pour le RGS % selon le stade de maturité. Le test de Fisher a permis de situer les différences entre les groupes.

2.4 Estimation du taux de croissance

Le taux de croissance demeure un aspect important de l'écologie d'une espèce animale. Cette information permet aux gestionnaires de mieux comprendre l'évolution de l'espèce

dans son habitat. Des variations du taux de croissance chez une espèce donnée dans le temps peuvent être associées à des changements importants de l'habitat, du recrutement, du taux de survie, etc. Ce taux est évalué chaque année de vie du poisson et il est associé à une taille pour un âge donné. Pour connaître la taille qu'avait un poisson de 5 ans à sa première année de vie, nous devons procéder par rétrocalcul de la taille jusqu'à l'âge 1. Pour ce faire, nous devons être en mesure de déterminer le taux de croissance annuel de chaque individu d'un échantillon représentatif de la population étudiée. Or, chaque année de vie d'un poisson se reflète par des marques, ou incréments, visibles sur ses écailles et sur ses otolithes. Les accroissements annuels de longueur chez un poisson sont proportionnels aux accroissements annuels des distances entre les incréments sur une écaille. Grâce à ce phénomène, il est donc possible de rétrocalculer la taille qu'avait un spécimen à un âge donné à partir de sa longueur totale à la capture. Deux populations différentes ont été étudiées, soit l'ancienne population de bars rayés qui peuplait le Saint-Laurent avant les années 1960 et la nouvelle population qui a été introduite. Les rétrocalculs ont été effectués à partir des écailles des spécimens à l'étude. Un test d'ANCOVA a permis d'établir les différences et ressemblances pour ce qui est des taux de croissance moyens entre diverses populations connues de bars rayés à un seuil de signification de 90 %. Le test de Fisher a permis de situer les différences entre les populations.

2.4.1 Origine des écailles

Les écailles historiques proviennent de bars rayés recueillis entre 1944 et 1956 par le personnel scientifique du Laboratoire de biologie marine, du Département des pêches maritimes, situé à Québec et dirigé à l'époque par le D^r Vladikov. Grâce à un programme d'étude et d'étiquetage sur les poissons exploités commercialement, les écailles de 3140 bars rayés capturés entre le lac Saint-Pierre et Saint-André-de-Kamouraska ont pu être conservées. Monsieur Jean Robitaille, biologiste-conseil au Bureau d'écologie appliquée, a par la suite classé ces écailles et élaboré une base de données comprenant l'ensemble des échantillons. Monsieur Jacques Brousseau, ancien biologiste du Laboratoire de biologie marine, a ensuite procédé à l'interprétation de l'âge de chacun des spécimens. Le

taux de croissance de la population historique a donc été établi à partir d'écaïlles de 92 individus à l'intérieur des classes d'âge de 0+ à 8+ ans (tableau 2).

Tableau 2. Échantillon d'écaïlles provenant de 92 bars rayés de la population historique du Saint-Laurent appartenant aux cohortes de 1946 à 1950

Âge à la capture (année)	Cohorte	Année de capture	Nombre
0+	1949	1949	10
1+	1949	1950	10
2+	1948	1950	10
3+	1950	1953	10
4+	1950	1954	10
5+	1949	1954	10
6+	1949	1955	10
7+	1949	1956	12
8+	1946 et 1948	1954 et 1956	10
Total			92

Les écaïlles de l'actuelle population de bars rayés proviennent de spécimens capturés dans le Saint-Laurent entre 2005 et 2008 qui présentaient un patron de croissance régulier, correspondant à une croissance en milieu naturel, par opposition à un patron de croissance irrégulier et atypique d'une écaïlle de poissons ayant grandi en pisciculture. Connaissant leur origine, les individus de 1+ an et plus munis d'une micro-étiquette ont donc automatiquement été éliminés de nos analyses. Par contre, la croissance des individus provenant de pisciculture et ayant été déversés à un jeune âge (0+ an) et de faible taille (moins de 90 millimètres) ne devrait pas être affectée à la suite de leur court séjour en milieu artificiel. Ceux-ci ont donc été conservés à des fins d'analyse. Au total, nous avons déterminé le taux de croissance annuel de 311 bars âgés de 0+ à $\geq 4+$ ans (tableau 3).

Tableau 3. Échantillon d'écaïlles provenant de 311 bars rayés de la population actuelle du Saint-Laurent capturés entre 2005 et 2008

Âge à la capture (année)	Nombre
0+	173
1+	57
2+	56
3+	21
$\geq 4+$	4
Total	311

2.4.2 Analyse des incréments annuels à partir des écailles

Pour chaque spécimen étudié, une écaille a été sélectionnée, nettoyée dans une solution de NaOH 1% puis montée entre deux lames microscopiques avant d'être numérisée à l'aide d'un appareil photo numérique de marque PixelINK PL-A686C, installé sur un binoculaire Leica MZ16F. Chaque écaille a été photographiée et la longueur totale du rayon de l'écaille (Ré) a été mesurée en ligne droite à partir du foyer de l'écaille jusqu'à la limite du champ latéral droit à l'aide du logiciel PixelINK Capture SE (figure 2). La distance entre le foyer et chaque incrément annuel a été mesurée à partir du logiciel FishBC 3.0 en suivant le même axe utilisé pour le rayon de l'écaille.

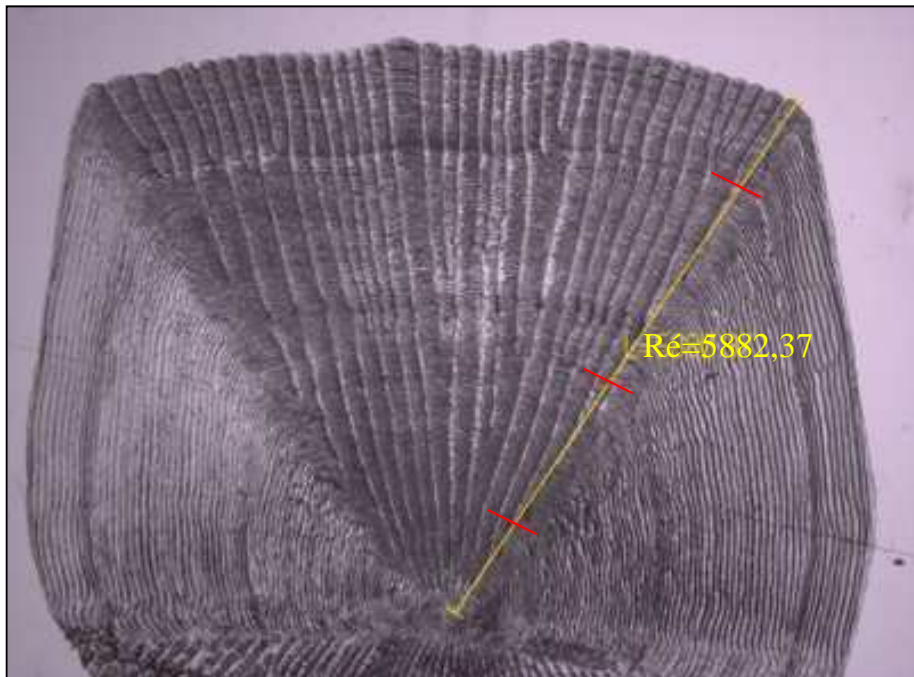


Figure 2. Dimensions (en micron) du rayon d'une écaille (Ré) (en jaune) provenant d'un bar rayé âgé de 3+ ans. Chaque année est identifiée par une marque rouge.

2.4.3 Estimation du taux de croissance par rétrocalcul

Le taux de croissance des deux populations a été estimé à partir de deux méthodes différentes de rétrocalcul : le *Body proportional hypothesis* (BPH) et le *Scale proportional hypothesis* (SPH). Ces méthodes ont été comparées entre elles afin de déterminer la meilleure approche à utiliser pour les deux populations à l'étude. Selon la

première hypothèse (BPH), la longueur du poisson (variable dépendante) peut être estimée à partir du rayon de l'écaille (variable indépendante) selon l'équation suivante (Francis 1990) :

$$LT_t = (Ré_t \div Ré_c)^m * (LT_c)$$

Où :

LT_t La longueur totale du bar rétrocalculée à un âge t

$Ré_t$ Le rayon de l'écaille à un âge t

$Ré_c$ Le rayon de l'écaille à la capture

m La pente de la régression \log_{10} de la longueur totale sur \log_{10} du rayon de l'écaille

LT_c La longueur totale du bar à la capture

Selon la seconde hypothèse (SPH), on considère que c'est le rayon de l'écaille (variable dépendante) qui est prédit en fonction de la taille du poisson (variable indépendante) selon l'équation suivante (Francis 1990) :

$$LT_t = (Ré_t \div Ré_c)^{1/m} * (LT_c)$$

Où :

LT_c La longueur totale du bar rétrocalculée à un âge t

$Ré_t$ Le rayon de l'écaille à un âge t

$Ré_c$ Le rayon de l'écaille à la capture

m La pente de la régression \log_{10} du rayon de l'écaille sur \log_{10} de la longueur totale

LT_c La longueur totale du bar à la capture

Le phénomène de Lee, qui correspond à la sous-évaluation possible des longueurs rétrocalculées en bas âge particulièrement chez les individus les plus âgés, a été vérifié en comparant l'ensemble des tailles rétrocalculées en fonction de la taille à la capture.

3. Résultats et discussion

3.1 Caractéristiques biologiques de la nouvelle population

3.1.1 Répartition spatiale

Historiquement, la population de bars rayés du Saint-Laurent colonisait principalement un tronçon fluvial et estuarien d'environ 300 km, situé entre Sorel et Kamouraska. Les bars du Saint-Laurent formaient une population distincte et bien délimitée qui colonisait les eaux saumâtres et salées du fleuve et de l'estuaire du Saint-Laurent, les adultes ne se retrouvant en eau douce que pour frayer. La population était caractérisée par une migration automnale vers l'amont du fleuve précédant la fraie printanière (Magnin et Beaulieu 1967). Aujourd'hui, les captures et observations de bars rayés effectuées dans le fleuve Saint-Laurent entre 2003 et 2008 s'étendent de l'île de Montréal jusqu'à Rimouski (figure 3).

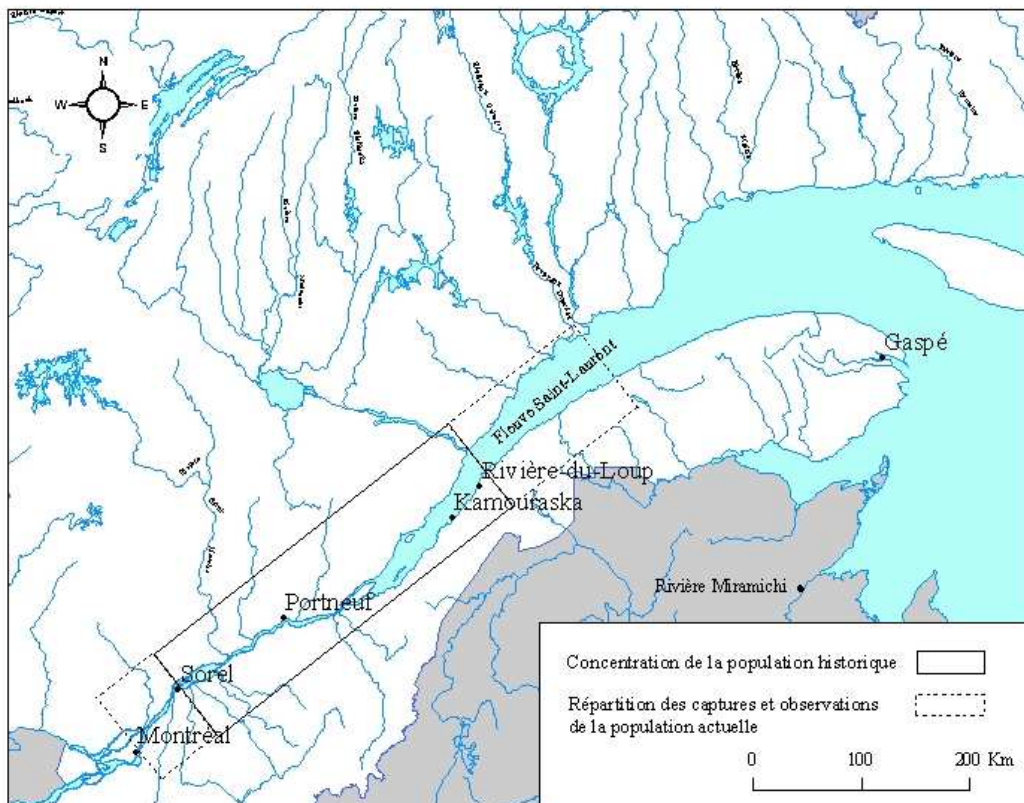


Figure 3. Comparaison de la distribution historique de la population de bars rayés dans le Saint-Laurent avec la population actuelle basée sur les captures et observations effectuées entre 2003 et 2008.

Le suivi des bars déversés demeure un élément essentiel afin de documenter l'établissement des individus (survie, croissance, aire de répartition), d'évaluer l'évolution des paramètres de population et son abondance relative et de chercher des preuves de reproduction naturelle. Ce suivi est établi grâce à un réseau-repère composé des pêcheurs commerciaux à l'anguille et d'esturgeon noir (principal réseau de suivi), des pêcheurs sportifs ainsi que différents intervenants du milieu faunique qui effectuent divers travaux de terrain en bordure du fleuve Saint-Laurent. Il a permis d'amasser de l'information provenant de 528 bars rayés dont 441 ont été récupérés. À lui seul, le réseau de suivi des pêches commerciales a contribué pour 86 % de toutes les captures de bars recensés depuis 2003 (tableau 4).

Tableau 4. Répartition des captures et observations selon l'origine du réseau-repère

Origine du réseau-repère	Captures	Observations	Total
Réseau de suivi des pêcheurs commerciaux	429	24	453 (86 %)
Pêche sportive	4	40	44 (8 %)
Inventaires fauniques	8	23	31 (6 %)
Total	441 (83,5 %)	87 (16,5 %)	528

Le réseau de suivi des pêcheurs commerciaux est circonscrit entre Portneuf et Sainte-Luce, et 97 % des captures de bars rayés ont été effectuées à l'intérieur du secteur compris entre Portneuf et Rivière-du-Loup (figure 4). Quelques spécimens ont été capturés en dehors de l'aire de répartition originellement occupée par la population historique. Une capture a été prise à l'embouchure de la rivière Rimouski et l'autre dans l'estuaire de la rivière Cascapédia en Gaspésie. Au milieu du siècle dernier, des observations de bars rayés avaient également été rapportées dans le secteur de la Gaspésie et dès cette époque ces spécimens étaient considérés comme étant égarés de la population de la rivière Miramichi. On croit encore la même chose aujourd'hui.

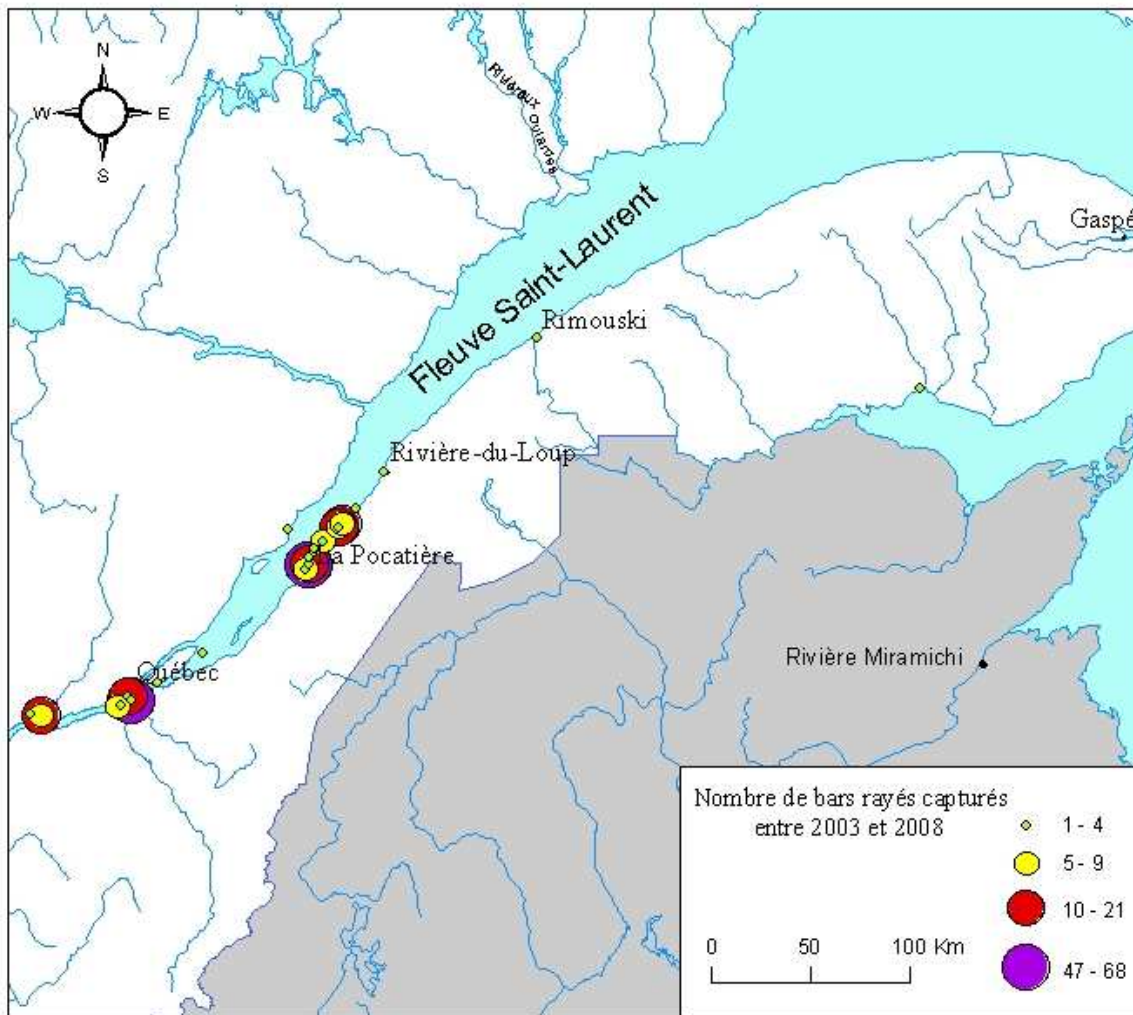


Figure 4. Répartition des captures de bars rayés entre 2003 et 2008 dans le fleuve Saint-Laurent.

À la suite de l'analyse de la distribution des individus capturés selon l'âge, on remarque que l'on retrouve des bars de chacun des groupes d'âge entre Portneuf et Rivière-du-Loup. Toutefois, 99 % des jeunes bars de l'année, c'est-à-dire ceux âgés de 0+ an, ont été récoltés dans l'anse Sainte-Anne dans le secteur compris entre Saint-Roch-des-Aulnaies et la Pointe-de-Rivière-Ouelle (figure 5). Il semble donc que l'anse Sainte-Anne soit un habitat préférentiel pour ces jeunes individus. Historiquement, des jeunes bars avaient aussi été échantillonnés au mois de septembre à l'embouchure des rivières Ouelle et Saint-Jean-Port-Joli. Des études concernant la population de la Miramichi indiquent en

effet que les jeunes de l'année se trouvent en abondance dans les baies abritées des estuaires, où ils se nourrissent surtout de petits invertébrés (Robichaud-Lebland *et al.* 1997).

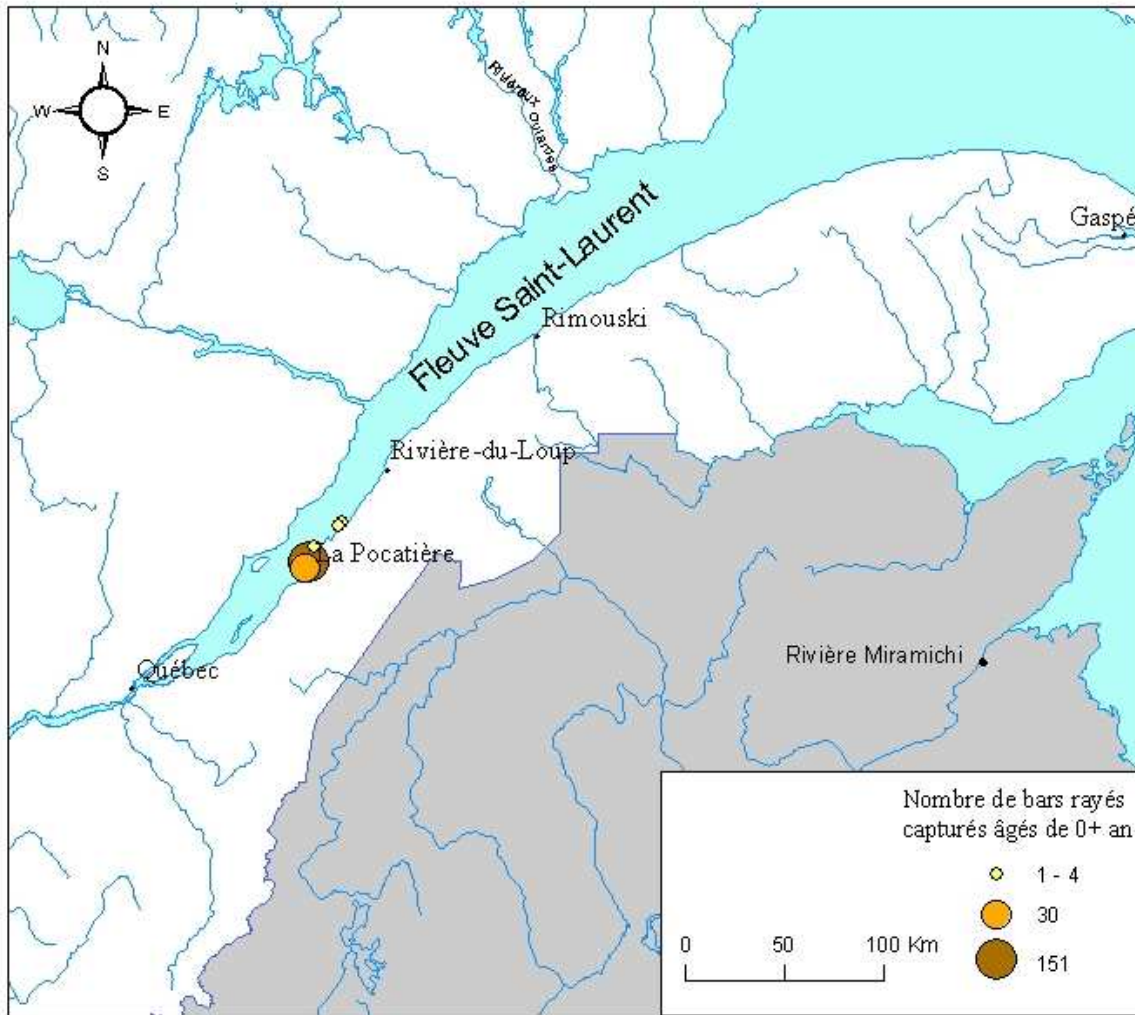


Figure 5. Distribution des bars rayés capturés à l'âge de 0+ an.

Afin de compléter les données de captures, les pêcheurs sportifs sont encouragés à rapporter toute observation de bars rayés dans le Saint-Laurent au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Depuis 2004, l'organisme a ainsi enregistré 67 observations de bars rayés entre Montréal et Gaspé. Ces données permettent entre autres de connaître l'ensemble de l'aire de distribution du bar rayé dans le Saint-Laurent (figure 6).

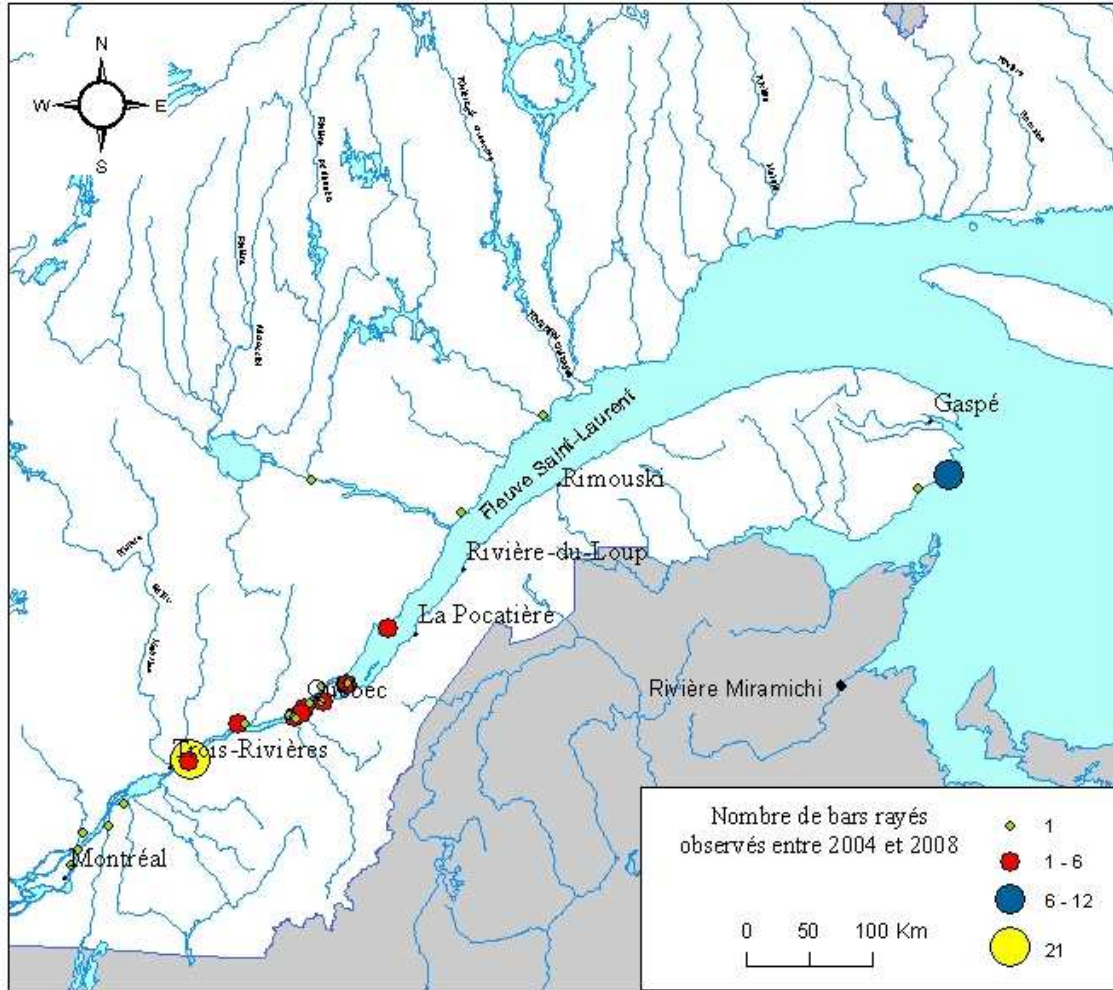


Figure 6. Observations de bars rayés enregistrées au CDPNQ depuis 2004.

3.1.2 Capture des bars rayés dans le Saint-Laurent

Depuis 2003, un total de 441 bars rayés ont été capturés dans le fleuve Saint-Laurent et les prises ont varié annuellement entre 3 (2003) à 164 (2008) (tableau 5). La majorité des bars récupérés a pu être classée selon l'âge ainsi que l'origine. Grâce aux micro-étiquettes présentes chez certains individus, nous avons pu identifier 97 bars âgés de $\geq 1+$ an originaires de la pisciculture. Le patron de croissance régulier des écailles des 311 autres bars laisse croire (ou laisse supposer) que ces individus ont probablement passé la majeure partie de leur vie en milieu naturel, mais il est toutefois impossible de déterminer avec certitude leur origine exacte, exception faite des 39 individus de 0+ an capturés

en 2008. Étant donné qu'aucune introduction de larves n'a été effectuée au cours de l'année 2008, nous pouvons ainsi affirmer, hors de tout doute, que ces juvéniles sont tous issus de la reproduction naturelle.

Tableau 5. Capture des bars rayés entre 2003 et 2008 selon l'âge et l'origine des individus

Âge	Patron de croissance des écailles	Origine	Année de capture					
			2003	2004	2005	2006	2007	2008
0+	typique typique	Naturelle Naturelle ou pisciculture			3	77	54	39
1+	typique atypique	Naturelle probable Pisciculture			2	3	32 4	20
2+	typique atypique	Naturelle probable Pisciculture			1 4		9 12	46 27
3+	typique atypique	Naturelle probable Pisciculture			6 11	7 6		8 12
4+ et plus	typique atypique	Naturelle probable Pisciculture				1 10	2 5	1
Indéterminé	atypique atypique	Pisciculture probable Pisciculture	3	11	3 1	3	7	11
Total			3	11	30	108	125	164

3.1.3 Structure de taille et de masse

Les relations entre la longueur à la fourche (LF) (mm) et la longueur totale (LT) (mm) ont été effectuées sur un échantillon de 419 bars rayés capturés entre 2003 et 2008 (figure 7). Voici les équations des régressions obtenues :

$$LT = 1,063*LF + 0,069$$

$$LF = 0,9403*LT + 0,0767$$

Des valeurs semblables ont été enregistrées par Magnin et Beaulieu (1967), sur un échantillon de la population historique du Saint-Laurent capturé entre 1946 et 1962, et par Mansueti (1961) chez une population de la baie de Chesapeake au Maryland (États-Unis).

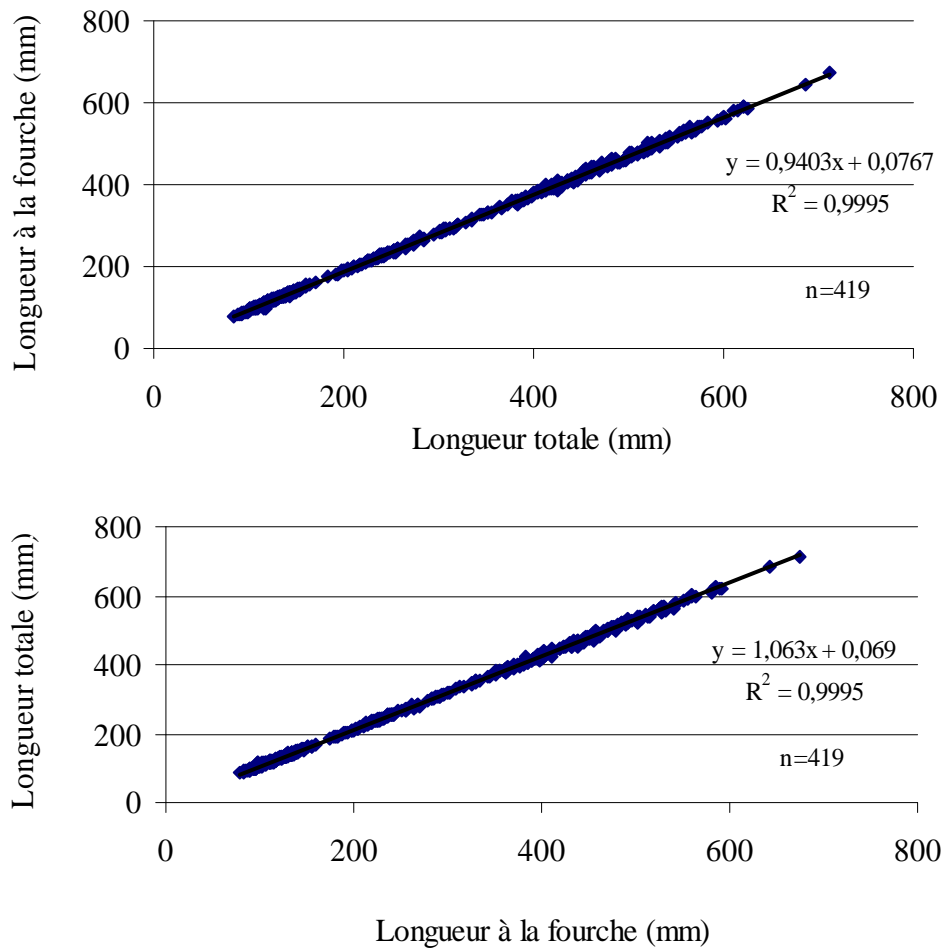


Figure 7. Relations entre la longueur à la fourche (mm) et la longueur totale (mm) des bars rayés capturés dans le Saint-Laurent entre 2003 et 2008.

La distribution des classes de taille de l'ensemble des bars capturés s'étend de 80 à 710 millimètres avec une moyenne de 287,7 millimètres. Des pics d'abondance distincts sont observés pour les classes de longueur situées entre 90 et 150 millimètres, entre 230 et 260 millimètres et entre 380 et 430 millimètres (figure 8). Cinquante pour cent (50 %)

des individus capturés avaient une taille inférieure à 245 millimètres. Des quantités importantes de larves et de juvéniles 0+ ont été déversées depuis 2002, il est donc normal d'avoir une grande quantité d'individus de faible taille. Au fil du temps, l'effectif obtenu dans les classes de taille plus grandes devrait augmenter. Historiquement, des pics d'abondance importants étaient enregistrés dans les classes de taille avoisinant 250 et 420 millimètres (Beaulieu 1985).

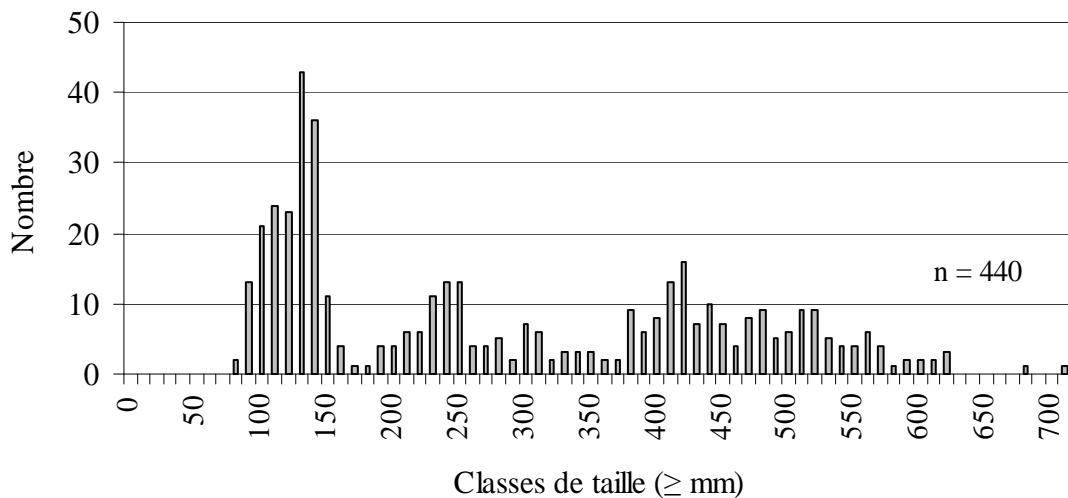


Figure 8. Distribution des classes de taille (≥ mm) des bars rayés capturés entre 2003 et 2008.

Une grande variabilité est observable sur le plan de la distribution des classes de taille en fonction des années de capture (figure 9). En 2006, les individus capturés avaient des tailles qui se situaient essentiellement dans les classes comprises entre 100 et 160 millimètres et entre 470 et 610 millimètres. En 2007, des individus de tailles comprises entre 180 et 430 millimètres font ensuite leur apparition et, en 2008, les bars capturés possèdent des tailles occupant l'ensemble des classes de taille jusqu'à 710 millimètres. La structure de taille chez les bars rayés capturés dans une année semble être influencée en bonne partie par la taille des individus déversés cette même année et les années précédentes. Par exemple, en 2006, une grande quantité de bars juvéniles de 0+ an ont été déversés, ce qui expliquerait la forte proportion de petits individus dans le prélèvement. De plus, l'année précédente, de gros individus (400-500 millimètres) ont été déversés; ce sont probablement ces derniers qui ont été capturés en 2006.

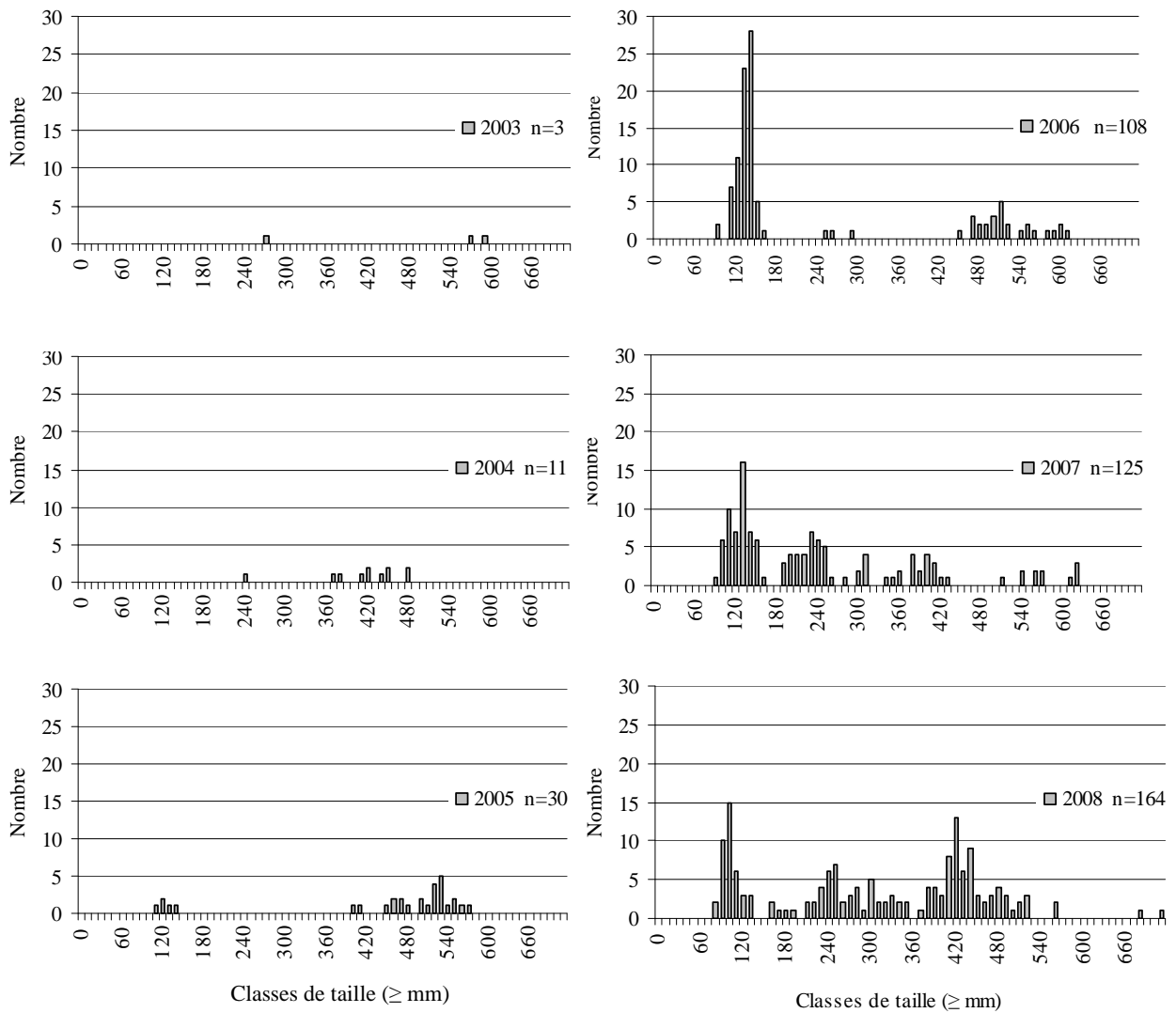


Figure 9. Distribution des classes de taille (\geq mm) des bars capturés selon l'année d'échantillonnage.

La masse des individus capturés varie de 5,9 g à 4178,0 g pour une moyenne de 579,2 g. Cinquante pour cent (50 %) des bars capturés avaient une masse inférieure à 174,75 g. La figure 10 montre la relation entre la longueur totale (mm) et la masse (g). Cette relation est comparable à celle enregistrée jadis avec les individus qui formaient historiquement la population du Saint-Laurent (Robitaille 2001).

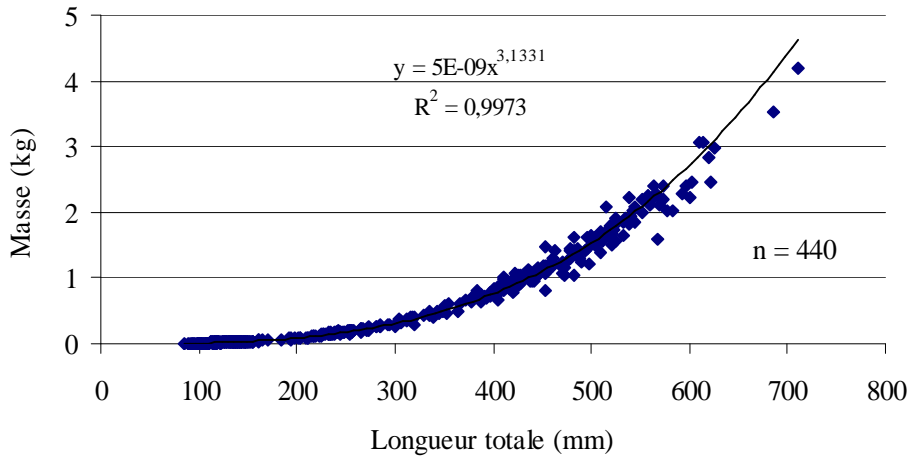


Figure 10. Relation entre la longueur totale (mm) et la masse (g) des bars rayés capturés entre 2003 et 2008.

La distribution des classes de longueur totale des bars rayés mâles, femelles et de sexe indéterminé est présentée à la figure 11. La classe modale de taille pour les bars de sexe indéterminé est de 130 millimètres, tandis qu'elle se situe à 410 millimètres pour les mâles et à 440 millimètres pour les femelles. Un décalage est aussi remarqué entre l'étendue de taille des mâles et des femelles. La taille de 95 % des mâles se situe entre 240 et 570 millimètres tandis que les femelles sont plus grandes et occupent à 95 % les classes comprises entre 320 et 620 millimètres. En deçà de ces valeurs minimums respectives, il semble difficile d'être en mesure d'établir le sexe des individus.

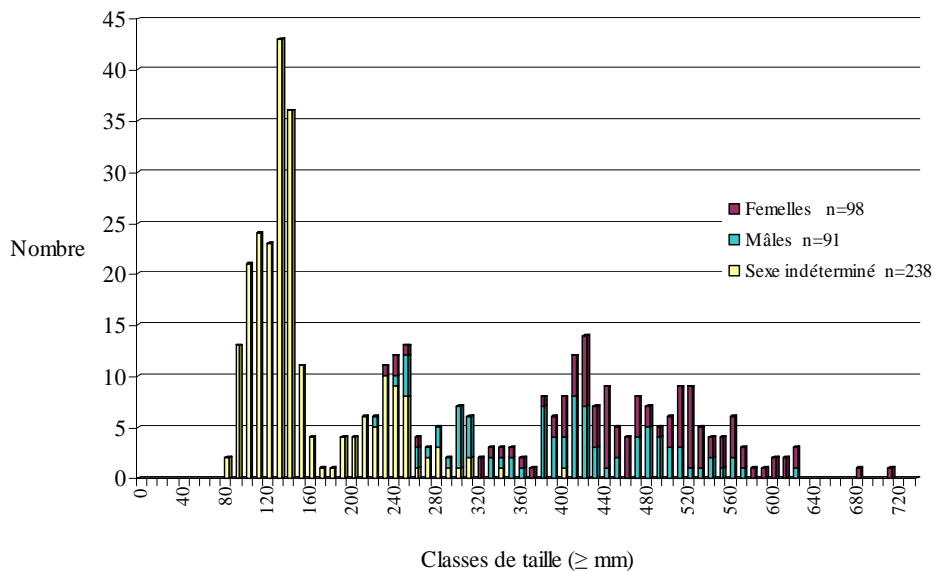


Figure 11. Distribution des classes de taille (≥ mm) selon le sexe pour les bars rayés échantillonnés entre 2003 et 2008.

3.1.4 Structure d'âge

La distribution de la structure d'âge a été déterminée en fonction des différentes classes d'âge. Un poisson qui ne possédait aucun annulus sur ses écailles a été classé dans la classe 0, celui qui avait un annulus entre dans la classe I, celui qui en possédait deux figure dans la classe II et ainsi du suite jusqu'à la classe IV. La figure 12 démontre que 78 % des individus capturés entrent dans les classes d'âge de 0 à II. Il a été possible d'identifier le sexe chez 89 % des bars appartenant aux classes II et plus; avant cet âge le sexe demeure difficile à différencier. On remarque également que les femelles et les mâles se distribuent de manière relativement proportionnelle dans chacune des classes d'âge.

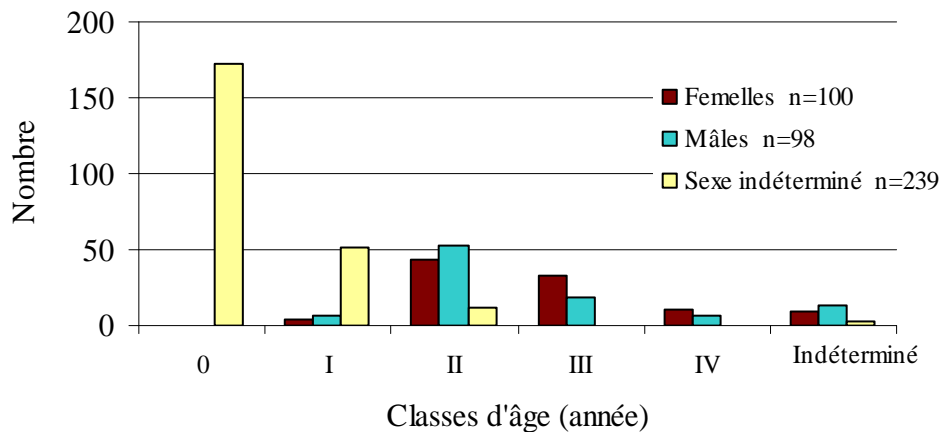


Figure 12. Distribution de la structure d'âge de l'ensemble des bars échantillonnés entre 2004 et 2008 selon le sexe.

Le tableau 6 présente l'étendue (min. et max.) des tailles des bars capturés en fonction des classes d'âge ainsi que la moyenne qui y est associée. Les juvéniles de la classe 0 possèdent une longueur moyenne de 127 millimètres pour une étendue de valeur à 95 % variant de 93 à 154 millimètres. La plus vaste étendue de classes de longueur totale se situe chez les individus de la classe II avec des gammes de taille à 95 % variant de 244 à 465 millimètres. Si l'on compare les valeurs obtenues avec celles de Magnin et Beaulieu (1967) sur des bars provenant de la population historique entre 1946 et 1962, on remarque que les bars de la nouvelle population ont des tailles plus élevées que celles de

l'ancienne population pour une classe d'âge donnée. Par exemple, à la classe d'âge III, l'étendue des valeurs de longueur totale à 95 % varie de 327 à 563 millimètres pour la nouvelle population comparativement à des gammes de longueur totale de 290 à 375 millimètres chez la population historique. Cette tendance est observable dans l'ensemble des classes d'âge.

Tableau 6. Étendue des longueurs totales (mm) de l'ensemble des bars rayés capturés entre 2004 et 2008 en fonction de leur classe d'âge

Classes d'âge (année)	N	Longueur totale (mm)			
		Médiane	Présente étude Moyenne	Limites à 95 %	Magnin et Beaulieu (1967) Limites à 95 %*
0	173	131	127	93-154	n/a
I	62	236	233	136-300	77-134
II	107	405	382	244-465	176-282
III	52	505	502	327-563	290-375
IV	18	584	574	477-659	359-451

*Les longueurs totales ont été estimées à partir des longueurs à la fourche avec l'équation : $LT = 1,028*LF + 6,368$ (tiré de l'étude de Magnin et Beaulieu (1967)).

Les résultats du tableau précédent sont représentés graphiquement à la figure 13. L'étendue des valeurs de tailles est représentée pour chacune des classes d'âge par un diagramme de quartile montrant où se situent la moyenne, la médiane ainsi que l'étendue de 90 % des données analysées. L'analyse de variance démontre que l'étendue des valeurs de tailles varient significativement entre les mâles et les femelles à partir de la classe d'âge II, les femelles étant plus grosses (ANOVA $p < 0,05$). Des analyses semblables ont été effectuées pour les bars de la population de la rivière Miramichi, et l'analyse de l'ensemble de leurs échantillons démontre une différence de taille entre les mâles et les femelles à toutes les classes d'âge, exception faite des bars âgés de 3 ans pour lesquels la taille serait la même entre les mâles et les femelles (Chaput et Robichaud 1995).

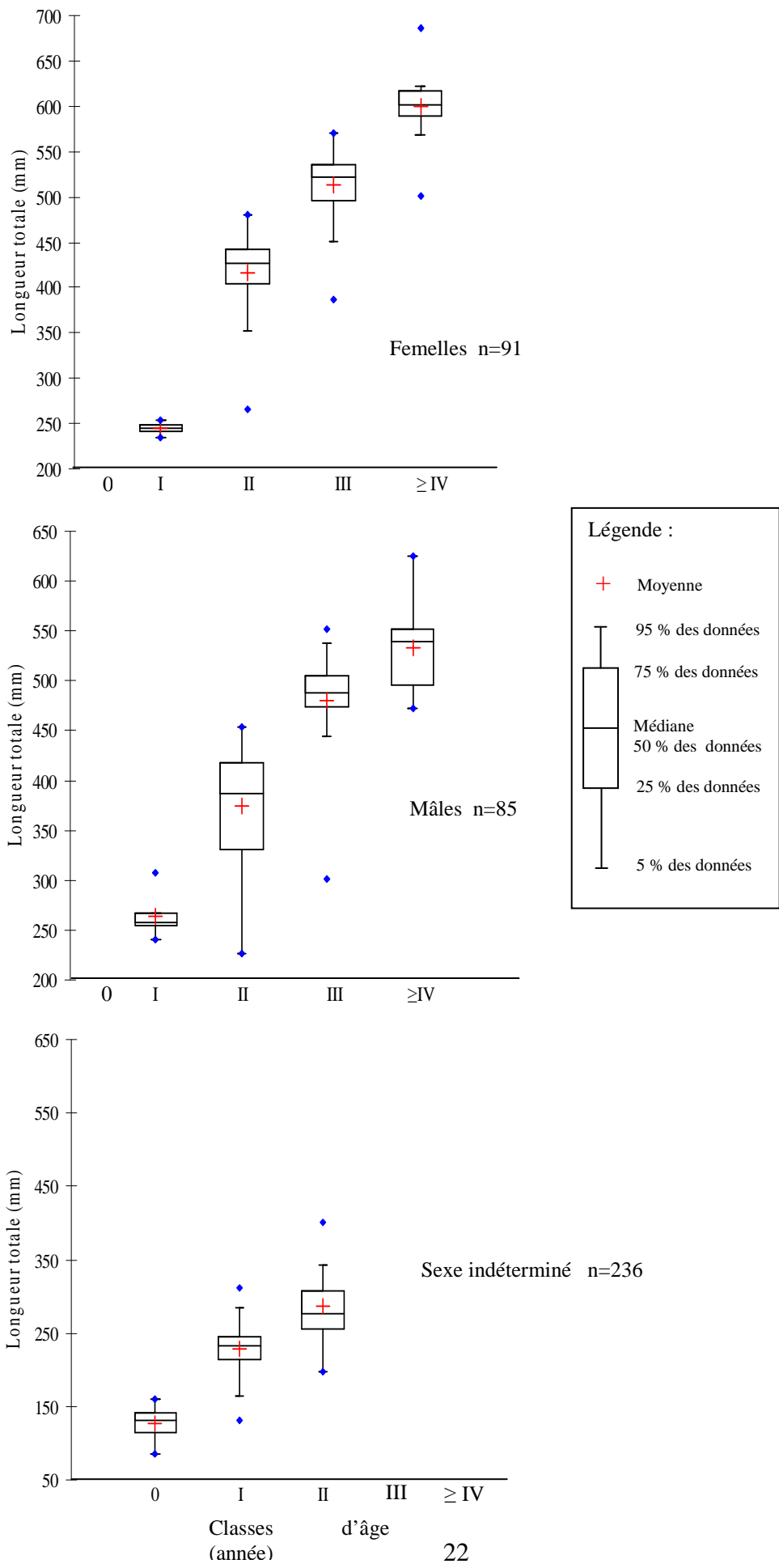


Figure 13. Étendue de la longueur totale des bars rayés capturés entre 2004 et 2008 selon les classes d'âge. Les limites représentent 90 % des spécimens analysés.

3.1.5 Maturité

Le stade de maturité a été déterminé chez les bars rayés capturés provenant du Saint-Laurent selon la charte de Buckmann (annexe I). Chez 437 individus, 237 ont été identifiés comme étant immatures, c'est-à-dire que les gonades n'ont pas encore subi de développement ou de transformation, rendant ainsi le sexage très difficile, voire impossible dans la majorité des cas. À partir du deuxième et troisième stade, la différenciation mâles-femelles est visible, mais les individus ne sont pas encore prêts pour la reproduction. Au quatrième stade, on considère les individus matures et prêts pour la reproduction du printemps suivant. Quatorze des 102 femelles identifiées avaient un stade de maturité compris entre 4 et 6 et leurs tailles variaient de 477 à 711 millimètres, tandis que 6 mâles ont été identifiés comme étant des individus matures et leurs tailles variaient de 482 à 625 millimètres (figure 14). L'analyse de variance démontre que les mâles ayant un stade de maturité de 2 et 3 sont significativement plus petits que les femelles du même stade (ANOVA $p < 0,05$). Par contre, l'analyse effectuée sur 13 femelles et 5 mâles ne révèle aucune différence de taille chez les individus présentant un stade de maturité de niveau 4 (ANOVA $p > 0,05$).

L'âge et la taille à la première maturation n'ont pas été clairement identifiés pour le bar provenant de l'ancienne population du Saint-Laurent (Robitaille 2001). À l'époque, on avait supposé qu'en moyenne les bars étaient en mesure de se reproduire lorsqu'ils atteignaient une taille de 406 millimètres (Magnin et Beaulieu 1967) et que, à 5 ans, l'ensemble des femelles serait mature (Merriman 1941, Raney 1952, Lewis 1962). Par contre, des études effectuées au Rhode Island par Deuel *et al.* (1989), sur un échantillon de 302 femelles, confirment que seulement 12 % de ces dernières seraient matures à 4 ans. Les analyses effectuées par Vladykov et Brousseau (1957) sur des spécimens provenant de la population historique de bars rayés de Saint-Laurent entre 1944 et 1957 entre Trois-Rivières et Kamouraska démontrent qu'il y avait certaines femelles qui étaient matures dès l'âge de 4+ ans et que la totalité des femelles étaient prêtes à se reproduire à partir de 5+ ans. Les mâles, plus précoces, étaient tous matures à l'âge de 4+ ans et certains individus, dès l'âge de 3+ ans (Robitaille 2001).

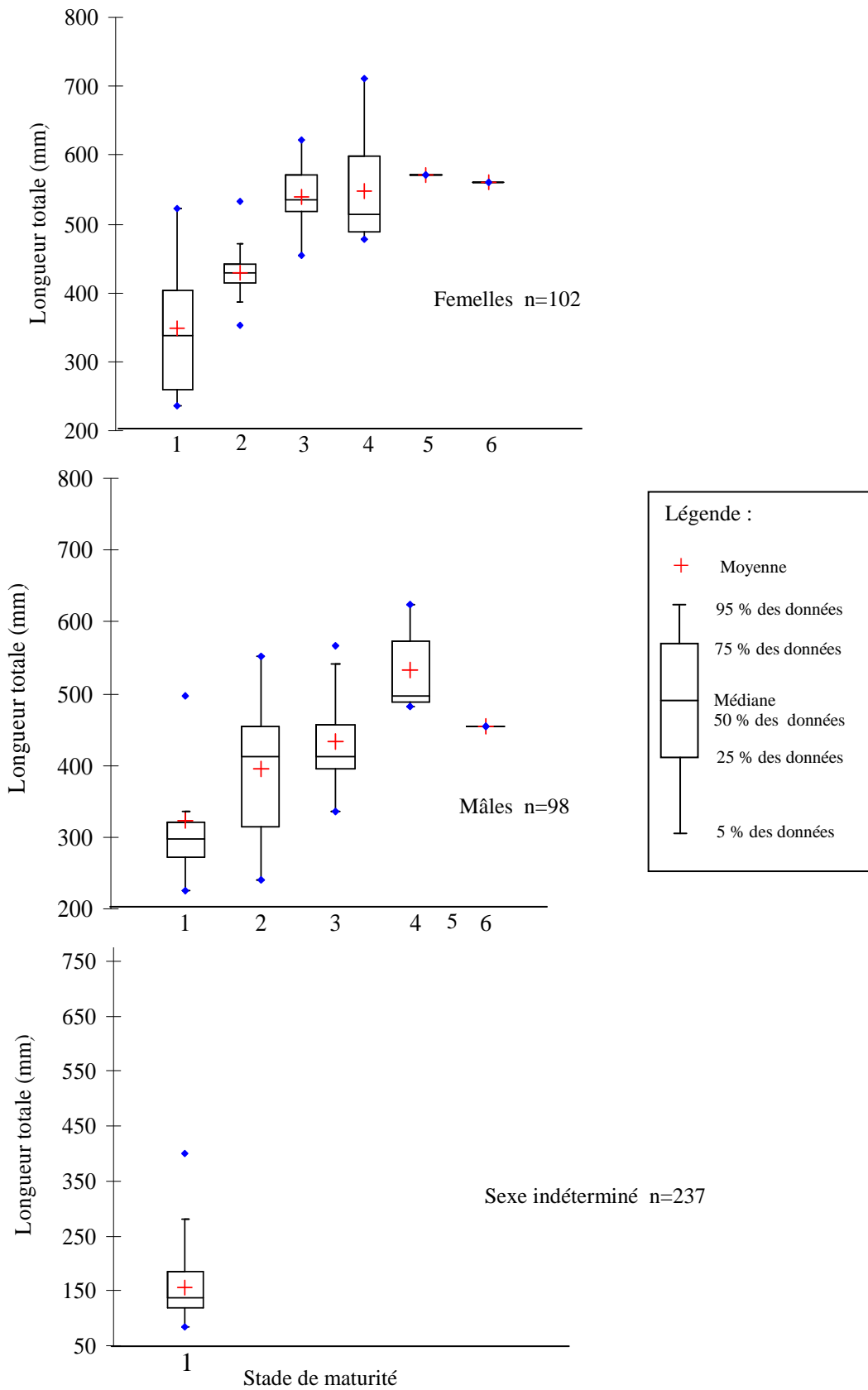


Figure 14. Étendue de la longueur totale (mm) des bars rayés capturés entre 2005 et 2008 selon le stade de maturité. Les limites représentent 90 % des spécimens analysés. Stades de maturité : 1 Immature; 2 Reprise de l'évolution sexuelle; 3 Développement en cours; 4 Développement achevé; 5 Pré-ponte (gravide); 6 Ponto; 7 Post-ponte; 8 Récupération.

En résumé, la première maturation ne se produirait pas avant 3 ans chez les mâles pour une longueur de 300 millimètres et 4 ou 5 ans chez les femelles, à plus de 400 millimètres de longueur chez les populations du Saint-Laurent et chez des individus provenant de la rivière Kouchibouguac au Nouveau-Brunswick (Hogans et Melvin 1984, Beaulieu 1985, COSÉPAC 2004). Toutefois, les mâles sont matures plus tôt chez les populations du Sud, soit vers l'âge de 2 à 3 ans (Setzler *et al.* 1980).

Le tableau 7 présente l'âge selon le stade de maturité pour les bars du Saint-Laurent formant la nouvelle population. On remarque que les mâles atteignent le stade 3 (développement des gonades) plus jeunes que les femelles. En effet, 23 individus mâles ont déjà atteint ce stade à l'âge de 2+ ans pour seulement 5 femelles. Celles-ci atteindront ce stade vers l'âge de 3+ ans et plus. Les 12 femelles et les 4 mâles ayant un stade de maturité de niveau 4 (développement des gonades achevé) étaient tous âgés de 3+ ans ou plus. Pour l'instant, les résultats semblent démontrer que certaines femelles atteindraient leur stade de maturité dès l'âge de 3+ ans, donc plus tôt que ce qui est véhiculé dans la littérature. Toutefois, de ces neuf femelles âgés de 3+ ans et ayant un stade 4 de maturité, sept ont été déversées en 2008 à 3+ ans et les deux autres l'ont été en 2007 à l'âge de 2+ ans. Il faut donc porter une attention particulière à l'interprétation des résultats. Certains étant biaisés par le fait que plusieurs bars ont passé la majorité de leur vie en pisciculture, ce qui a probablement eu une influence sur la maturation précoce des gonades.

Tableau 7. Stade de maturité des gonades chez les bars rayés capturés entre 2005 et 2008 selon les différentes classes d'âge

Stade de maturité	Classes d'âge (année)				
	0	I	II	III	≥ IV
Femelles					
1		4	8	1	
2			31	4	
3			5	18	9
4				9	3
5				1	
Mâles					
1		2	10		1
2		5	24	11	1
3			23	6	4
4				3	1
5					
Sexe indéterminé					
1	172	52	12		

Le rapport gonado-somatique (RGS), qui représente le rapport entre la masse des gonades et la masse somatique du poisson, varie de 0,04 à 8,68 %. Ce sont majoritairement des femelles qui présentent les RGS les plus élevés. Les gonades des mâles représentent, que très rarement, plus de 2 % de la masse totale du poisson (figure 15).

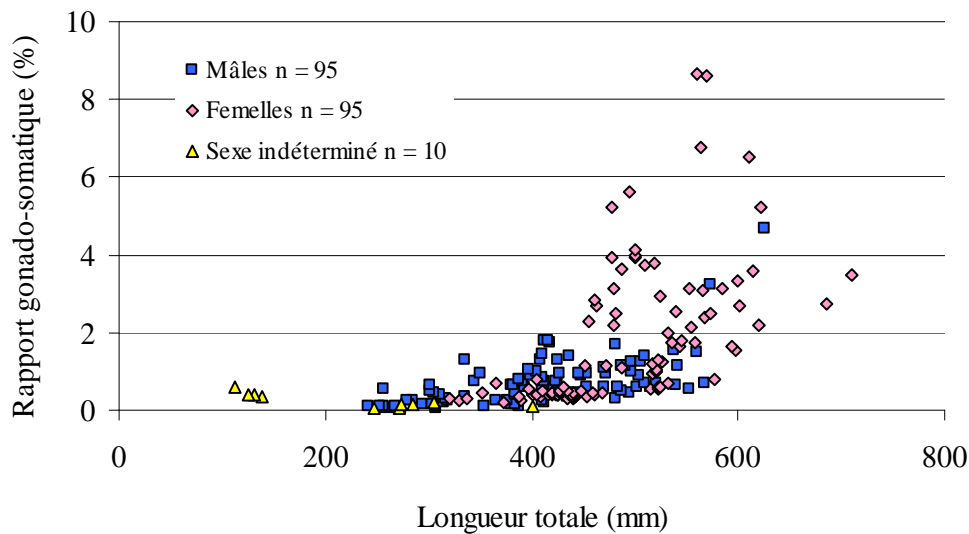


Figure 15. Rapport gonado-somatique (%) des bars rayés capturés entre 2003 et 2008 dans le Saint-Laurent en fonction de leur longueur totale (mm) selon le sexe.

La figure 16 présente les RGS (%) selon le stade de maturité des individus. On remarque clairement chez les femelles qu'en deçà du stade 3 de maturité, les gonades occupent une très faible proportion par rapport à la masse totale des individus. C'est à partir du stade de maturité 3 que les gonades commencent à se développer davantage. Le RGS (%) indique des valeurs médianes de 2,2 % et 3,8 % pour les stades de maturité respectifs de niveaux 3 et 4. Chez les mâles, les valeurs médianes du RGS se situent toutes en deçà de 2 %, excepté chez deux individus de stade 4, qui possédaient un RGS supérieur à 3 %. La population historique, quant à elle, montrait peu de valeurs supérieures à 2 % chez un échantillon d'individus femelles pêchés au lac Saint-Pierre en avril 1946, soit juste avant la période de fraie. Les RGS les plus élevés (2-6 %) ont été enregistrés chez les individus présentant des longueurs totales avoisinant 500 millimètres. Les analyses provenant des bars femelles capturés entre 2003 et 2008 semblent démontrer des RGS plus élevés que la population historique, avec des valeurs allant jusqu'à 8,6 % et, tout comme l'ancienne population, ces valeurs ont été enregistrées chez des individus ayant une taille près de 500 millimètres. L'analyse de variance démontre que les femelles de stade 3 possèdent des RGS % significativement plus élevés que les mâles du même stade ($p < 0,05$), ce qui n'est pas le cas avec les autres stades de maturité.

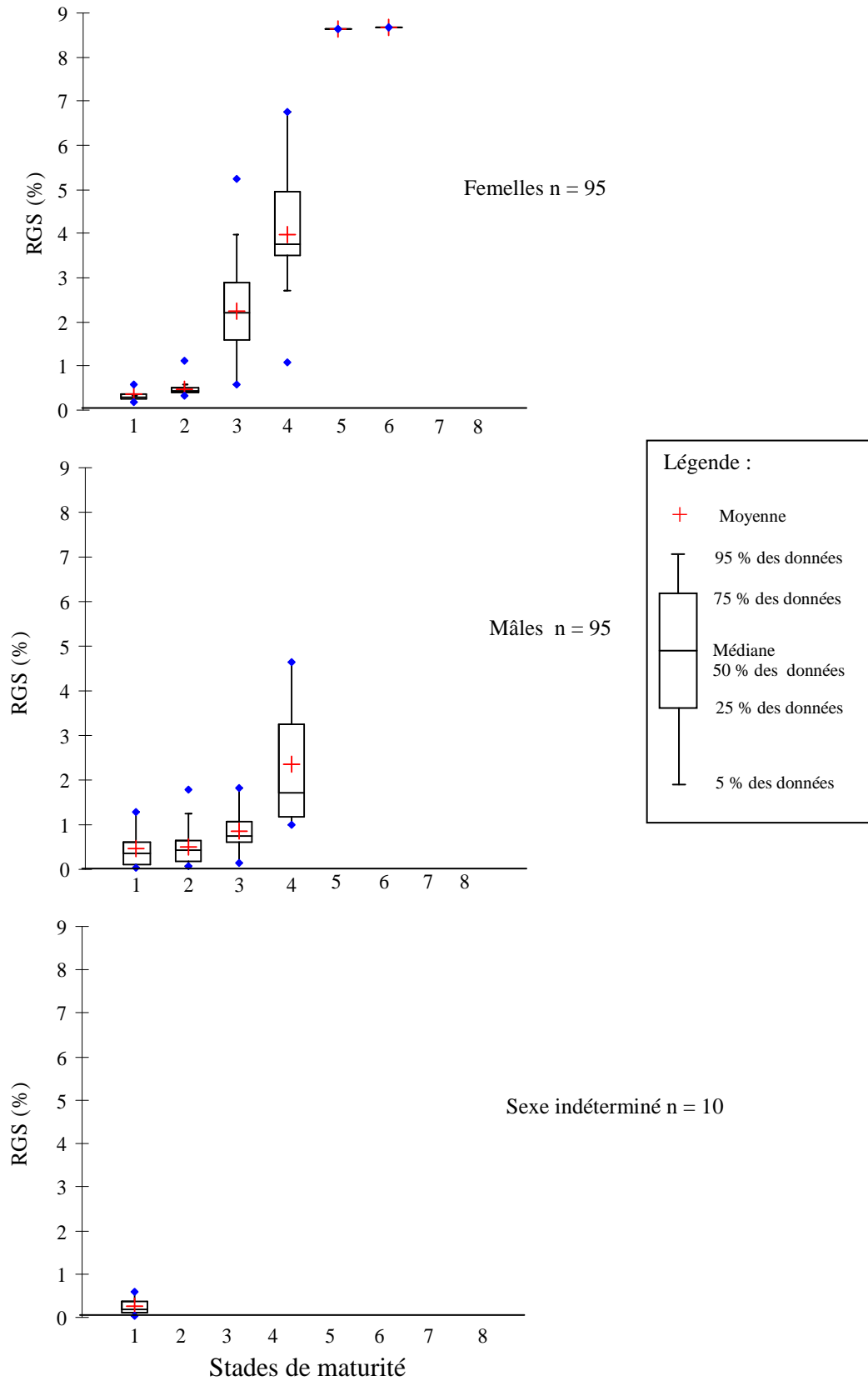


Figure 16. Distribution des rapports gonado-somatiques (RGS%) selon le stade de maturité des bars capturés entre 2003 et 2008 en fonction du sexe. Stades de maturité : 1 Immature; 2 Reprise de l'évolution sexuelle; 3 Développement en cours; 4 Développement achevé; 5 Pré-ponte (grave); 6 Ponde; 7 Post-ponte; 8 Récupération.

3.1.6 Alimentation

Les données sur l'alimentation du bar ont été recueillies à la suite de l'analyse des contenus stomacaux des spécimens capturés. Le contenu stomacal de 437 bars analysés est présenté dans le tableau 8. Les résultats obtenus ont été influencés par la quantité et la variété des proies qui se retrouvaient, en même temps, dans l'engin ayant servi à capturer les bars. Nous ne sommes pas en mesure de déterminer la quantité et la variété des proies qui ont été consommées lors de la détention des bars. Nous avons donc analysé le contenu stomacal des individus capturés sans tenir compte de ce paramètre.

Ainsi, l'analyse des estomacs révèle que près de 18 % d'entre eux étaient vides. Parmi les spécimens ayant un estomac plein, on remarque que plus le bar est de grande taille, plus ses proies le sont également, ce qui est aussi véhiculé dans la littérature (Brousseau 1955, Beaulieu 1985, Robichaud-Leblanc *et al.* 1997, Robitaille 2001, COSEPAC 2004). Les bars en deçà de 200 millimètres se nourrissent principalement de crustacés tels que crangons, crevettes, gammares et zooplanctons. On voit apparaître des poissons dans l'alimentation des individus à partir d'une taille de 200 millimètres, mais les crustacés demeurent encore leur proie principale. À 300 millimètres, on ne trouve pratiquement plus de crustacés dans leur alimentation et les poissons deviennent la proie de prédilection. Les espèces de poissons trouvées à l'intérieur des estomacs sont principalement l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*), le poulamon atlantique (*Microgadus tomcod*), le fondule barré (*Fundulus diaphanus*) et quelques épinoches sp., mais la majorité des poissons-proies n'étaient pas identifiables étant donné leur état de digestion avancée. Les autres proies telles que les annélides, les insectes et les débris végétaux sont présents dans l'alimentation du bar, mais de manière négligeable.

Ces tendances ont aussi été remarquées sur la population historique de bars rayés du Saint-Laurent (Brousseau 1955). Selon Brousseau (1955), le régime alimentaire du bar varie selon la saison, le milieu et l'âge du poisson. Les jeunes se nourrissent de petits crustacés, de vers et d'insectes puis ils consomment des poissons à mesure qu'ils grandissent. Comme plusieurs autres poissons prédateurs, les bars sont opportunistes et

leurs déplacements seraient associés à ceux de leurs proies (COSEPAC 2004). De plus, les bars auraient tendance à ne pas s'alimenter de façon continue, mais plutôt à se gaver avant de se reposer pendant la période de digestion (Beaulieu 1985).

Tableau 8. Contenu stomacal des bars rayés capturés en fonction de leur longueur totale

Contenu stomacal	Longueur totale (mm)					Total
	≤ 200	200-300	300-400	400-500	≥ 500	
Vide	50	9	3	6	10	78
Chyme	45	24	23	33	14	139
Débris de végétaux	11	0	1	2	2	16
Crustacés	65	23	2	1	0	91
Annélides	4	1	0	6	14	25
Insectes	1	0	1	12	1	15
Écrevisse	0	0	0	2	1	3
Poisson	1	15	11	33	25	85
Autres	5	1	0	2	1	9
Total	177	72	41	95	67	452

3.2 Taux de croissance : comparaison entre la population actuelle et l'ancienne population de bars rayés du Saint-Laurent

La croissance est un aspect important de l'écologie et de l'historique de vie d'un poisson. La détermination du taux de croissance est souvent une partie cruciale des recherches en milieu aquatique. Les méthodes de rétrocalcul, largement utilisées en recherche, reposent sur la reconnaissance des marques annuelles de croissance sur les écailles d'un poisson afin d'estimer la taille somatique du spécimen à chacun de ces incréments. Les tailles ainsi estimées permettent de dresser un historique de croissance individuelle du poisson à partir de laquelle un taux de croissance de la population peut être inféré.

Nous avons utilisé deux méthodes différentes de rétrocalcul afin d'estimer les tailles à l'âge des bars rayés à l'étude, soit la méthode du BPH et celle du SPH. Dans un premier temps, les relations logarithmiques (\log_{10}) de la longueur totale (mm) des bars sur le rayon de l'écaïlle (mm) des deux populations à l'étude ont dû être déterminées pour chacune des méthodes. La figure 17 montre les relations basées sur le rayon de l'écaïlle comme variable indépendante qui serviront à appliquer la méthode du BPH.

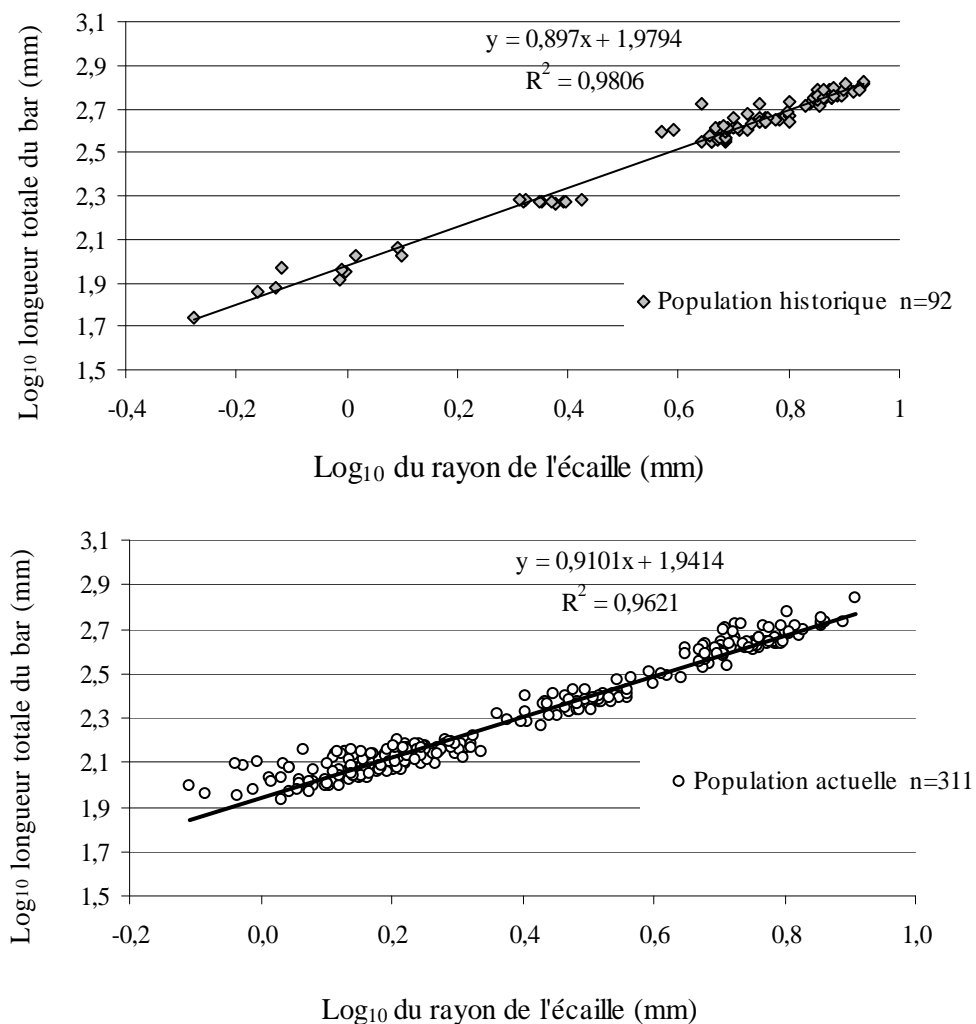


Figure 17. Régressions logarithmiques (\log_{10}) de la longueur totale (mm) des bars sur le rayon des écaïlles (mm) des deux populations à l'étude, pour le calcul de la méthode BPH.

La figure 18 montre quant à elle les relations logarithmiques (\log_{10}) pour les deux populations à l'étude, utilisant la longueur totale comme variable indépendante. Ces régressions serviront aux calculs de la méthode SPH.

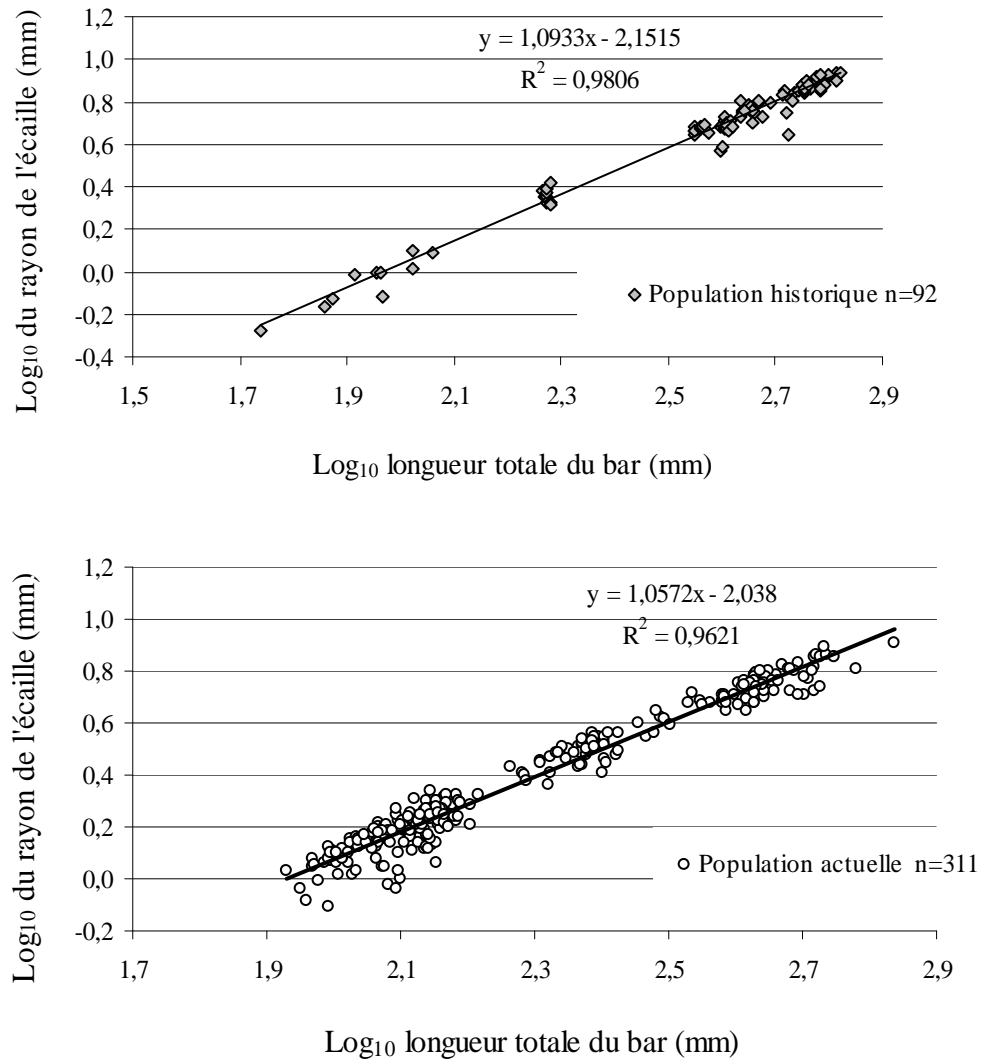


Figure 18. Régressions logarithmiques (\log_{10}) de la longueur totale (mm) des bars sur le rayon des écailles (mm) des deux populations à l'étude pour le calcul de la méthode SPH.

Afin de déterminer si l'une ou l'autre des méthodes de rétrocalcul utilisées sous-estime davantage les valeurs mesurées lors de la capture des bars échantillonnés, les tailles rétrocalculées au dernier annulus de chaque spécimen ont été comparées à la taille lors de la capture. Les valeurs sont présentées à la figure 19 en fonction de la longueur du rayon de l'écaille à la capture du poisson. Les tailles obtenues par rétrocalcul demeurent inférieures aux valeurs réelles mesurées, et ce, pour les deux méthodes de calculs utilisées. Ce phénomène est normal et bien connu étant donné que les tailles rétrocalculées le sont à partir du dernier annulus de croissance sur l'écaille du poisson tandis que la taille réelle a été prise sur un individu qui a déjà entamé une partie de sa croissance de l'année suivante. Cette croissance est plus ou moins importante selon la date à laquelle le bar a été capturé. Toutefois, on remarque qu'il n'y a pratiquement aucune différence entre les résultats obtenus avec la méthode BPH et la méthode SPH, donc il n'y a pas de méthode qui sous-estime davantage que l'autre les tailles pour un âge donné. Des résultats semblables ont été enregistrés par Pierce *et al.* (1996) chez deux espèces de poissons d'Amérique du Nord.

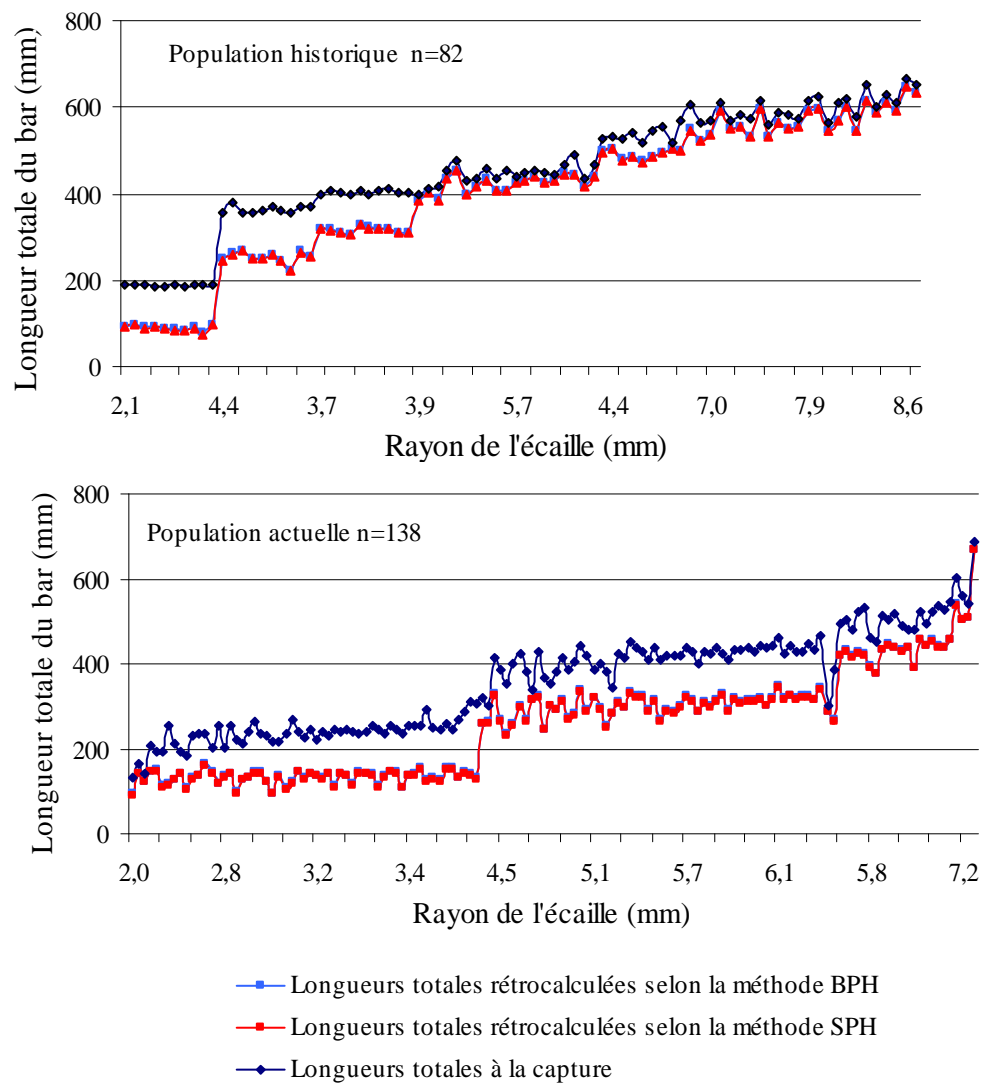


Figure 19. Longueurs totales rétrocalculées (mm) à l'âge selon les méthodes BPH et SPH, comparées aux tailles réelles mesurées lors de la capture des bars rayés échantillonnés.

Le phénomène de Lee, qui est la tendance à sous-évaluer les premières classes d'âge particulièrement chez les individus de grandes tailles, a été évalué à la suite de nos rétrocalculs selon les deux méthodes employées. Les figures 20 et 21 nous confirment que le phénomène de Lee n'a pas été repéré à la suite de nos calculs. On remarque en effet que la longueur totale rétrocalculée se situe dans la même étendue de valeurs, que le poisson ait été capturé avec une petite ou une grande taille, et ce, pour chacun des âges

étudiés. La tendance est la même pour les deux populations à l'étude ainsi que pour les deux méthodes de calculs utilisées.

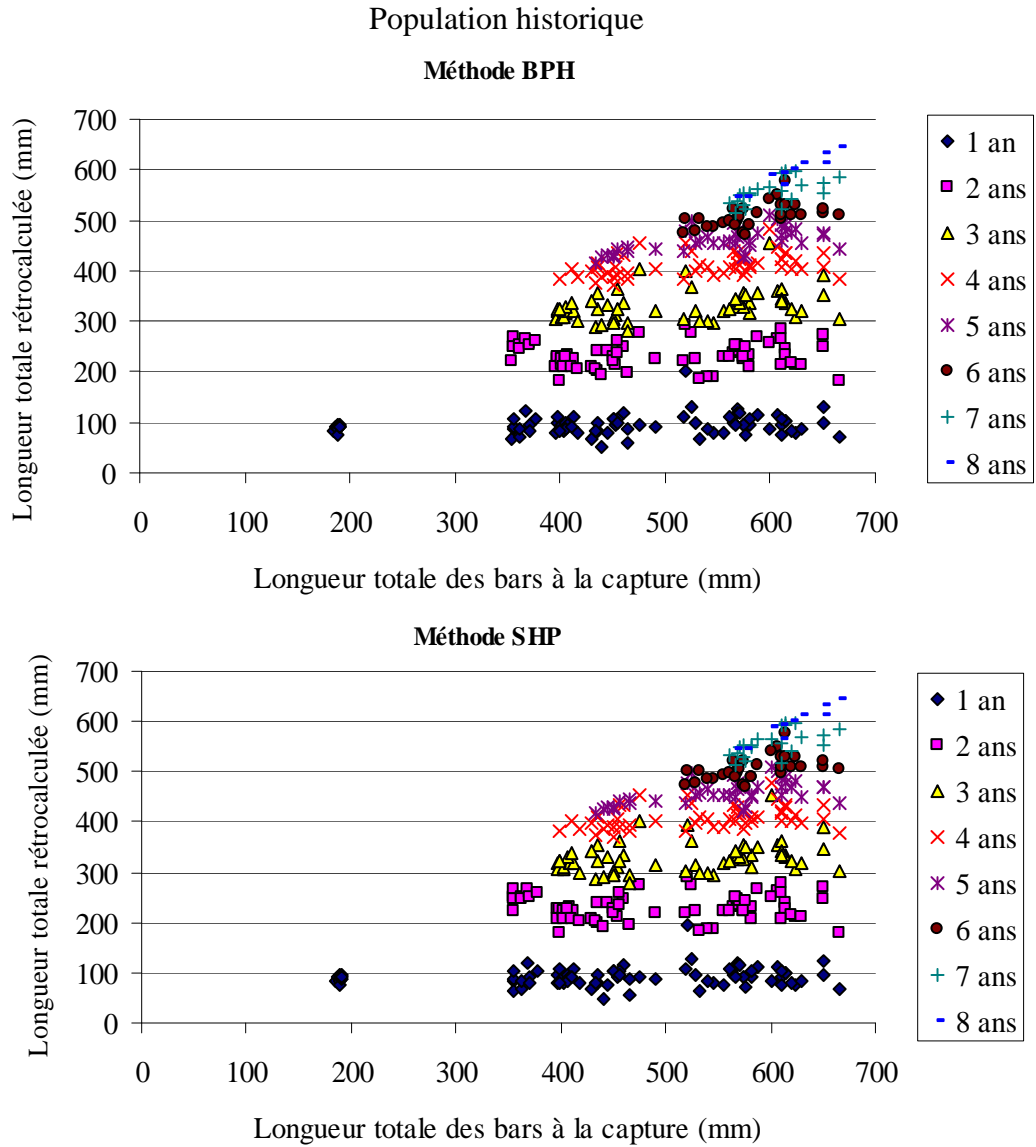


Figure 20. Vérification du phénomène de Lee chez la population historique de bars rayés du Saint-Laurent selon les deux méthodes de rétrocalcul utilisées.

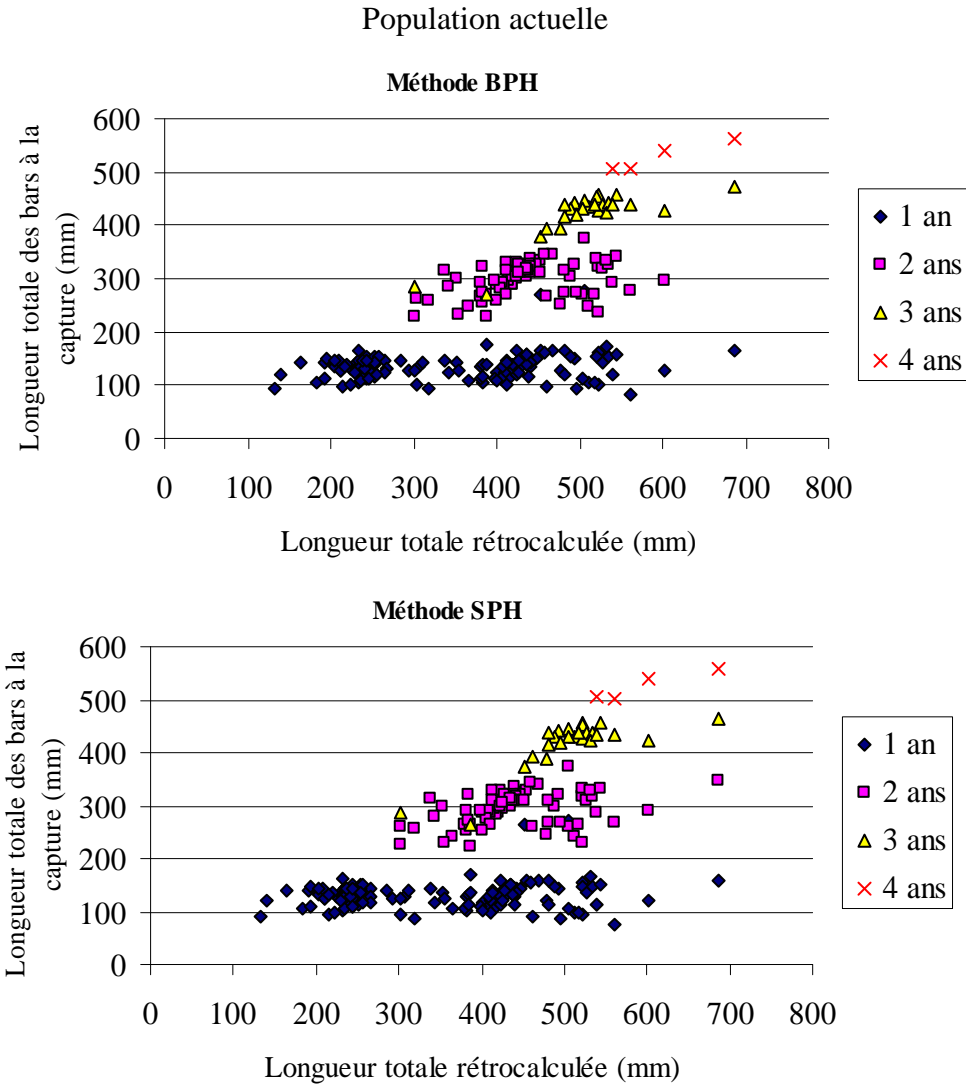


Figure 21. Vérification du phénomène de Lee chez la population actuelle de bars rayés du Saint-Laurent selon les deux méthodes de rétrocalcul utilisées.

À la suite de ces résultats, aucune méthode de rétrocalcul ne se démarque davantage que l'autre. Nous avons par conséquent choisi la méthode SPH pour établir les taux de croissance des deux populations de bars rayés du Saint-Laurent à l'étude. Les résultats sont présentés à la figure 22, et le tableau 9 présente les longueurs totales moyennes rétrocalculées à l'âge pour chacune des populations. On remarque que les bars rayés qui ont été capturés entre 2003 et 2008 possèdent des tailles supérieures pour un âge donné comparativement à l'ancienne population qui colonisait le Saint-Laurent jusqu'en 1960.

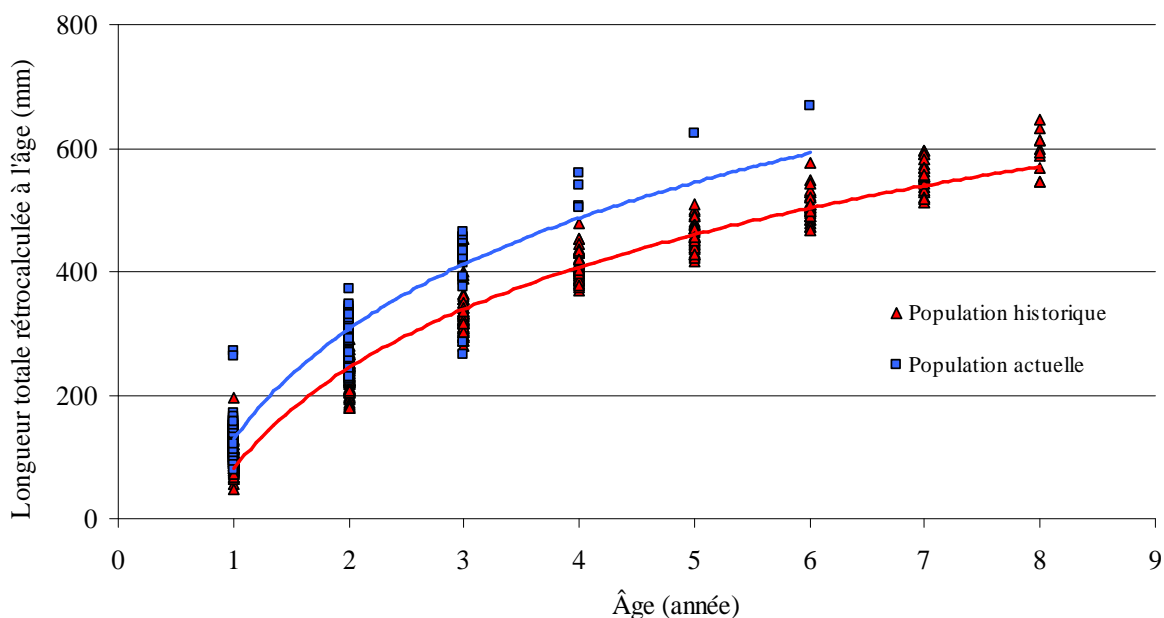


Figure 22. Longueurs totales (mm) rétrocalculées à l'annulus à partir des écailles de bars rayés provenant de l'ancienne et de l'actuelle population du Saint-Laurent.

Tableau 9. Longueurs totales moyennes (mm) à l'âge des bars rayés provenant de la population historique et actuelle du Saint-Laurent

Âge (année)	Population historique	Population actuelle
	Longueur totale moyenne (mm)	
1	92	131
2	230	296
3	328	417
4	409	527
5	459	623
6	506	668
7	556	n/a
8	594	n/a

Une caractéristique importante du bar rayé est sa croissance rapide. À l'époque, les jeunes bars du Saint-Laurent nés au printemps avaient une longueur à la fourche de 50 millimètres environ au mois de juillet-août et avaient déjà doublé à l'automne. L'année suivante, ils mesuraient 175 millimètres au cours de l'été et 225 millimètres à l'automne et la troisième année, de 300 millimètres ils passaient à 325 la saison suivante

(Magnin et Beaulieu 1967). L'augmentation annuelle de la taille est la plus importante entre 1 et 2 ans (Robinson 1960, Mansueti 1961, Magnin et Beaulieu 1967, Chaput et Robichaud 1995) et après 3 ans la croissance annuelle diminue (tableau 10). Selon Magnin et Beaulieu (1967), cette diminution de croissance correspondrait probablement à la période de maturité sexuelle. En effet, lors de la maturation, l'allocation des ressources est pratiquement entièrement dirigée pour assurer le développement des gonades, au détriment de la croissance somatique (Tremblay 2004). Cette tendance est également observée chez les bars de la nouvelle population. Plusieurs auteurs d'études (Scofield 1931, Vladykov et Brousseau 1957, Robinson 1960, Mansueti 1961, Chaput et Robichaud 1995) ont également remarqué qu'à partir de la troisième année les femelles grandissaient plus rapidement que les mâles. Nous n'avons pas été en mesure d'effectuer cet exercice lors de nos analyses étant donné qu'il y avait une trop forte proportion d'individus de sexe indéterminé parmi notre échantillon et, par conséquent, un faible effectif d'individus de sexe connu.

Tableau 10. Comparaison de la croissance annuelle moyenne des bars rayés du Saint-Laurent des deux populations du Saint-Laurent

Accroissement annuel de la longueur totale (mm)			
Intervalle de croissance annuelle	Population historique (Magnin et Beaulieu 1967) *	Population historique (présente étude)	Population actuelle
0-1 an	106	92	130
1-2 ans	129	138	165
2-3 ans	110	98	121
3-4 ans	79	81	110
4-5 ans	53	50	96

* La longueur totale (LT) a été estimée à partir de la longueur à la fourche (LF) selon l'équation suivante : $LT = 1,028*LF + 6,368$ (tiré des études menées par Magnin et Beaulieu (1967)).

Les études effectuées sur l'ancienne population du Saint-Laurent démontraient que les bars rayés avaient une taille moindre à un âge donné comparativement à ceux provenant des populations plus au sud, ces derniers bénéficiant d'une plus longue saison de croissance (Magnin et Beaulieu 1967, Vladykov et Brousseau 1957, COSÉPAQ 2004). Les résultats que nous avons obtenus sur les bars rayés provenant de la population historique du bar rayé dans le Saint-Laurent nous permettent de confirmer également cette affirmation. En fait, l'analyse de covariance démontre que le taux de croissance que

nous avons évalué pour la population historique est semblable au taux évalué par Magnin et Beaulieu en 1967, et que ce taux est effectivement plus faible pour la population actuelle que pour celles de la rivière Miramichi et de la Caroline du Sud ($p < 0,01$) (figure 23). De plus, le taux de croissance moyen des bars rayés provenant de la nouvelle population du Saint-Laurent est semblable à celui des bars de la Miramichi capturés entre 1994 et 2005 ($p > 0,01$), mais plus faibles que le taux de croissance des bars provenant de la Caroline du Sud ($p < 0,01$). Ces résultats nous laissent supposer deux hypothèses : 1- que les bars rayés présents actuellement dans le Saint-Laurent bénéficient probablement d'une capacité de support du milieu non limitant offrant une gamme de nourriture et d'habitats abondants et diversifiés; éventuellement la disponibilité de la ressource alimentaire devra être évaluée afin de ne pas saturer le système de jeunes bars qui ne pourront survivre faute de nourriture, de sites de croissance et de reproduction et 2- qu'étant directement issus de la population de la Miramichi, les bars rayés présents dans le Saint-Laurent présentent le même patron de croissance que leur population souche. Il faudrait voir maintenant si au fil du temps cette nouvelle population va se différencier génétiquement de la population de la Miramichi et peut-être adapter sa croissance avec les conditions du nouveau milieu.

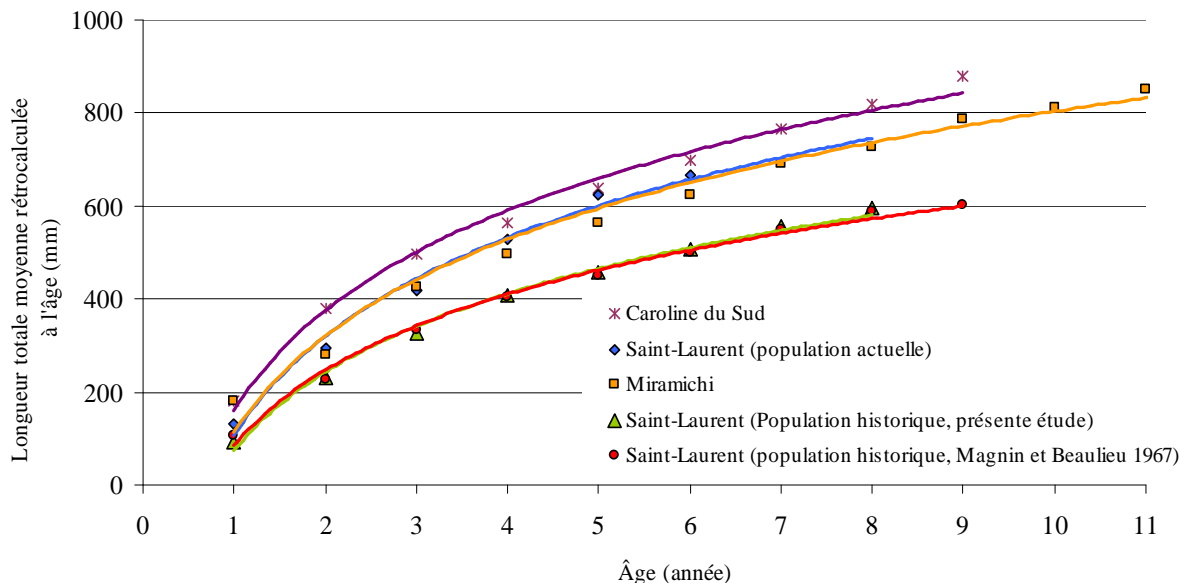


Figure 23. Longueurs totales moyennes des bars rétrocalculées à l'âge de la population historique du Saint-Laurent (présente étude, Magnin et Beaulieu 1967), de l'actuelle population du Saint-Laurent (présente étude), de la Miramichi (Douglas *et al.* 2006) et de la Caroline du Sud (Scruggs 1957).

4. Conclusion

À la suite de l'analyse biologique effectuée sur un échantillon de bars rayés provenant de la nouvelle population du Saint-Laurent, nous pouvons conclure que le projet de réintroduction du bar semble prometteur. La recolonisation de l'ensemble de l'aire originale de répartition du bar, l'évidence de reproduction naturelle et la croissance supérieure à la population historique nous permettent de croire à un succès éventuel du rétablissement d'une nouvelle population de bars rayés dans le fleuve. À la lumière des résultats obtenus, tout semble démontrer que les principales ressources (alimentaires, de croissance et de reproduction) recherchées par le bar rayé ne sont pas limitantes pour assurer sa croissance et son maintien.

Plusieurs éléments doivent encore faire l'objet d'un suivi serré afin d'assurer le succès de ce projet : 1- amorcer le plus tôt possible les déversements annuels de juvéniles âgés de 0+ à l'automne 2009; 2- assurer le maintien du réseau de suivi des pêcheurs commerciaux à l'anguille; 3- vérifier la capacité de support du milieu afin de limiter la compétition entre les individus; 4- vérifier la cohabitation du bar avec les espèces biologiques déjà établies dans le fleuve; 5- évaluer les impacts de ce prédateur sur les populations de proies; 6- assurer un niveau d'abondance permettant une exploitation durable; et 7- effectuer des analyses régulières sur l'état de la population. L'évaluation de ces différents paramètres permettra de s'adapter à l'évolution de la situation, ce qui entraînera probablement certaines modifications sporadiques du programme d'ensemencement original.

5. Liste des références

- BEAULIEU, H. 1985. Rapport sur la situation du bar rayé (*Morone saxatilis*), Faune et flore à protéger au Québec. Association des biologistes du Québec. Publ. N° 7. 53 p.
- BEAULIEU, H., S. TRÉPANIÉRIER et J.A. ROBITAILLE. 1990. Statut des populations indigènes de bar rayé (*Morone saxatilis*) au Canada. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale des espèces et des habitats. Rapp. tech. xii + 50 p.
- BROUSSEAU, J. 1955. Régime alimentaire du Bar (*Roccus saxatilis*) du fleuve Saint-Laurent (Kamouraska, Rivière-Ouelle, Montmagny). Mémoire pour l'école supérieure des pêcheries, La Pocatière, Québec. 42 p.
- CHAPUT, G.J. et K.A. ROBICHAUD. 1995. Size and growth of striped bass, *Morone saxatilis*, from the Miramichi River, Gulf of St. Lawrence, Canada, p. 161-176. In E.M.P. Chadwick [editor], Water, science, and the public: the Miramichi ecosystem. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 123.
- COSEPAQ. 2004. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAQ sur le bar rayé (*Morone saxatilis*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. viii + 51 p.
- DEUEL, D., D. McDANIEL et S. TAUB. 1989. Atlantic coastal striped bass : road to recovery. U.S. Dept. Interior, Fish and Wildlife Service. 14 p.
- DOUGLAS, S.G., G. CHAPUT et D. CAISSIE. 2006. Assessment of status and recovery potential for striped bass (*Morone saxatilis*) in the southern Gulf of St. Lawrence. DFO CSAS Res. Doc. 2006/041, 95 p.
- FRANCIS, R.I.C.C. 1990. Back-calculation of fish length : a critical review. Journal of Fish Biology. 36:883-902.
- HOGANS W. et G. MELVIN. 1984. Helminths of striped bass (*Morone saxatilis*) from the Kouchibouguac River, New Brunswick. J. Wildl. Dis. 68: 61-63.
- LEWIS, R.M. 1962. Sexual maturity as determined from the ovum diameters in striped bass from North Carolina. Trans. Am. Fish. Soc. 91 :279-282.
- MAGNIN E. et G. BEAULIEU. 1967. Le bar, *Roccus saxatilis* (Walbaum), du fleuve Saint-Laurent. Natur. Can. 94:539-555.
- MANSUETI, R., 1961. Age, growth and movements of the striped bass, *Roccus saxatilis*, taken in size selective gear. Chesapeake Sci. 2(1-2):9-36.

- MERRIMAN, D. 1941. Studies on the striped bass (*Roccus saxatilis*) of the Atlantic Coast, U.S. fish Wildl. Serv., Fish Bull. 50:1-77.
- PIERCE, C.L., J.B. RASMUSSEN et W.C. LEGGETT. 1996. Back-calculation of fish length from scales: empirical comparison of proportional methods, Transactions of the American Fisheries Society, 125:889-898.
- RANEY, E.C. 1952. The life history of the striped bass, *Roccus saxatilis* (Walbaum), Bull. Bingham Oceanogra. Collect., Yale Univ. 14 :5-177.
- ROBICHAUD-LEBLANC, K.A., S.C. COURTENAY et J.M. HANSON. 1997. Otolithic diet shifts in age-0 striped bass, *Morone saxatilis*, from the Miramichi River Estuary, Gulf of St. Lawrence, Canadian Journal of Zoology Revue, 75(8):1300-1309.
- ROBINSON, J.C. 1960. The age and growth of striped bass (*Roccus saxatilis*) in California. Calif. Fish Game, 46:279-290.
- ROBITAILLE, J. 2001. Biologie et exploitation de la population disparue de bar rayé (*Morone saxatilis*) du Saint-Laurent. Société de la faune et des parcs du Québec, Fondation de la faune du Québec, Bureau d'écologie appliquée. 80 p.
- SCOFIELD, E.C. 1931. The striped bass of California (*Roccus saxatilis*), Calif. Div. Fish Game, Fish Bull. 29:1-84.
- SCOTT, W.B. et M.G. SCOTT. 1988. Atlantic Fishes of Canada, Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 219 : 731 p.
- SCRUGGS, G.D. 1957. Reproduction of resident striped bass in Santee-Cooper reservoir, South Carolina. Trans. Am. Fish. Soc. 85 :144-159.
- SETZLER, E.M., W.R. BOYTON, K.V. WOOD, H.H. ZION, L. LUBBERS, N.L. MOUNTFORD, P. FRERE, L. TUCKER et J.A. MIHURSKY. 1980. Synopsis of biological data on striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum). NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 433 :68 p.
- TREMBLAY, V. 2004. Stratégie de reproduction de l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) chez cinq sous-populations dans le bassin hydrographique du fleuve Saint-Laurent. Mémoire de recherche présenté à l'Université du Québec à Rimouski comme exigence partielle du programme de maîtrise en gestion de la faune et de ses habitats. 50 p.
- VLADYKOV, V.D. et J. BROUSSEAU. 1957. Croissance du bar d'Amérique, *Roccus saxatilis*, dans le Québec, Département des Pêcheries, Québec, 8 p.

ANNEXE I

STADES DE MATURITÉ DES GONADES DE POISSON (Buckmann 1929)		
STADE	MÂLE	FEMELLE
1. Immature	Gonade très petite, disposée tout contre la colonne vertébrale. Elle est incolore ou grisâtre et plus ou moins transparente.	Gonade très petite, disposée tout contre la colonne vertébrale. Elle est incolore ou grisâtre et plus ou moins transparente. Peut être rosée avec vaisseaux sanguins. Œufs invisibles à l'œil nu.
2. Reprise de l'évolution sexuelle	Testicules gris-rose, translucides. Leur longueur atteint ou dépasse légèrement la moitié de la longueur de la cavité abdominale.	Ovaires gris-roses, translucides. Leur longueur atteint ou dépasse légèrement la moitié de la longueur de la cavité abdominale. Œufs visibles à la loupe.
3. Développement en cours	Testicules opaques, rougeâtres et vascularisés. Ils occupent environ la moitié de la cavité abdominale. les replis de la gonade sont gros et très apparents.	Ovaires opaques, rougeâtres et vascularisés. Ils occupent environ la moitié de la cavité abdominale. Œufs visibles à l'œil nu (petits points blanchâtres).
4. Développement achevé	Testicules blanc-rougeâtres, gros et gonflés. La laitance ne s'écoule pas sous pression. La gonade occupe environ les 2/3 de la cavité abdominale.	Ovaires orangés ou rougeâtres. Œufs opaques et nettement visibles (gros mais encore attachés ensemble). La gonade occupe environ les 2/3 de la cavité abdominale.
5. Pré-ponte (gravide)	Les testicules remplissent la cavité abdominale : ils sont blanc laiteux. Le sperme, liquide et crémeux, peut s'écouler si on exerce une pression.	Œufs parfaitement arrondis, gros et libres dans la gonade; certains commencent à devenir translucides et sont prêts pour la fraye.
6. Ponte	Le sperme s'écoule de lui-même en sortant le poisson de l'eau ou à la suite d'une légère pression.	Les œufs s'écoulent d'eux-mêmes sous une simple pression. La plupart des œufs sont translucides; quelques-uns restent opaques.
7. Post-ponte	Les testicules ne sont pas encore entièrement vides; un peu de sperme liquide reste dans la gonade.	Quelques œufs libres sont encore dans la gonade; ils sont translucides. Il n'y a plus d'œufs opaques.
8. Récupération	Testicules vides et rougeâtres; ils sont flasques.	Gonade flasque de rosée à brune et vide. Quelques œufs résiduels en train de se résorber.
9. Résorption	L'individu n'a pas frayé.	L'individu n'a pas frayé.

NOTE:

Le sexe et la maturité sexuelle des spécimens ont été déterminés selon la classification de Buckmann (1929). Cette classification, utilisée dans le réseau de surveillance d'Hydro-Québec, s'apparente à la classification de Nikolsky (1963) mais comporte 9 classes au lieu de 6. Les classes I à IV présentent la même description de l'état de maturité; la classe V de Nikolsky correspond aux classes V et VI de Buckmann tandis que la classe VI correspond à la classe VII. Les classes VIII et IX de Buckmann précisent respectivement l'état de la post-ponte et l'état des spécimens n'ayant pas frayés.