

Ministère de l'Environnement et de la Faune
Direction régionale du Bas-Saint-Laurent

***Suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel
de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent
en 1997***

par

Pierre Pettigrew
et
Guy Verreault

Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune
Rivière-du-Loup, Mars 1998

Référence B citer :

PETTIGREW, P. et G. VERREULT. 1998. *Suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 1997*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Rivière-du-Loup. viii + 32 p

ÉQUIPE DE RÉALISATION

CHARGÉS DE PROJET

Guy Verreault, biologiste¹
Pierre Pettigrew, biologiste¹
Guy Trencia, biologiste²

TRAVAUX DE TERRAIN

Rémi Tardif¹
Jean-François Gaudreault¹
Mathieu Bélanger¹
Pierre Pettigrew
Gontrand Pouliot¹
Guy Verreault
Guy Boucher²
Guy Trencia
Julie Boucher²
Pierre-Yves Collin²
Claude Foucault²
Benoît Langevin²
Luc Major²

DÉTERMINATION DE L'ÂGE

Rémi Tardif

SAISIE ET MISE EN PAGE

Francine Bélanger¹

¹ SAEF, Direction régionale Bas-Saint-Laurent

² SAEF, Direction régionale Chaudière-Appalaches

RÉSUMÉ

Le suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du St-Laurent est réalisé annuellement sur deux des trois frayères connues de cette population. Ces travaux permettent d'acquérir des informations pertinentes sur l'évolution du segment reproducteur de cette espèce vulnérable. En 1997, les inventaires aux sites de fraye se sont déroulés du 28 avril au 12 mai. Au ruisseau de l'église, seulement 147 éperlans furent capturés, ayant visiblement abandonné ces frayères en l'absence du réchauffement de l'eau au-delà de 6 ° C. À la rivière Fouquette, 4279 éperlans furent échantillonnés pour des captures moyennes de 743 poissons par 5 minutes de pêche pendant les 3 nuits d'inventaires sélectionnées. Il s'agissait de la plus importante montaison de fraye depuis que ce type de suivi a été instauré sur cette rivière. L'âge moyen était de 2,9 ans pour les deux sexes, la taille et le poids moyens étaient de 146 mm (LF) et 27,3 g pour les mâles tandis que les femelles affichaient des valeurs de 145 mm (LF) et 29.8 g. Ces valeurs sont inférieures à celles des années précédentes et elles reflètent un rajeunissement de la structure de population dominées par les cohortes de 2 et 3 ans. Afin d'évaluer adéquatement l'ampleur de la reproduction, nous avons développé un indice de déposition d'œufs (IDO) qui tient compte de l'importance et des caractéristiques morphométriques du segment femelle des reproducteurs et des paramètres de fécondité. Les plus fortes valeurs de cet indice furent enregistrées en 1997, ce qui nous indique un fort taux de déposition sur les frayères de la rivière Fouquette. Cet indice pourrait devenir un outil prédictif puissant en lui couplant une évaluation annuelle du taux d'éclosion, permettant ainsi aux gestionnaires de cette population d'obtenir une valeur du recrutement réel.

ABSTRACT

Rainbow smelt reproduction survey on the south shore of the St-Laurence estuary is carried out annually on two of the three known spawning grounds for this population. This survey makes it possible to acquire relevant information on the reproductive segment of this vulnerable species. In 1997, the spawnig grounds survey proceeded from April 28 to May 12. In de l'Église Brook, only 147 smelts were captured, having obviously given up these spawning grounds in the absence of water temperature higher than 6 ° C. In the Fouquette River, 4279 rainbow smelts were sampled for a mean capture of 743 fish by 5 minutes of fishing during the 3 selected nights. It was the most significant spawning migration since this type of survey was initiated on this river. The mean age was 2,9 years for both sexes, the mean size and mean weight were 146 mm (FL) and 27,3 g for males while females displayed values of 145 mm (FL) and 29,8 g. These values are lower than previous years and reflect a new population structure dominated by age-3 and age-2 year-class. In order to evaluate the strength of the reproductive activity adequately, we developed an index of egg deposition (IED) which takes account of the female abundance, their morphometric characteristics and fecondity parameters . The strongest value for this index was recorded in 1997, indicating a strong egg deposition on the spawning grounds of the Fouquette river. This index could become a powerful predictive tool by adding an annual hatching rate evaluation, thus allowing to the rainbow smelt managers a good value of real recruitment.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
RÉSUMÉ - ABSTRACT.....	iv
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES ANNEXES	viii
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 MÉTHODOLOGIE	1
2.1 Échantillonnage	1
2.2 Paramètres biométriques	3
2.3 Analyse des données	3
2.3.1 Discrimination de l'échantillon.....	3
2.3.2 Prises par unité d'effort (PUE) et rapport des sexes.....	3
2.3.3 Relations morphométriques	4
2.3.4 Structure d'âge et de taille de la population	4
2.3.5 Indice de déposition des œufs (IDO)	4
3.0 RÉSULTATS.....	5
3.1 Prises par unité d'effort (PUE) et rapport des sexes	5
3.2 Relations morphométriques.....	5
3.2.1 Relations masse/longueur.....	5
3.2.2 Clés âge-longueur	9
3.3 Structure de taille et d'âge	9
3.3.1 Distribution des fréquences de longueur et taille moyenne	9
3.3.2 Distribution des fréquences d'âge et âge moyen.....	11
3.4 Indice de déposition d'œufs (IDO).....	12
4.0 DISCUSSION.....	14
4.1 Prises par unité d'effort et rapport des sexes	14
4.2 Morphométrie.....	14
4.3 Structure de la population de reproducteurs	15
4.4 Indice de déposition d'œufs (IDO).....	15
5.0 CONCLUSION	16
6.0 BIBLIOGRAPHIE	17

LISTE DES TABLEAUX

	<i>Page</i>
Tableau 1. Sommaire de l'échantillonnage réalisé à la rivière Fouquette et au ruisseau de l'Église entre 1994 et 1997	3
Tableau 2. Synthèse des paramètres d'échantillonnage de l'éperlan arc-en-ciel à la rivière Fouquette entre 1994 et 1997	7
Tableau 3. Synthèse des paramètres d'échantillonnage de l'éperlan arc-en-ciel au ruisseau de l'Église entre 1990 et 1997	7
Tableau 4. Relations masse/longueur des éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent entre 1994 et 1997	9
Tableau 5. Matrice de comparaison statistique (test du χ^2 à partir de tables de contingence, $\alpha = 0,05$) des clés âge-longueur des éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent entre 1994 et 1995	10

LISTE DES FIGURES

	<i>Page</i>
Figure 1. Localisation des frayères à éperlans arc-en-ciel, historiques et actuelles, du sud de l'estuaire du Saint-Laurent.....	2
Figure 2. Relations masse/longueur des éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 1997	8
Figure 3. Distribution des fréquences relatives de longueur des éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 1997	11
Figure 4. Distribution des fréquences relatives d'âge des éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 1997	11
Figure 5. Indice de déposition d'œufs (IDO) d'éperlans arc-en-ciel à la rivière Fouquette entre 1994 et 1997	12
Figure 6. Contribution relative de chaque classe d'éperlans arc-en-ciel à la déposition d'œufs et à l'effectif de femelles à la rivière Fouquette en 1997.....	13
Figure 7. Contribution relative de chaque cohorte d'éperlans arc-en-ciel à la déposition d'œufs à la rivière Fouquette entre 1994 et 1997	13

LISTE DES ANNEXES

	<i>Page</i>
Annexe 1. Méthode de calcul de l'heure du début de l'influence de la marée au site d'échantillonnage de la rivière Fouquette lors du suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel	19
Annexe 2. Détermination des journées à conserver pour l'analyse des résultats selon la méthode de Pettigrew (1997)	22
Annexe 3. Calcul détaillé de l'indice de déposition d'œufs à la rivière Fouquette en 1997	24
Annexe 4. Contribution relative de chaque classe d'âge d'éperlans arc-en-ciel à la déposition d'œufs et à l'effectif de femelles de la rivière Fouquette en 1994	27
Annexe 5. Synthèse détaillée des paramètres d'échantillonnage de l'éperlan arc-en-ciel à la rivière Fouquette entre 1994 et 1997	29
Annexe 6. Synthèse détaillée des paramètres d'échantillonnage de l'éperlan arc-en-ciel au ruisseau de l'Église entre 1990 et 1997	31

1.0 INTRODUCTION

L'éperlan arc-en-ciel anadrome (*Osmerus mordax* Mitchill) du sud de l'estuaire constitue une population génétiquement distincte des autres populations d'éperlans du fleuve Saint-Laurent (Bernatchez *et al.* 1995; Bernatchez *et al.* 1993). Autrefois abondante, cette population a vu ses effectifs diminuer considérablement au cours des vingt dernières années. La désertion des importantes frayères de la rivière Boyer par les reproducteurs, s'associe bien au déclin observé (Trencia *et al.* 1990; Robitaille et Vigneault 1990). Depuis la fin des années 80, seulement trois frayères connues assurent le maintien de cette population d'éperlans au niveau actuel. Elles sont de l'amont vers l'aval, le ruisseau de l'Église, la rivière Ouelle et la rivière Fouquette. Cette dernière représente 29 % de toutes les superficies de frayères utilisées sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent, alors que la rivière Ouelle et le ruisseau de l'Église représentent respectivement 66 et 5 %.

Un nombre limité de tributaires de fraie ainsi que leur vulnérabilité potentielle rendent donc cette population d'éperlans vulnérable. Ceci a incité le ministère de l'Environnement et de la Faune à amorcer un suivi intensif de la reproduction de cette population en 1990 (Bergeron et Ménard 1995). Ce suivi réalisé à chaque printemps durant la migration de fraie permet d'obtenir l'image la plus fidèle possible du segment reproducteur et ainsi caractériser cette population. L'image obtenue est d'autant plus fidèle car on échantillonne deux des trois frayères connues, soit le ruisseau de l'Église et la rivière Fouquette.

Le présent rapport décrit les résultats de la pêche expérimentale obtenus en 1997. Ils sont ensuite comparés à ceux obtenus depuis 1994, 1995 et 1996 (Pettigrew 1997). À partir de cette série de quatre années de résultats, cette population d'éperlans arc-en-ciel sera analysée avec l'objectif de déceler éventuellement les paramètres qui influencent les résultats.

2.0 MÉTHODOLOGIE

2.1 Échantillonnage

L'échantillonnage au carrelet (ruisseau de l'Église) et à l'épuisette (rivière Fouquette) (figure 1) des éperlans arc-en-ciel en période de reproduction, a été effectué la nuit selon les modalités décrites par Pelletier *et al.* (1996). Deux modifications au protocole d'échantillonnage furent apportées en 1997. Dans un premier temps, un intervalle de 20 minutes fut respecté entre les périodes de 5 minutes de pêche contrairement à un intervalle de 15 minutes les années précédentes. La deuxième modification, est que la période centrale d'échantillonnage à la rivière

Fouquette corresponde au début de l'influence de la marée montante au site habituel d'échantillonnage. La méthode de calcul de l'heure du début de l'influence de la marée à ce site est présentée à l'annexe 1.

Au ruisseau de l'Église, l'échantillonnage a totalisé 9 nuits de pêche réalisées entre le 1^{er} et le 12 mai. L'échantillon totalise 147 éperlans pour cette période (tableau 1). Cette quasi absence de reproducteur à ce site peut s'expliquer par la température du cours d'eau qui n'a jamais atteint 6°C durant la période d'échantillonnage, c'est habituellement à cette température que la fraye a lieu (Marcotte et Tremblay 1948; McKenzie 1964). Les prises par unité d'effort et le rapport des sexes sont les seuls résultats issus de cet échantillon et ils sont présentés au tableau 3 à titre indicatif seulement, le nombre d'échantillons étant trop faible pour effectuer une analyse statistique comparative.

À la rivière Fouquette, l'échantillonnage s'est déroulé du 28 avril au 10 mai, pour un total de 12 nuits de pêche. L'échantillon totalise 4279 éperlans pour cette période (tableau 1).

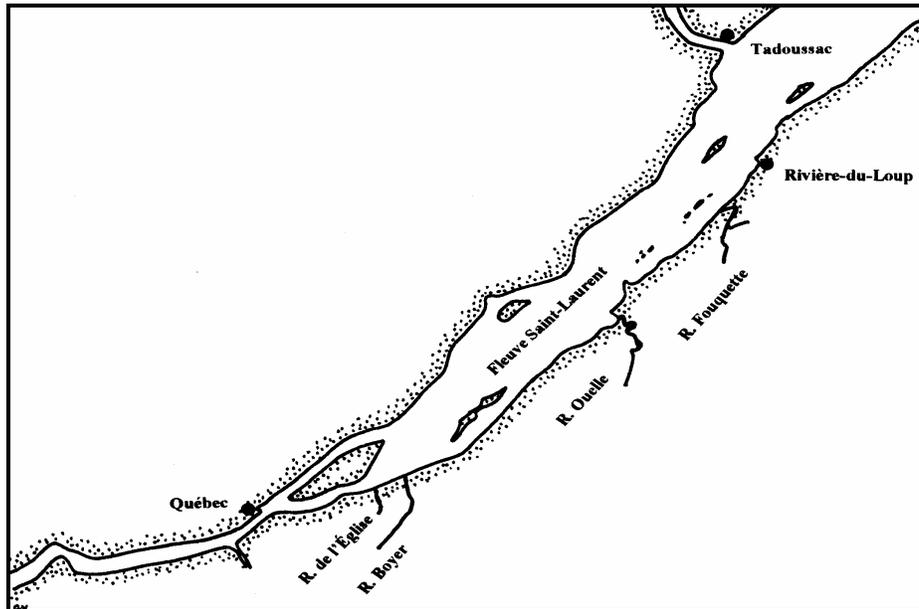


Figure 1. Localisation des frayères à éperlan arc-en-ciel, historiques et actuelles, du sud de l'estuaire du Saint-Laurent.

2.2 Paramètres biométriques

Les mesures (longueur à la fourche et masse) et observations effectuées sur les éperlans frais ainsi que le prélèvement d'écaillés ont été réalisés selon la méthodologie de Pelletier *et al.* (1996)

2.3 Analyse des données

2.3.1 Discrimination de l'échantillon

En 1997, seules les données provenant de la rivière Fouquette sont analysées. Selon la méthode de Pettigrew (1997), trois journées furent sélectionnées pour les analyses subséquentes, soit les 6, 7, et 9 mai (annexe 2).

Tableau 1. Sommaire de l'échantillonnage réalisé à la rivière Fouquette et au ruisseau de l'Église entre 1994 et 1997

Cours d'eau	Année	Période d'échantillonnage	Nombre de nuits de pêche	Échantillon (nb. d'éperlans)	Engin de pêche
Fouquette	1997	28 avril au 10 mai	12 nuits	4279	Épuisette
	1996	23 avril au 9 mai	16 nuits	1126	Épuisette
	1995	30 avril au 11 mai	12 nuits	6177	Épuisette
	1994	30 avril au 9 mai	8 nuits	2908	Épuisette
de l'Église	1997	1 ^{er} au 12 mai	9 nuits	147	Carrelet
	1996	29 avril au 9 mai	11 nuits	2628	Carrelet
	1995	26 avril au 9 mai	12 nuits	15263	Carrelet
	1994	27 avril au 11 mai	12 nuits	6584	Carrelet

2.3.2 Prises par unité d'effort (PUE) et rapport des sexes

Les prises par unité d'effort (PUE) pour la saison exprimées en nombre d'éperlans capturés par période de pêche de 5 minutes, sont obtenues en faisant la moyenne des PUE journaliers de chacune des journées sélectionnées précédemment. Les PUE des années précédentes ont été recalculés (tableaux 2 et 3), car ils étaient sous-évalués; une erreur s'étant glissée dans le calcul. Le rapport des sexes saisonnier, quant à lui, est exprimé comme le nombre de mâles pour chaque femelle (x mâles : 1 femelle), soit le nombre total de mâles capturés divisé par le nombre total de femelles capturées.

2.3.3 Relations morphométriques

Les relations masse-longueur ont été déterminées de la façon suivante :

$$\ln(\text{masse}) = b \ln(\text{longueur}) + a$$

Une analyse de covariance (ANCOVA) (Scherrer 1984; Zar 1984) a été utilisée pour détecter des différences entre les relations masse-longueur. La même procédure fut appliquée pour les comparaisons avec les années précédentes.

Une clé âge-longueur a été établie pour chaque sexe à partir des individus dont l'âge a été déterminé par lecture d'écaillés (Pelletier *et al.* 1996; McKenzie 1958) selon les modalités présentées par Pettigrew (1997). Un test du χ^2 (Scherrer 1984; Zar 1984) à partir de tables de contingence, a été appliqué pour comparer ces deux clés entre elles et avec celles des années précédentes pour un même sexe.

2.3.4 Structure d'âge et de taille de la population

Les distributions des fréquences de longueur et d'âge ainsi que les analyses statistiques qui y sont associées sont réalisées selon les modalités présentées par Pettigrew (1997). Il y a toutefois des modifications apportées au niveau des distributions des fréquences de longueur et d'âge. Les fréquences de longueur et d'âge, qui proviennent d'un sous-échantillon, n'ayant pas le même rapport des sexes saisonnier, doivent être redistribuées sur un échantillon virtuel représentatif du rapport des sexes. Elles sont donc graphiquement représentées sous cette forme mais les nombres de spécimens présentés sont ceux du sous-échantillon.

2.3.5 Indice de déposition des œufs (IDO)

Pour 1997, un indice de déposition d'œufs (IDO) s'ajoute à la liste des paramètres visant à évaluer l'importance de l'activité de fraye de l'éperlan arc-en-ciel. Cet indice tient compte de l'abondance absolue des reproductrices, de la composition en âge et en taille de celles-ci et de leur fécondité. Bien que le succès de pêche nous renseigne sur l'abondance des reproducteurs sur les frayères, il ne peut à lui seul quantifier la reproduction.

L'équation suivante a été développée pour évaluer l'intensité de la reproduction de l'éperlan :

$$IDO = \frac{\text{fré. rel.}_{\text{if.âge}} \times \text{IGS}_{\text{if}} \times \text{PUE} \times \text{nb. nuits}}{10^6}$$

où :

IDO : indice de déposition d'œufs (sans unité)

if : classe de longueur à la fourche (en indice)

âge : classe d'âge (en indice)

fré. rel. : fréquence relative

IGS : indice gonado-somatique

PUE : prises par unité d'effort de femelles (annuelle)

nb. nuits : nombre de nuits conservées pour les analyses

Le calcul détaillé de l'indice de déposition d'œufs pour 1997 est présenté à l'annexe 3.

3.0 RÉSULTATS

3.1 Prises par unité d'effort (PUE) et rapport des sexes

En 1997, le PUE moyen à la rivière Fouquette (tableau 2) atteignent un maximum avec 743 éperlans/5 min., soit une augmentation de 1302 % par rapport à 1996 (53 éperlans/5 min.) et de 123 % par rapport à la forte année de 1994 (333 éperlans/5 min.). Toujours en 1997, le rapport des sexes est de 2,3 mâles : 1 femelle. C'est une valeur plus faible que 1996 et 1994 qui avait un rapport des sexes de 1,1 mâles : 1 femelle.

3.2 Relations morphométriques

3.2.1 Relations masse/longueur

Les relations masse/longueur pour chaque sexe en 1997 sont présentées à la figure 2 et au tableau 4. Chez les mâles, il y a deux relations masse-longueur, soit une pour une série de

mâles de 2 ans qui ont frayé le 7 et 8 mai ($n = 31$) et une autre pour les autres mâles ($n = 146$) (figure 2). Les mâles de 2 ans du 7 mai que l'on nommera «mâles de 2 ans lourds», ont pu être identifiés par la présence de deux nuages de points distincts sur la relation masse-longueur de tous les mâles regroupés. Ils ont ensuite été séparés des autres mâles pour être analysés indépendamment au niveau des relations masse-longueur. Cependant, ils demeurent groupés aux autres mâles pour les autres analyses.

Tableau 2. Synthèse des paramètres d'échantillonnage de l'éperlan arc-en-ciel à la rivière Fouquette entre 1994 et 1997.

Année	PUE (Éperlans/5 min.) nb. jours-pêche	RAPPORT des SEXES (mâle : femelle)	PUE FEMELLES (Éperlans/5 min.)	INDICE DE DÉPOSITION D'OEUFs	ÂGE MOYEN (année) ⁽ⁿ⁾		TAILLE MOYENNE (LF en mm) ⁽ⁿ⁾		MASSE MOYENNE (g) ⁽ⁿ⁾	
					M	F	M	F	M	F
1997	743 / 5 min. 3 nuits	2,3 : 1	225	3,00	2,9 ⁴⁴⁶	2,9 ⁷⁸	146 ⁴⁴⁶	145 ⁷⁸	27,3 ⁴⁴⁶	29,8 ⁷⁸
1996	53 / 5 min. 7 nuits	1,1 : 1	25	0,71	3,2 ⁶¹²	3,5 ²⁴⁵	156 ⁶¹²	170 ²⁴⁵	29,8 ⁶¹²	45,2 ²⁴⁵
1995	124 / 5 min. 5 nuits	2,4 : 1	36	1,11	3,4 ²³⁹⁹	3,6 ¹¹⁵⁶	167 ²³⁹⁹	179 ¹¹⁵⁶	34,8 ²³⁹⁹	48,1 ¹¹⁵⁶
1994	333 / 5 min. 3 nuits	1,1 : 1	159	3,47	3,0 ¹⁷⁸⁰	2,9 ⁴⁴⁵	159 ¹⁷⁸⁰	163 ⁴⁴⁵	30,8 ¹⁷⁸⁰	36,1 ⁴⁴⁵

Tableau 3. Synthèse des paramètres d'échantillonnage de l'éperlan arc-en-ciel au ruisseau de l'Église entre 1990 et 1997.

ANNÉE	PUE (Éperlans/5 min.) nb. jours-pêche	RAPPORT des SEXES (mâle : femelle)	PUE FEMELLES (Éperlans/5 min.)	INDICE DE DÉPOSITION D'OEUFs	ÂGE MOYEN (année) ⁽ⁿ⁾		TAILLE MOYENNE (LF en mm) ⁽ⁿ⁾		MASSE MOYENNE (g) ⁽ⁿ⁾	
					M	F	M	F	M	F
1997	3 / 5 min. 7 nuits	28,0 : 1	0							
1996	205 / 5 min. 4 nuits	7,4 : 1	24	0,42	3,3 ⁷⁹⁸	3,1 ¹⁶²	160 ⁷⁹⁸	154 ¹⁶²	29,7 ⁷⁹⁸	28,8 ¹⁶²
1995	3117 / 5 min. 4 nuits	4,7 : 1	547	13,84	3,3 ¹⁸⁷²	3,3 ⁵⁴⁰	163 ¹⁸⁷²	169 ⁵⁴⁰	33,0 ¹⁸⁷²	41,2 ⁵⁴⁰
1994	57 / 5 min. 6 nuits	4,3 : 1	11	0,23	3,1 ³⁸¹⁵	2,9 ⁸⁰⁰	161 ³⁸¹⁵	161 ⁸⁰⁰	32,4 ³⁸¹⁵	35,3 ⁸⁰⁰
1993*	12 / 5 min. 6 nuits	8,1 : 1	1		2,9 ¹⁶⁹³	3,0 ²¹⁰	157 ¹⁶⁹³	169 ²¹⁰	32,8 ¹⁶⁹³	47,0 ²¹⁰
1992	2 / 5 min. 12 nuits	14,3 : 1	0							
1991	9 / 5 min. 11 nuits	6,3 : 1	1							
1990	4 / 5 min. 8 nuits	3,4 : 1	1		3,1 ⁵⁴⁷	2,8 ¹⁷⁹				

Ces « mâles de 2 ans lourds » ont une masse plus grande pour une même taille que les autres mâles de 1997 et que ceux de 1994, 1995 et 1996 (ANCOVA, $P < 0,05$). Ils sont aussi plus lourds pour une même longueur que les femelles en 1997 (ANCOVA, $P < 0,05$).

La relation masse-longueur des femelles est statistiquement semblable à celle des mâles en 1997 (ANCOVA, $P > 0,05$), c'est-à-dire qu'elles ont une masse semblable pour une même longueur. Les femelles sont toutefois plus lourdes pour une même longueur que celles de 1994, 1995 et 1996 (ANCOVA, $P < 0,05$).

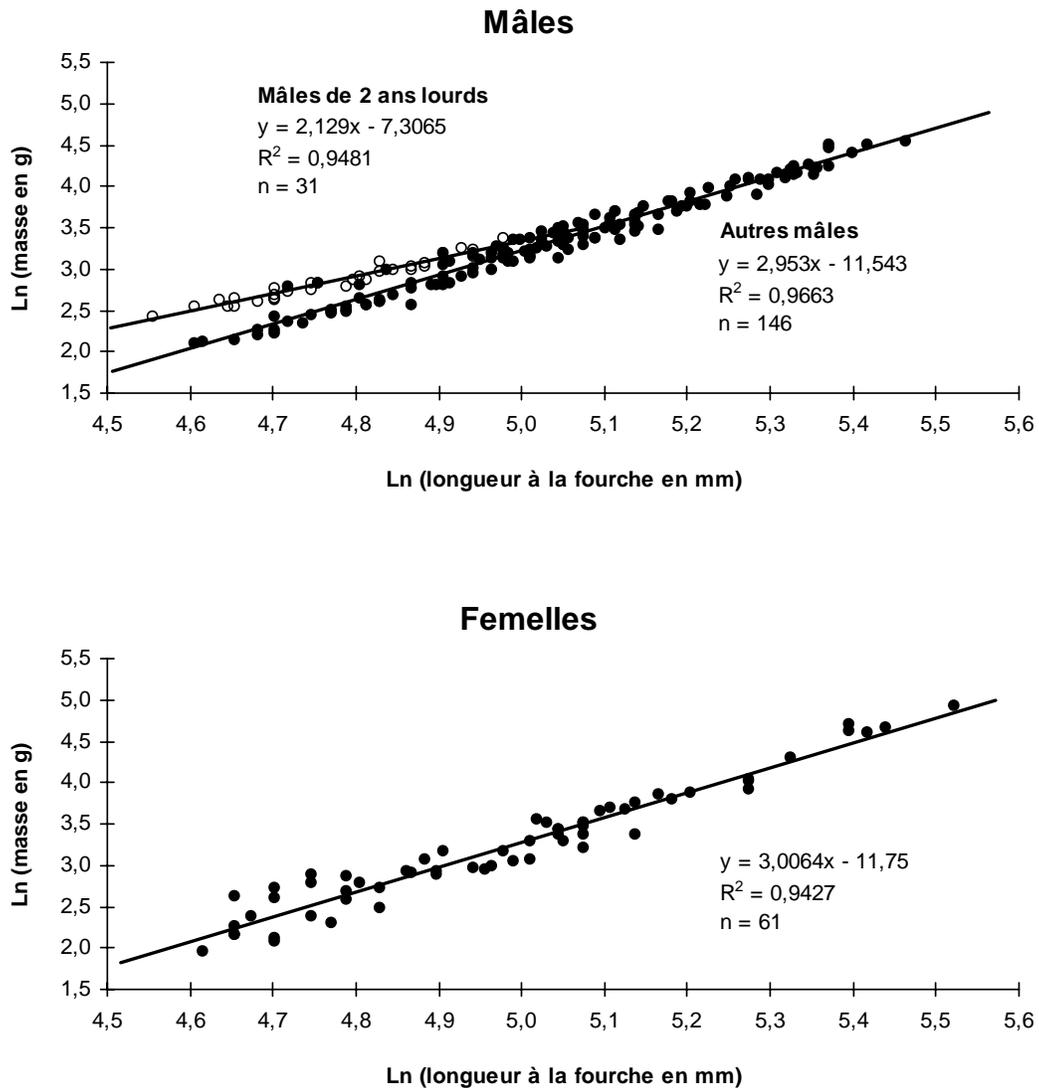


Figure 2. Relations masse/longueur des éperlans arc-en-ciel de la rivière Fouquette en 1997

Tableau 4. Relations masse/longueur des éperlans arc-en-ciel de la rivière Fouquette entre 1994 et 1997

Sexe	Année	Relation logarithmique	Exemple pour un		
			spécimen de 150 mm	n	R ²
Mâles	1997	$Y = 2,953 X - 11,543$ ¹	25,9 g	146	0,97
	1997 *	$Y = 2,129 X - 7,3065$ ²	28,8 g	31	0,95
	1996	$Y = 3,0610 X - 12,20$	23,0 g	598	0,98
	1995	$Y = 3,0915 X - 12,31$	24,1 g	345	0,99
	1994	$Y = 3,1813 X - 12,729$	24,8 g	279	0,99
Femelles	1997	$Y = 3,0064 X - 11,75$ ¹	27,5 g	61	0,94
	1996	$Y = 3,2385 X - 13$	25,2 g	278	0,97
	1995	$Y = 3,2500 X - 13,038$	25,7 g	337	0,98
	1994	$Y = 3,2869 X - 13,226$	25,6 g	234	0,98

* Relation pour les mâles de 2 ans Lourds

¹ Significativement différent de 1996, 1995 et 1994 (ANCOVA, $P < 0,05$)

² Significativement différent des autres mâles en 1997 (ANCOVA, $P < 0,05$)

3.2.2 Clés âge-longueur

Les résultats des analyses statistiques réalisées sur les clés âge-longueur sont présentés au tableau 5. Les clés âge-longueur sont toutes différentes d'un sexe à l'autre lors d'une même année et d'une année à l'autre pour un même sexe (χ^2 , $P < 0,05$).

3.3 Structure de taille et d'âge

3.3.1 Distribution des fréquences de longueur et taille moyenne

En 1997, 90 % des mâles mesurent entre 100 et 180 mm ($\bar{X} = 146$ mm; $s = 26.9$ mm) et 90 % des femelles entre 100 et 200 mm ($\bar{X} = 145$ mm; $s = 33.6$ mm). Ces distributions sont bimodales avec un mode aux classes 100-120 mm pour les deux sexes, un aux classes 140-150 mm pour les mâles et un autre aux classes 150-160 mm pour les femelles (figure 3).

Ces distributions sont différentes d'un sexe à l'autre et différentes des années précédentes (Kolmogorov-Smirnov, $P < 0,05$). Il n'y a pas de différences significatives entre la taille moyenne des mâles et celles des femelles (t Student, $P > 0,05$). Ces tailles moyennes sont toutefois inférieures à celles des années précédentes (t Student, $P < 0,05$).

Tableau 5. Matrice de comparaison statistique (test du χ^2 à partir de tables de contingence, $\alpha = 0,05$) des clés âge-longueur des éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent entre 1994 et 1997.

Sexe	Année	Mâles				Femelles			
		1997	1996	1995	1994	1997	1996	1995	1994
Mâles	1997	—	—	—	—	—	—	—	—
	1996	P < 0,05	—	—	—	—	—	—	—
	1995	P < 0,05	P < 0,05	—	—	—	—	—	—
	1994	P < 0,05	P < 0,05	P < 0,05	—	—	—	—	—
Femelles	1997	P < 0,05	—	—	—	—	—	—	—
	1996	—	P < 0,05	—	—	P < 0,05	—	—	—
	1995	—	—	P < 0,05	—	P < 0,05	P < 0,05	—	—
	1994	—	—	—	P < 0,05	P < 0,05	P < 0,05	P < 0,05	—

3.3.2 Distribution des fréquences d'âge et âge moyen

En 1997, la classe de reproducteurs de 3 ans domine chez les deux sexes et est suivie par celle de 2 ans (figure 4). La force des cohortes de 1991 et 1992 constatée en 1995, alors qu'elles avaient respectivement 4 et 3 ans est encore visible alors qu'elles ont maintenant 6 et 5 ans. Ces deux cohortes, tous sexes confondus, représentent tout près de 10 % des reproducteurs en 1997.

L'âge moyen des deux sexes est de 2,9 ans avec un écart-type de 1,02 an et de 0,98 an respectivement pour les mâles et les femelles.

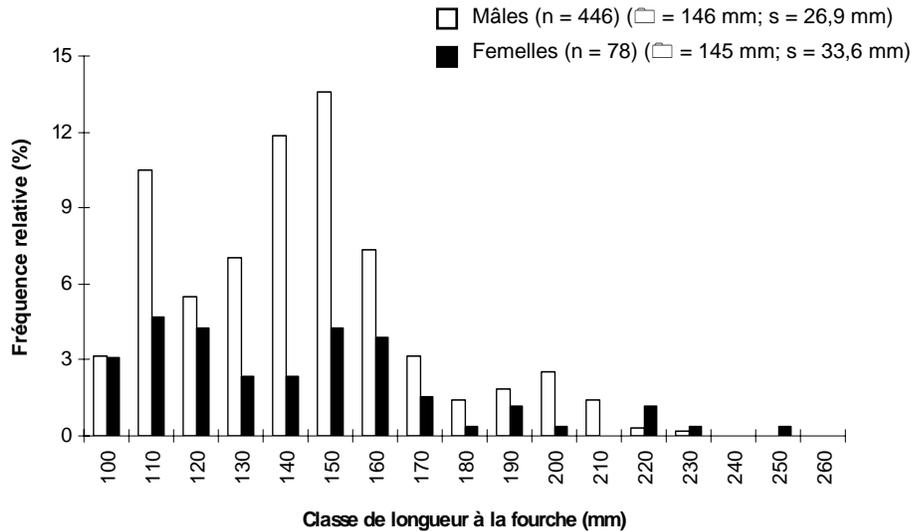


Figure 3. Distribution des fréquences relatives de longueur des éperlans arc-en-ciel de la rivière Fouquette en 1997

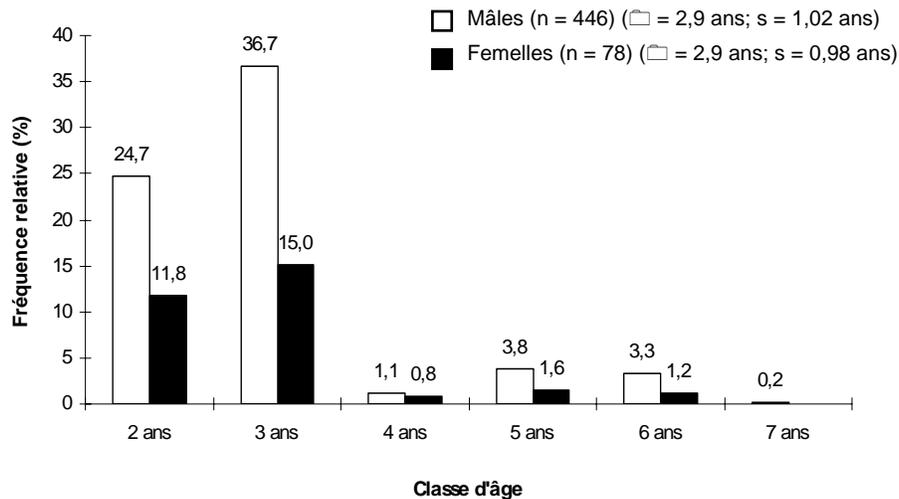


Figure 4. Distribution des fréquences relatives d'âge des éperlans arc-en-ciel de la rivière Fouquette

en 1997

3.4 Indice de déposition d'œufs (IDO)

En 1997, l'indice de déposition d'œufs (IDO) à la rivière Fouquette est de 12,0 (figure 5). C'est une valeur légèrement supérieure à celle de 1994 (10,4) mais plus du double de celles de 1995 (5,6) et 1996 (5,0).

Les éperlans de 3 ans (cohorte 1994) sont responsables de 50,1 % de la déposition d'œufs sur les frayères avec une contribution relative à l'effectif de femelles de 49,6 % (figure 6). Ceux de 2 ans (cohorte 1995), 5 ans (cohorte 1992) et 6 ans (cohorte 1991) contribuent chacun à plus ou moins 15 % de la déposition d'œufs, alors qu'ils contribuent respectivement à 38,9, 5,1 et 3,8 % de l'effectif de femelles (figure 6).

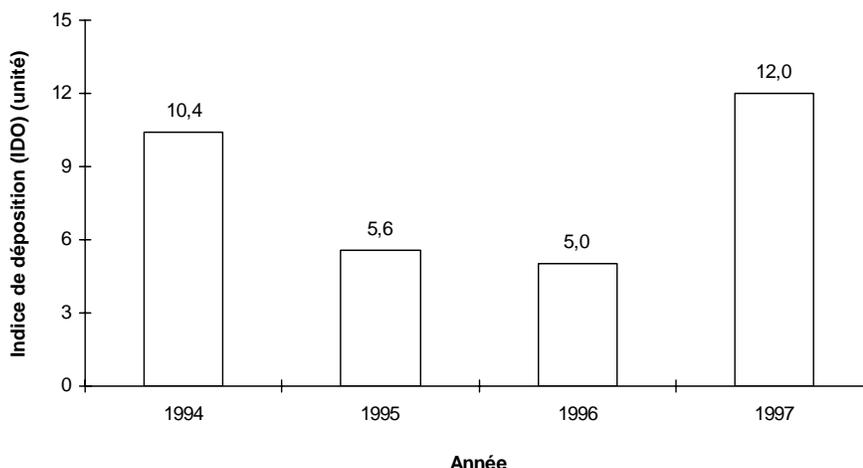


Figure 5. Indice de déposition d'œufs (IDO) des éperlans arc-en-ciel de la rivière Fouquette en 1997.

L'indice de déposition d'œufs permet aussi d'apprécier la contribution relative de chaque cohorte à l'effort de reproduction annuel. Ainsi, les faits importants à retenir sont que la cohorte 1991 a dominé la reproduction de 1994 à 1996 et a été secondée par la cohorte 1992 en 1995 et 1996. De plus, c'est la première fois en 1997 qu'une cohorte âgée de 2 ans a une contribution relative aussi élevée (figure 7).

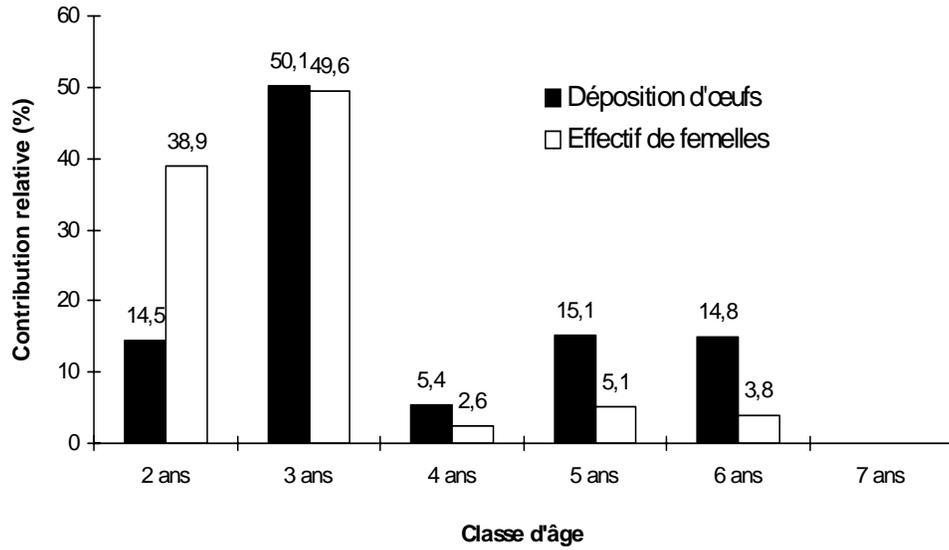


Figure 6. Contribution relative de chaque classe d'éperlans arc-en-ciel à la déposition d'œufs et à l'effectif de femelles à la rivière Fouquette en 1997

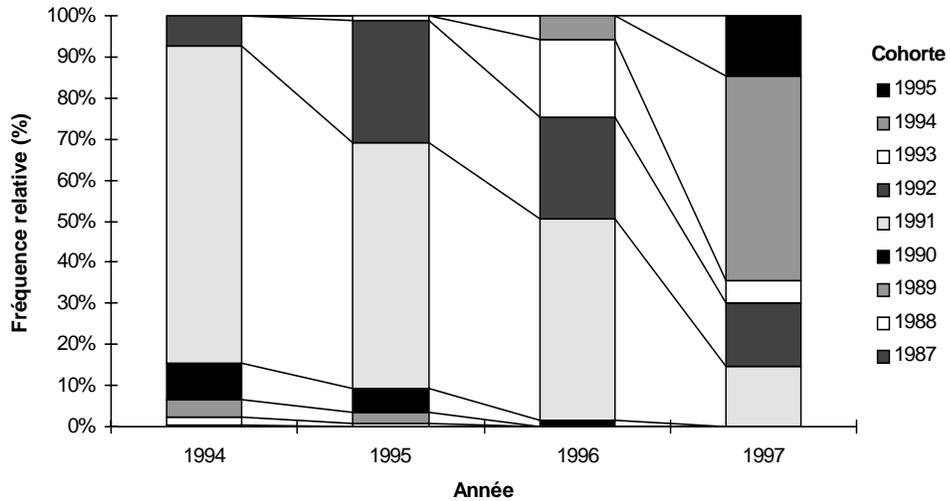


Figure 7. Contribution relative de chaque cohorte d'éperlans arc-en-ciel à la déposition d'œufs à la rivière Fouquette en 1997

4.0 DISCUSSION

4.1 Prises par unité d'effort et rapport des sexes

En 1997, à la rivière Fouquette, les prises moyennes annuelles par unité d'effort (PUE) sont les plus élevées (743 éperlans/5min.) depuis que ce type de suivi est instauré (tableau 2). Le rapport des sexes est quant à lui passé de 1,1 mâle ; 1 femelle à 2,3 mâles : 1 femelle durant la même période.

Ici, la modification du protocole d'échantillonnage (20 minutes entre les périodes de pêche au lieu de 15) ne semble pas avoir engendré d'effets sur les PUE. En augmentant l'intervalle entre les périodes de pêche, on aurait pu s'attendre à une baisse des PUE; ce qui ne s'est pas produit. Pelletier *et al* (1996) avait déterminé que dans le but de rationaliser l'échantillonnage, le nombre de périodes de pêche de part et d'autre de la période centrale n'avait pas d'effets significatifs sur la précision des résultats. On peut donc s'attendre aux mêmes conclusions dans le cas présent.

Le rapport des sexes qui est de 2,3 mâles : 1 femelle en 1997 ne semble pas varier selon un patron défini. Les facteurs de variations du rapport des sexes restent inexpliqués.

4.2 Morphométrie

À partir des relations masse-longueur observées (tableau 4), on peut affirmer que la population des éperlans reproducteurs avait une meilleure condition physique en 1997 que lors des années précédentes (1994, 1995 et 1996). Pour une même longueur, ils avaient une masse supérieure (ANCOVA, $P > 0,05$). Ceci est un indice fiable d'une augmentation de la condition physique (Shreck et Moyle 1990).

En 1997, il y a une série de mâles de 2 ans qui sont plus lourds pour une même longueur que les autres mâles de la même année (ANCOVA, $P > 0,05$).

L'hypothèse qui veut que ces éperlans proviennent d'une population autre que celle de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent, fera l'objet d'une analyse génétique.

La deuxième hypothèse est que ces éperlans proviendraient de l'incubateur du ruisseau de l'Église, car en 1995, la production de larves par cet équipement s'élevait à 12 627 480 (Centre écologique du Lac-Saint-Jean 1996).

Concernant les femelles, elles ont une masse plus grande que les mâles pour une même longueur ((ANCOVA, $P > 0,05$) (tableau 4).

Au niveau des clés âge-longueur, elles sont toutes significativement différentes (X^2 , $P < 0,05$) d'un sexe à l'autre lors d'une même année et d'une année à l'autre pour un même sexe (tableau 5). Ceci appuie une fois de plus la nécessité d'établir une clé âge-longueur pour chaque sexe à chaque année.

4.3 Structure de la population de reproducteurs

Encore une fois, ce sont les éperlans de 3 ans qui sont les plus abondants en 1997 (figure 4). C'est l'âge où une cohorte devient pleinement recrutée pour la reproduction (Brown 1994; Scott et Crossman 1985). L'abondance relative de cette cohorte était prévisible en observant les prises par unité d'effort de 1994 qui étaient élevées (333 éperlans/5 min.) (tableau 2). On observe donc une corrélation entre les fortes années de reproduction et la cohorte produite à ce moment.

La deuxième classe d'âge en importance, sont ceux de 2 ans (figure 4). On assiste donc au recrutement partiel de la cohorte issue de la reproduction de 1995. L'importance relative de cette cohorte en 1997 peut indiquer que malgré des prises par unité d'effort moyennes en 1995 (124 éperlans/5 min.) (tableau 2); la reproduction aurait été bonne due à un meilleur taux d'éclosion.

L'abondance relative de ces deux cohortes (1994 et 1995) est aussi visible sur la distribution des fréquences de longueur à la fourche où il y a un mode défini pour chacune de ces cohortes (figure 3). En plus d'avoir abaissé l'âge moyen de la population à 2,9 ans ($s = 1,02$ an; $s = 0,98$ an) pour les deux sexes, elle a aussi abaissé la taille moyenne de la population à 146 mm ($s = 26,9$ mm) et 145 mm ($s = 33,6$ mm) respectivement pour les mâles et les femelles (tableau 2). Il sera intéressant de voir si en 1998, la même cohorte forte se manifeste au ruisseau de l'Église, ce qui n'a pu se vérifier en 1997 à cause des conditions exceptionnellement froides.

4.4 Indice de déposition d'œufs (IDO)

Depuis que le suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel existe, c'est en 1997 que l'activité de reproduction a été la plus intense, tel qu'indiqué par l'indice de déposition d'œufs (IDO) qui atteint une valeur de 12,0 (figure 5). Cette activité a été dominée par les éperlans de 3 ans qui contribuent pour 50,1 % de la déposition d'œufs. Cette cohorte représente à elle seule près de la moitié (49,6 %) de toutes les femelles ayant participé à la reproduction en 1997. Les femelles de

5 et 6 ans qui représentent seulement 5,1 % et 3,8 % de l'effectif total de femelles contribuent chacune à 15,1 % et 14,8 % de la déposition d'œufs (figure 6). Cette déposition significative malgré des effectifs réduits s'explique par l'augmentation exponentielle de la fécondité des éperlans par rapport à leur taille. À titre d'exemple, les femelles de 6 ans qui sont dix fois moins abondantes que celles de 2 ans déposent sensiblement le même nombre d'œufs sur les frayères.

C'est aussi en 1997 qu'il y a la plus forte contribution relative des éperlans de 2 ans (cohorte 1995) à l'effort de reproduction (figure 7). La force de cette cohorte est probablement due à un bon taux d'éclosion en 1995, car l'IDO, cette année-là, n'obtenait qu'une valeur de 5,6 (figure 5). N'étant entièrement recrutés qu'à l'âge de 3 ans (Brown 1994; Scott et Crossman 1985), ces éperlans devraient contribuer significativement à la reproduction des deux, voire des trois prochaines années; tout comme la cohorte 1991 a dominé la reproduction pendant trois années consécutives (1994, 1995 et 1996) à partir de l'âge du plein recrutement.

L'indice de déposition d'œufs (IDO), nous permet donc d'évaluer avec précision l'intensité de l'activité de reproduction car il intègre les prises par unité d'effort (PUE) moyennes annuelles de femelles, la structure de taille et d'âge de celles-ci, l'indice gonado-somatique (IGS) en fonction de leur taille et le nombre de nuits où les montaisons de femelles ont été significatives. Par contre, l'IDO seul ne peut être un indice prédictif puissant si aucune évaluation annuelle du taux d'éclosion n'est réalisée. La fluctuation des conditions environnementales au printemps peut fortement influencer le succès de reproduction et engendrer un recrutement variable même si on est en présence d'années avec un IDO identique.

5.0 CONCLUSION

En 1997, nous avons connu la saison de reproduction de l'éperlan arc-en-ciel la plus intense depuis que ce type de suivi existe. Les PUE moyens annuels sont les plus élevés depuis 1994 ainsi que l'indice de déposition d'œufs. Cet indice permettra dorénavant d'évaluer avec justesse l'intensité de la reproduction car il intègre les quatre variables jugées essentielles au suivi de la reproduction de cette espèce. Cependant, il devra être jumelé à une évaluation du taux d'éclosion afin de devenir un puissant outil prédictif.

Par ailleurs, les résultats ne semblent pas avoir été influencés par les légers changements au protocole d'échantillonnage. Ces résultats nous indiquent que les éperlans de 3 ans ont dominé la reproduction et que ces éperlans quoique plus petits, sont en meilleure condition physique que

les années précédentes. De plus, une série de mâles de 2 ans étant plus lourds pour une même taille a frayé le 7 mai. L'origine de ces éperlans fait présentement l'objet d'une investigation plus approfondie au niveau de leur appartenance génétique.

Ces résultats indiquent aussi que cette espèce demeure sensible à l'exploitation, car un prélèvement jugé faible peut avoir un impact important sur la déposition d'œufs si beaucoup de gros individus sont capturés. Il demeure donc primordial de poursuivre le suivi de la reproduction de la population d'éperlans du sud de l'estuaire du Saint-Laurent et d'investiguer au niveau du taux d'éclosion afin de développer un outil prédictif fiable des tendances annuelles de population. À partir de là, il sera plus facile d'adapter la réglementation de façon à maximiser la déposition d'œufs sur les frayères.

6.0 BIBLIOGRAPHIE

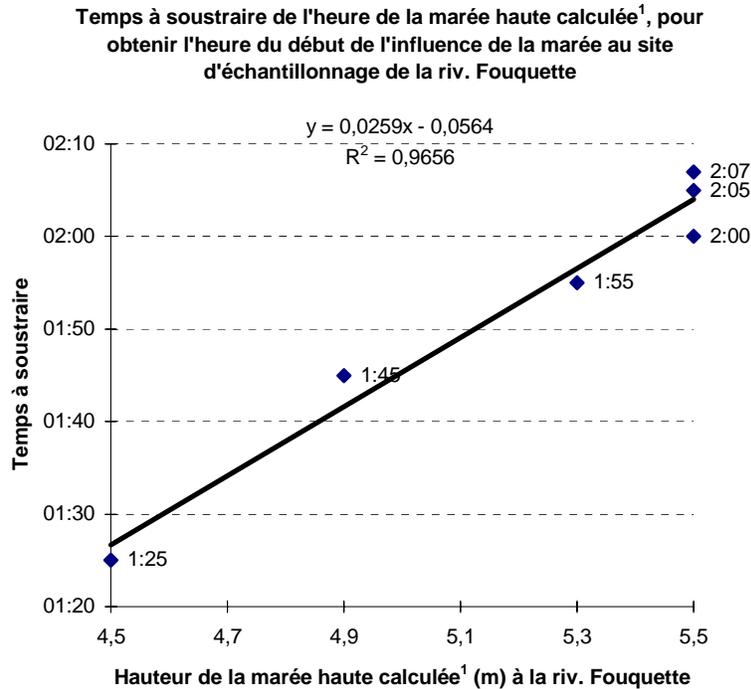
- BERGERON, P. et Y. MÉNARD. 1995. *Suivi pluriannuel de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel anadrome (Osmerus mordax) dans trois rivières de la rive sud de l'Estuaire du Saint-Laurent (1990-1993)*. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Québec. Rapp. tech. xi + 87 p.
- BERNATCHEZ, L., S., MARTIN et A. BERNIER. 1993. *Caractérisation génétique de la structure populationnelle de l'éperlan arc-en-ciel de l'estuaire du Saint-Laurent*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 44 p.
- BERNATCHEZ, L. S. MARTIN, A. BERNIER, S. TREMBLAY, G. TRENCHIA, G. VERREAULT et Y. VIGNEAULT. 1995. *Conséquences de la structure génétique de l'éperlan arc-en-ciel (Osmerus mordax) pour la réhabilitation de l'espèce dans l'estuaire du Saint-Laurent*. INRS-EAU, Ministère de l'Environnement et de la Faune. Ministère des Pêches et Océans. 46 p.
- BROWN, R.W. 1994. *Reproduction, early life history and recruitment of rainbow smelt in St. Martin Bay, Lake Huron*. Department of Fisheries and Wildlife and Michigan State University.
- CENTRE ÉCOLOGIQUE DU LAC-ST-JEAN. 1996. *Incubation d'œufs d'éperlans au ruisseau de l'Église. Interaction communautaire; rapport trimestriel 1, 2 et 3, Saint-Félicien*. iv + 20 p.
- MARCOTTE, A. et J.L. TREMBLAY. 1948. *Notes sur la biologie de l'éperlan (Osmerus mordax, Mitchill) de la province de Québec*. Contr. Stat. Biol. Saint-Laurent. 18: 107 p.
- MCKENZIE, R.A. 1964. *Smelt life history and fishery in the Miramichi River, New-Brunswick*. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa. Bulletin no. 144. ix + 77 p.
- PELLETIER, C., R. TARDIF et G. VERREAULT. 1996. *Échantillonnage de l'éperlan arc-en-ciel (Osmerus mordax) en période de reproduction — analyse et proposition d'un protocole*. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Rivière-du-Loup.

- PETTIGREW, P. 1997. *Suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 1994, 1995 et 1996*. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. Rivière-du-Loup. viii + 53 p.
- ROBITAILLE, J.A. et Y. VIGNEAULT. 1990. *L'éperlan arc-en-ciel (Osmerus mordax) anadrome de l'estuaire du Saint-Laurent : synthèse des connaissances et problématique de la restauration des habitats de fraie dans la rivière Boyer*. Rapp. Manus. Can. Sci. Halieu. et aqua. No 2057 : vi + 56 p.
- SCOTT, W.B. et E.J. CROSSMAN. 1985. *Poissons d'eau douce du Canada*. Fish. Res. Bd. Canada. Bull. 184. 1027 p.
- SCHERRER, B. 1984. *Biostatistiques*. Gaétan Morin. Éditeur, Chicoutimi, Québec. 850 p.
- SCKRECK, C.B. et P.B. MOYLE. 1990. *Methods for fish biology*. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland. 684 p.
- TRENCIA, G., G. VERREAULT et D. CARRIER. 1990. *Le passé, le présent et le futur de l'éperlan de l'estuaire : une histoire de disparition ou de restauration*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. In collection Environnement et Géologie. Vol. 11. Symposium sur le Saint-Laurent, un fleuve à reconquérir. PP 471-498.
- ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis* ; Second Edition. Prentice Hall, Englenwood Cliffs, New-Jersey. 718 p.

Annexe 1

**Méthode de calcul de l'heure du début de l'influence de la marée
au site d'échantillonnage de la rivière Fouquette
lors du suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel**

Méthode de calcul de l'heure du début de l'influence de la marée au site d'échantillonnage de la rivière Fouquette lors du suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel.



1- L'heure de la marée haute et la hauteur calculée pour la rivière Fouquette peuvent être obtenues à partir de deux tables de marées différentes :

a) À partir des tables de marées et courants du Canada, volume 3 :

L'heure des marées à l'heure avancée est obtenue en additionnant + 2h10 aux heures des marées de Pointe-au-Père.

La hauteur de la marée haute à Rivière-du-Loup se calcule de la façon suivante :

$$\text{Hauteur Riv.-du-Loup} = \text{Hauteur Pte-au-Père} + (0,1698 \times \text{haut. Pte-au-Père}) - 0,0225$$

La dernière correction à apporter pour obtenir la hauteur de la marée haute de la rivière Fouquette est d'ajouter 0,2 m. à la hauteur de la marée haute à Rivière-du-Loup. Le niveau de la marée basse à la rivière Fouquette est sensiblement le même qu'à Pointe-au-Père. Aucune correction n'est apportée puisque la marée basse n'a pas d'effet au site d'échantillonnage.

b) À partir des tables de marées corrigées de Marée 2000 enr., fascicule 2 :

L'heure des marées est obtenue en additionnant + 20 min. aux heures des marées de Rivière-du-Loup.

La hauteur de la marée haute à la rivière Fouquette est corrigée en additionnant + 0,7 pieds à la hauteur de la marée haute de Rivière-du-Loup (1 mètre = 3,28 pieds)

Le niveau de la marée basse par rapport à Rivière-du-Loup n'est pas corrigé pour les mêmes raisons qu'en "a".

Note: L'influence de la marée au site d'échantillonnage de la rivière Fouquette débute lorsque la marée atteint 4,3 mètres de hauteur.

Notes sur la préparation de l'horaire de travail :

1. Considérant que la période d'échantillonnage doit être située entièrement de noirceur, déterminer cette période en premier :

Heure du coucher du soleil + 30 minutes : début possible de l'échantillonnage
Heure du lever du soleil - 30 minutes - 1:25 : heure limite du début de l'échantillonnage.

2. À l'intérieur de cette période :

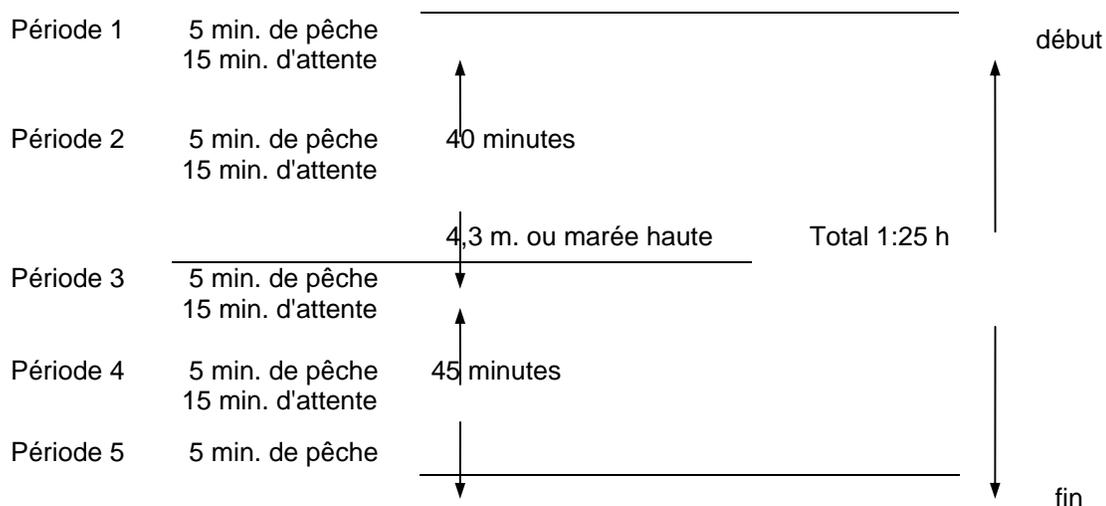
La 3^e période d'échantillonnage doit débuter avec le pic de la marée haute ou à l'heure où la marée atteint 4,3 m. Donc, la période 1 débute 40 minutes plus tôt.

Marée haute ou Marée 4,3 m	- 40 minutes :	Heure du début de l'échantillonnage
----------------------------------	----------------	--

3. Dans le choix final des heures :

- la noirceur prédomine sur la marée
- entre deux marées de jour, on s'ajustera sur celle de fin de journée

Représentation schématique des périodes d'échantillonnage :



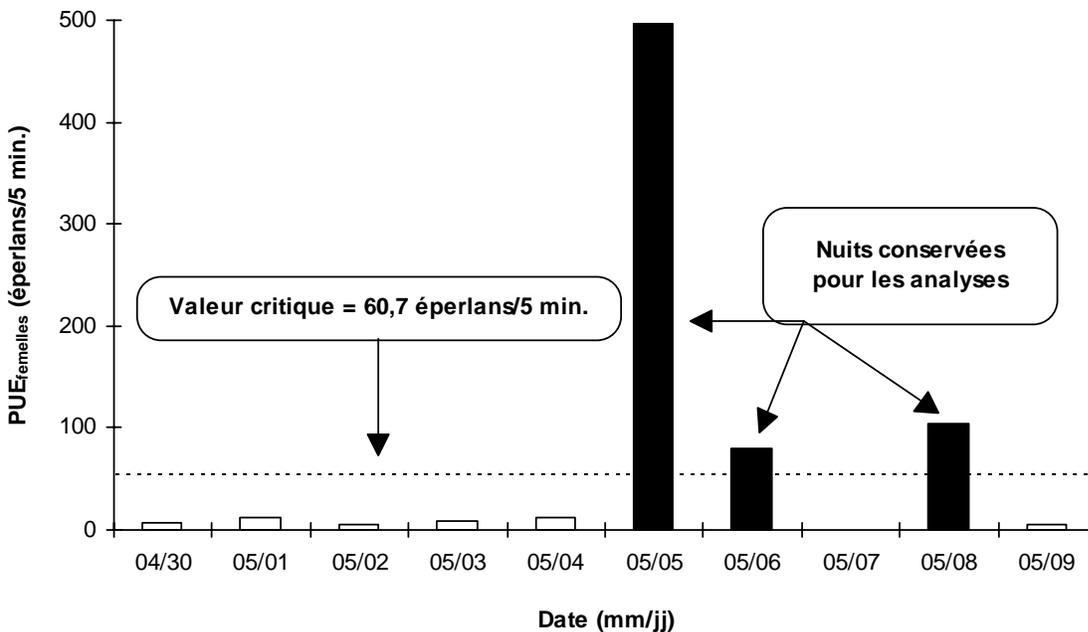
Annexe 2

**Détermination des journées à conserver
pour l'analyse des résultats
selon la méthode de Pettigrew (1997)**

DÉTERMINATION DES JOURNÉES À CONSERVER POUR L'ANALYSE

Étapes à observer pour la détermination des journées à conserver pour l'analyse :

1. Calculer les PUE journaliers de femelles.
2. Calculer les PUE saisonniers de femelles.
Ce PUE est calculé à partir de 2 journées consécutives où il y a des captures de femelles.
3. Calculer une valeur critique en multipliant le PUE saisonnier de femelles par 0,75.
4. Réaliser les 2 prochaines étapes avec les journées utilisées dans le calcul du PUE saisonnier.
5. Débuter la série de journées à conserver à la première journée où le PUE journalier est supérieur ou égal à la valeur critique. Réaliser cet exercice avec les journées utilisées dans le calcul du PUE saisonnier.
6. Arrêter la série avant deux journées consécutives ayant un PUE journalier inférieur à la valeur critique.
7. Les analyses biométriques et les calculs des PUE moyens annuels sont, à partir d'ici, réalisés avec les journées sélectionnées où il y a des captures de femelles.



Annexe 3

Calcul détaillé de l'indice de déposition d'oeufs à la rivière Fouquette en 1997

$$\text{IDO} = \frac{\sum (\text{fréquence}_{\text{lf} \cdot \text{age}} \times \text{IGS}_{\text{lf}} \times \text{PUE}_{\text{femelles}} \times \text{nb. nuits})}{10^6}$$

Indice de classe de lf	Médiane de la classe (mm)	Masse attribuée à la médiane (g)	IGS	Fréquence relative en fonction des classes de longueur et d'âge						
				indice de classe d'âge						
				2 ans	3 ans	4 ans	5 ans	6 ans	7 ans	
100	104,5	9,3	3952	10,26%						
110	114,5	12,2	5901	13,46%	1,92%					
120	124,5	15,7	8224	12,09%	2,01%					
130	134,5	19,8	10952	1,54%	6,15%					
140	144,5	24,6	14120	1,54%	6,15%					
150	154,5	30,0	17759		14,10%					
160	164,5	36,3	21903		12,82%					
170	174,5	43,3	26584		5,13%					
180	184,5	51,2	31836		1,28%					
190	194,5	60,0	37691			2,56%	1,28%			
200	204,5	69,8	44183				1,28%			
210	214,5	80,6	51344							
220	224,5	92,4	59206				1,28%	2,56%		
230	234,5	105,4	67804				1,28%			
240	244,5	119,4	77170							
250	254,5	134,7	87337					1,28%		
260	264,5	151,3	98338							
Contribution relative de chaque classe d'âge à l'effectif de femelles				38,9%	49,6%	2,6%	5,1%	3,8%	0,0%	

L'indice gonado-somatique (IGO) de chaque classe de longueur à la fourche est obtenu à partir de la masse attribuée à la médiane de la classe à l'aide de la relation masse-longueur annuelle des femelles ($Y = 3,0064 X - 11,75$) et ensuite de la relation de Bergeron et Ménard (1995) où le nombre d'œufs = $664,6 \times \text{Masse totale} - 2211,8$

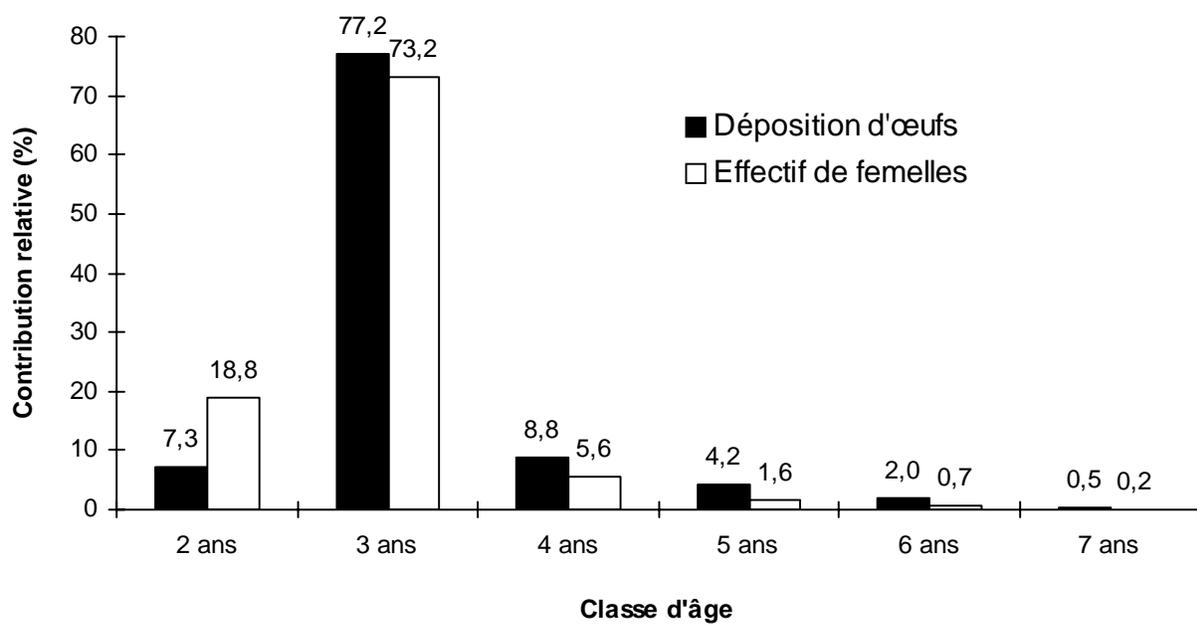
La fréquence relative de chaque combinaison des indices de classe de lf et d'âge est multipliée par l'indice gonado-somatique (IGS) approprié, par le PUE_{annuel} de femelles (225 éperlans/5 min.) et par le nombre de nuits conservées pour les analyses (3 nuits) et ensuite divisé par 1 000 000.

Fréquence relative en fonction des classes de longueur et d'âge								
Indice de classe de lf	IGS	Indice de classe d'âge					Total	
		2 ans	3 ans	4 ans	5 ans	6 ans		7 ans
100	3952	0,27						0,27
110	5901	0,54	0,08					0,61
120	8224	0,67	0,11					0,78
130	10952	0,11	0,45					0,57
140	14120	0,15	0,59					0,73
150	17759		1,69					1,69
160	21903		1,90					1,90
170	26584		0,92					0,92
180	31836		0,28					0,28
190	37691			0,65	0,33			0,98
200	44183				0,38			0,38
210	51344							
220	59206				0,51	1,02		1,54
230	67804				0,59			0,59
240	77170							
250	87337					0,76		0,76
260	98338							
		1,74	6,01	0,65	1,81	1,78		12,0
Contribution relative de chaque classe d'âge à la déposition des oeufs		14,5%	50,1%	5,4%	15,1%	14,8%		

En 1997, l'indice de déposition est donc égal à 12.

Annexe 4

**Contribution relative de chaque classe d'âge d'éperlans arc-en-ciel
à la déposition d'oeufs et à l'effectif de femelles
de la rivière Fouquette en 1994**



Annexe 5

**Synthèse détaillée des paramètres d'échantillonnage
de l'éperlan arc-en-ciel à la rivière Fouquette
entre 1994 et 1997**

ANNÉE	PUE (Éperlans/5 min.) nb. jours-pêche	RAPPORT des SEXES (mâle : femelle)	PUE FEMELLES (Éperlans/5 min.)	INDICE DE DÉPOSITION D'OEUFs	ÂGE MOYEN (année) ⁽ⁿ⁾		TAILLE MOYENNE (LF en mm) ⁽ⁿ⁾		MASSE MOYENNE (g) ⁽ⁿ⁾		DISTRIBUTION (%) PAR CLASSE D'ÂGE													
					M	F	M	F	M	F	2 ans		3 ans		4 ans		5 ans		6 ans		7 ans			
											M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1997	743 / 5 min. 3 nuits	2,3 : 1	225	3,00	2,9 ⁴⁴⁶	2,9 ⁷⁸	146 ⁴⁴⁶	145 ⁷⁸	27,3 ⁴⁴⁶	29,8 ⁷⁸	24,7	11,8	36,7	15,0	1,1	0,8	3,8	1,6	3,3	1,2	0,2	0,0		
1996	53 / 5 min. 7 nuits	1,1 : 1	25	0,71	3,2 ⁶¹²	3,5 ²⁴⁵	156 ⁶¹²	170 ²⁴⁵	29,8 ⁶¹²	45,2 ²⁴⁵	18,5	13,5	13,1	11,9	10,4	9,5	9,8	12,3	0,5	0,4	0,1	0,0		
1995	124 / 5 min. 5 nuits	2,4 : 1	36	1,11	3,4 ²³⁹⁹	3,6 ¹¹⁵⁶	167 ²³⁹⁹	179 ¹¹⁵⁶	34,8 ²³⁹⁹	48,1 ¹¹⁵⁶	4,4	1,0	33,0	12,1	30,8	14,6	1,7	1,1	0,5	0,5	0,1	0,1		
1994	333 / 5 min. 3 nuits	1,1 : 1	159	3,47	3,0 ¹⁷⁸⁰	2,9 ⁴⁴⁵	159 ¹⁷⁸⁰	163 ⁴⁴⁵	30,8 ¹⁷⁸⁰	36,1 ⁴⁴⁵	8,9	7,0	34,9	39,6	2,6	5,3	0,8	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0		

Annexe 6

**Synthèse détaillée des paramètres d'échantillonnage
de l'éperlan arc-en-ciel au ruisseau de l'Église
entre 1990 et 1997**

ANNÉE	PUE (Éperlans/5 min.) nb. jours-pêche	RAPPORT des SEXES (mâle : femelle)	PUE FEMELLES (Éperlans/5 min.)	INDICE DE DÉPOSITION D'OEUFS	ÂGE MOYEN (année)(n)		TAILLE MOYENNE (LF en mm)(n)		MASSE MOYENNE (g)(n)		DISTRIBUTION (%) PAR CLASSE D'ÂGE POUR LES EFFECTIFS.													
					M	F	M	F	M	F	2 ans		3 ans		4 ans		5 ans		6 ans		7 ans			
											M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
1997	3 / 5 min. 7 nuits	28,0 : 1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1996	205 / 5 min. 4 nuits	7,4 : 1	24	0,42	3,3 ⁷⁹⁸	3,1 ¹⁶²	160 ⁷⁹⁸	154 ¹⁶²	29,7 ⁷⁹⁸	28,8 ¹⁶²	8,5	1,5	50,4	8,7	20,3	1,3	8,6	0,4	0,4	0,0	0,1	0,0		
1995	3117 / 5 min. 4 nuits	4,7 : 1	547	13,84	3,3 ¹⁸⁷²	3,3 ⁵⁴⁰	163 ¹⁸⁷²	169 ⁵⁴⁰	33,0 ¹⁸⁷²	41,2 ⁵⁴⁰	12,2	2,4	35,6	8,4	31,9	5,9	1,9	0,5	0,7	2,0	0,1	0,1		
1994	57 / 5 min. 6 nuits	4,3 : 1	11	0,23	3,1 ³⁸¹⁵	2,9 ⁸⁰⁰	161 ³⁸¹⁵	161 ⁸⁰⁰	32,4 ³⁸¹⁵	35,3 ⁸⁰⁰	11,2	4,5	57,0	12,4	10,5	1,1	1,7	0,5	0,6	0,2	0,1	0,1		
1993*	12 / 5 min. 6 nuits	8,1 : 1	1	—	2,9 ¹⁶⁹³	3,0 ²¹⁰	157 ¹⁶⁹³	169 ²¹⁰	32,8 ¹⁶⁹³	47,0 ²¹⁰	28,4	3,7	44,5	5,0	12,5	1,6	2,8	0,6	0,8	0,2	0,0	0,0		
1992	2 / 5 min. 12 nuits	14,3 : 1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1991	9 / 5 min. 11 nuits	6,3 : 1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1990	4 / 5 min. 8 nuits	3,4 : 1	1	—	3,1 ⁵⁴⁷	2,8 ¹⁷⁹	—	—	—	—	12,7	8,0	47,7	13,9	9,6	2,2	3,6	0,3	1,5	0,1	0,3	0,1		