

*Suivi des juvéniles
d'éperlan arc-en-ciel du
sud de l'estuaire du Saint-Laurent
en 2007*

DIRECTION RÉGIONALE DE L'AMÉNAGEMENT DE LA FAUNE

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE
DIRECTION GÉNÉRALE DU BAS-SAINT-LAURENT

Direction régionale de l'aménagement de la faune

**Suivi des juvéniles d'éperlans arc-en-ciel
du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 2007**

par

René Richard

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
Direction générale du Bas-Saint-Laurent
Novembre 2007

Référence à citer :

Richard, R. 2007. *Suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 2007*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. Direction régionale de l'aménagement de la faune. 33 pages.

Équipe de réalisation

Chargé de projet

Guy Verreault, biologiste

Travaux de terrain

Walter Bertacchi

Geneviève Bourget

Pierre Caron

Pierre Pettigrew

René Richard

Rémi Tardif

Analyse

René Richard

Guy Verreault

Rédaction

René Richard

Correction et mise en page

Francine Bélanger

Résumé

Ce rapport présente les résultats de la 6^e année de chalutage sur les deux principales zones de rétention de larves d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax* Mitchill) du sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Elles se retrouvent dans l'Anse Sainte-Anne, en face de La Pocatière et sur le Banc de la Rivière du Loup, situé entre Notre-Dame-du-Portage et Rivière-du-Loup. Le profil thermique de ces zones confirme que le chalutage s'est effectué à l'intérieur du milieu préférentiel pour le développement des larves d'éperlan. L'abondance moyenne des larves dans l'Anse Sainte-Anne se situe à $2606,9 \pm 2742,2$ larves par 1000m^3 , cette valeur se situe dans la moyenne des cinq dernières années qui est de $950,7 \pm 2597,6$ larves par 1000m^3 . Sur le Banc de la Rivière du Loup, on retrouve $72,8 \pm 124,9$ larves par 1000m^3 , ce qui représente aussi une abondance larvaire équivalente à la moyenne des cinq dernières années : $28,1 \pm 101,7$ larves par 1000m^3 . La hausse des indices de déposition des oeufs (IDO) sur les rivières du Loup et Fouquette explique sans doute l'augmentation des captures sur le Banc de la Rivière du Loup par rapport à l'an dernier. Ces résultats démontrent l'importance de compter sur plusieurs indicateurs pour suivre l'évolution de la population d'éperlans du sud de l'estuaire.

Table des matières

RÉSUMÉ	v
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES ANNEXES	ix
1. INTRODUCTION	1
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	3
2.1 Échantillonnage.....	3
2.1.1 Aire d'étude.....	3
2.1.2 Périodes d'échantillonnage.....	5
2.1.3 Matériel.....	5
2.1.4 Déroulement des opérations	5
2.2 Traitement des échantillons.....	6
2.3 Analyse des données	6
2.3.1 Abondance larvaire.....	6
2.3.2 Taille des larves.....	7
3. RÉSULTATS.....	7
3.1 Température	7
3.2 Salinité.....	9
3.3 Larves.....	10
3.3.1 Abondance larvaire.....	10
3.3.2 Taille des larves.....	12
4. DISCUSSION	13
4.1 Température	13
4.2 Salinité.....	13
4.3 Abondance larvaire	13
4.4 Taille des larves.....	15
5. CONCLUSION.....	15
6. LISTE DES RÉFÉRENCES.....	16

Liste des tableaux

Tableau 1. Densité moyenne de larves d'éperlans observées dans l'Anse Sainte-Anne et sur le Banc de la Rivière du Loup entre 2002 et 2007.	11
Tableau 2. Taille moyenne des larves d'éperlan capturées en 2007.....	12

Liste des figures

Figure 1. Localisation des frayères d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent.....	2
Figure 2. Localisation des zones de rétention larvaire des éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent.	3
Figure 3. Localisation des stations d'échantillonnage dans l'Anse Sainte-Anne.....	4
Figure 4. Localisation des stations d'échantillonnage sur le Banc de la Rivière du Loup.	4
Figure 5. Température moyenne (avec IC 95%) enregistrée sur les deux sites à l'étude entre 2002 et 2007.....	8
Figure 6. Températures observées aux stations de l'Anse Sainte-Anne en 2007.....	8
Figure 7. Températures observées aux stations du Banc de la Rivière du Loup en 2007.....	9
Figure 8. Salinité moyenne (avec IC 95%) enregistrée sur les deux sites à l'étude entre 2002 et 2006.....	9
Figure 9. Densité moyenne de larves d'éperlan arc-en-ciel sur le Banc de la Rivière du Loup en relation avec l'indice combiné de déposition des oeufs (IDO) de la rivière Fouquette et de la rivière du Loup entre 2003 et 2006.....	11

Liste des annexes

Annexe 1. Température et salinité enregistrées sur chacune des stations en 2007.....	19
Annexe 2. Résultats des tests de vérification des conditions d'analyse	20

1. Introduction

L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax* Mitchill) anadrome se retrouve sur l'ensemble de la côte de l'Atlantique, depuis le New Jersey jusqu'au Labrador (Scott et Crossman 1974). Au Québec, il est présent dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, incluant la Baie-des-Chaleurs (Trencia *et al.* 1990). Quatre populations génétiquement distinctes ont été identifiées : 1- la population du sud de l'estuaire, 2- celle de la rive nord du Saint-Laurent, 3- la population de la Côte-Nord et 4- celle de la Baie-des-Chaleurs (Bernatchez et Martin 1996). La population de la rive sud a subi une diminution au cours des quarante dernières années (Berger et Trencia 1994) et elle a reçu en mars 2005 le statut de population vulnérable en vertu de la Loi québécoise sur les espèces menacées ou vulnérables (Doucet et Verreault 2005).

Maintenant seulement quatre tributaires sont connus et utilisés par l'éperlan en période de reproduction. Ils sont de l'amont vers l'aval, le ruisseau de l'Église, la rivière Ouelle, la rivière Fouquette et la rivière du Loup (figure 1). Le suivi de cette population est réalisé annuellement depuis 1994 sur la rivière Fouquette. Ce suivi donne un indice d'abondance des reproducteurs, leurs caractéristiques biologiques ainsi qu'un indice de fertilité du stock (IFS) afin d'estimer l'intensité de reproduction ainsi que la force des futures cohortes. Une étude sur la caractérisation des frayères est aussi effectuée depuis 2004. Elle permet le calcul d'un indice de déposition des oeufs (IDO) sur les rivières Fouquette, du Loup et Ouelle (Richard 2007).

Une forte reproduction n'engendre pas forcément un fort recrutement en raison de facteurs biotiques et abiotiques qui font varier l'abondance des éperlans entre la déposition des oeufs et le retour des reproducteurs (Doucet 2005). En général, les variations d'abondance interannuelles des cohortes sont en relation avec le taux de survie lors des premiers stades de développement (Sirois et Dodson 2000). L'évaluation de l'abondance des juvéniles est donc très importante pour la compréhension de la dynamique d'une population.

Au cours de l'été 2002, les premiers travaux de chalutage des larves d'éperlan furent effectués (Girault 2002) sur les deux principales zones de rétention de larves, soit l'Anse Sainte-Anne et le Banc de la Rivière du Loup, identifiées par Lecomte et Dodson (2004). Cet échantillonnage a permis de préciser l'emplacement des principaux sites de rétention de larves et d'évaluer leur taux de mortalité. Le même protocole fut utilisé en 2003 afin de valider les résultats de 2002 et d'évaluer les fluctuations interannuelles (Verreault et Laganière 2004). L'échantillonnage de 2003 avait aussi comme but de simplifier le protocole d'échantillonnage afin d'en faire un suivi annuel.

Ce rapport présente les résultats obtenus lors de la campagne d'échantillonnage réalisée en 2007. Ces résultats sont ensuite comparés à ceux obtenus lors des campagnes précédentes afin d'établir des correspondances entre les années et ainsi constater les tendances de cette population d'éperlans.

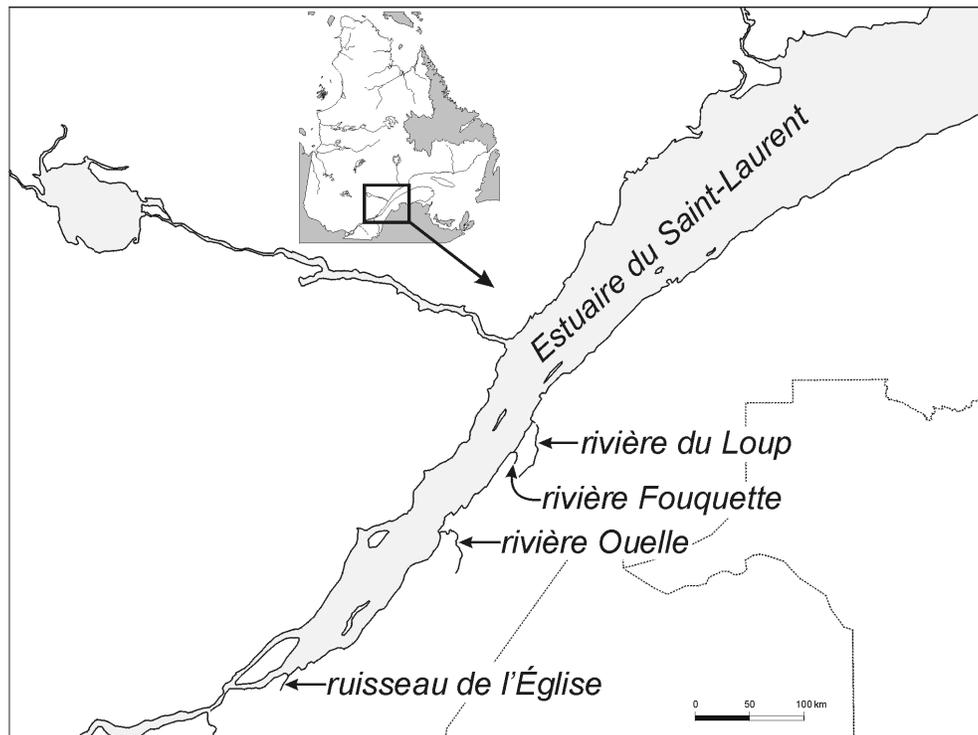


Figure 1. Localisation des frayères d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent.

2. Matériel et méthodes

2.1 Échantillonnage

2.1.1 Aire d'étude

L'échantillonnage a été réalisé sur les deux principales zones de rétention d'éperlan du sud de l'estuaire moyen identifiées par Lecomte et Dodson (2004), soit l'Anse Sainte-Anne et le Banc de la Rivière du Loup (figure 2). Trois des quatre tributaires où la reproduction de l'éperlan s'effectue, se situent à proximité de ces zones. Les larves de la rivière Ouelle, qui se jettent à l'extrémité est de l'Anse Sainte-Anne, ainsi que celles du ruisseau de l'Église, situé à environ 75 kilomètres en amont, se retrouvent sans doute dans l'Anse Sainte-Anne. Les larves des rivières Fouquette et du Loup devraient être présentes dans le Banc de la Rivière du Loup puisque celui-ci se situe entre ces deux dernières. La campagne d'échantillonnage de 2007 s'est effectuée selon le protocole simplifié proposé par Verreault et Laganière (2004). Quatre stations ont été échantillonnées dans l'Anse Sainte-Anne et cinq sur le Banc de la Rivière du Loup. Le protocole prévoit la réalisation du profil thermique de chacune des zones sur une base annuelle. La localisation des stations apparaît aux figures 3 et 4.

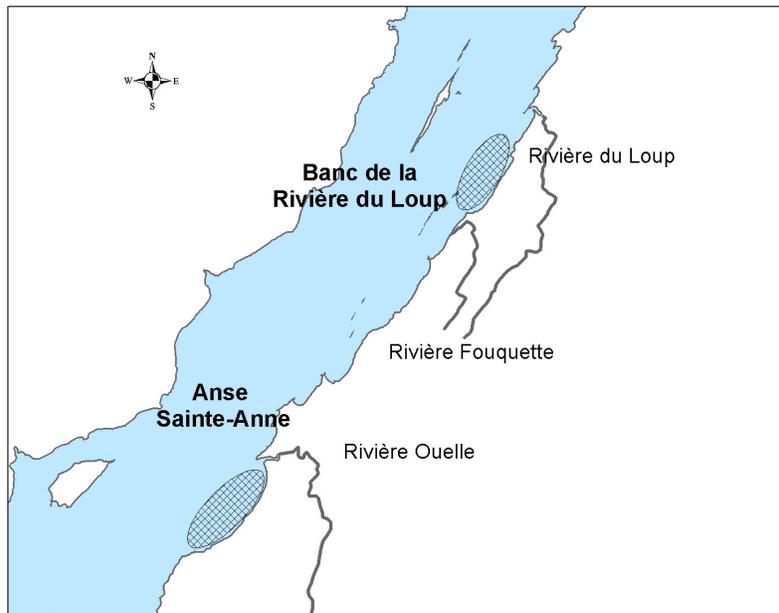


Figure 2. Localisation des zones de rétention larvaire des éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent.

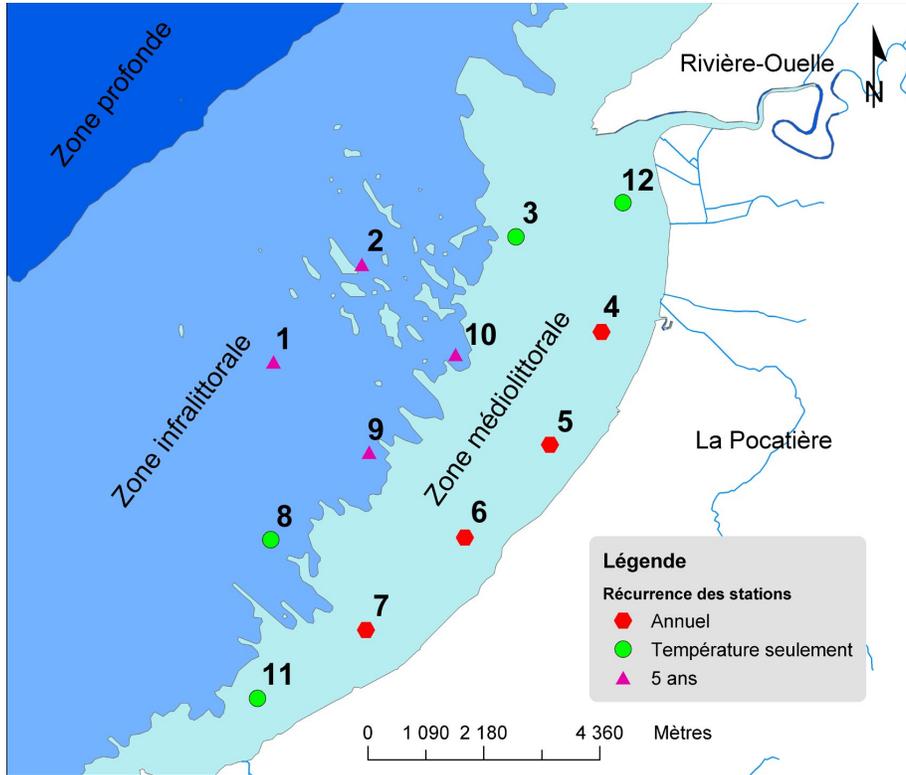


Figure 3. Localisation des stations d'échantillonnage dans l'Anse Sainte-Anne.

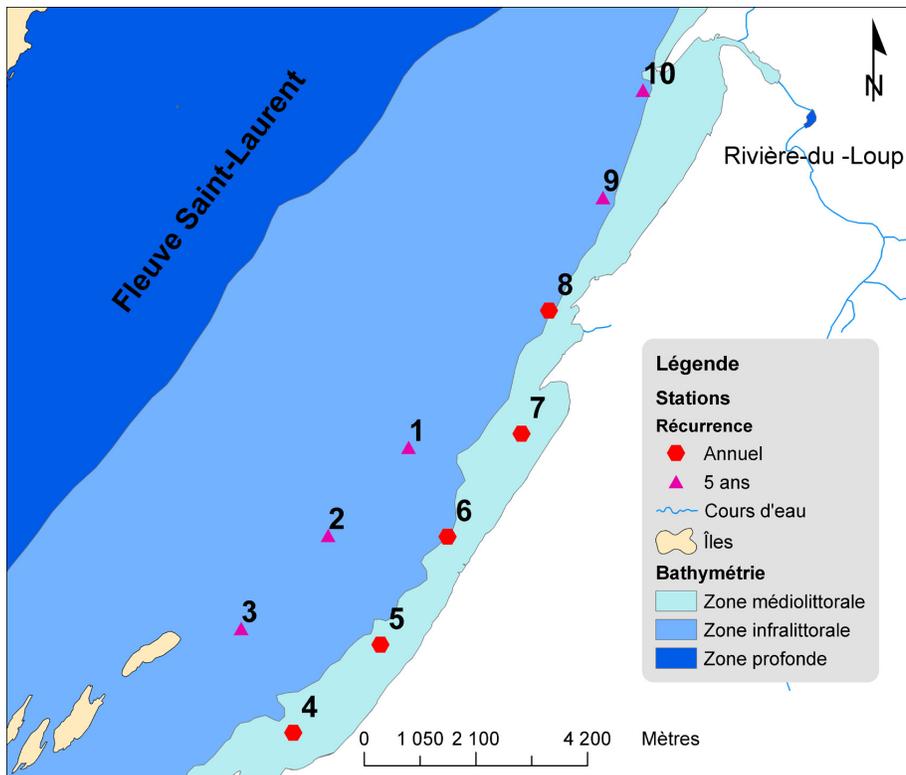


Figure 4. Localisation des stations d'échantillonnage sur le Banc de la Rivière du Loup.

2.1.2 Périodes d'échantillonnage

Le protocole utilisé en 2007 est le même que celui de l'année précédente et comprend deux sessions d'échantillonnage réalisées à environ deux semaines d'intervalle. L'échantillonnage s'est déroulé les 3 et 16 juillet dans l'Anse Sainte-Anne et les 4 et 17 juillet dans le Banc de la Rivière du Loup.

2.1.3 Matériel

L'échantillonnage a été effectué à l'aide d'une embarcation de marque Cadorette de 7 mètres de longueur propulsée par un moteur de 150 CV. L'engin de capture, un chalut pélagique de 3 mètres de longueur avec une ouverture circulaire de 1 mètre de diamètre pour une surface de 0,7854 m², est pourvu de maille de 500 µm et d'un godet amovible. Les données du débitmètre General Oceanics (modèle 2030R) placé au centre de l'ouverture du chalut, permettent de calculer la longueur du trait de chalut, la vitesse du bateau ainsi que le volume d'eau filtré. Un appareil de mesure conductivité/salinomètre WTW COND 315i a été utilisé pour obtenir les données de salinité et de température de surface. La précision de la salinité mesurée est de $\pm 0,1\%$.

2.1.4 Déroulement des opérations

Comme les années précédentes, l'équipe d'échantillonnage était constituée de trois personnes : le pilote de l'embarcation et deux personnes affectées aux manipulations du chalut. La période d'échantillonnage se situait entre une heure et demie avant l'étale de la marée haute et une heure et demie après. La vitesse de l'embarcation est maintenue entre 2 et 3 km/h par rapport à la surface de l'eau et le cap mis vers la prochaine station. Toutes les stations ont été chalutées pendant dix minutes en maintenant la partie supérieure de l'ouverture du chalut entre cinq et dix centimètres sous la surface. À chaque trait de chalut, les données suivantes étaient recueillies : coordonnées géographiques de mise à l'eau et de sortie du chalut, heure de mise à l'eau, profondeur sous l'embarcation au début et à la fin, température et salinité en surface de l'eau. Les mesures du débitmètre

ont été notées au début et à la fin du trait de chalut. Après dix minutes, le chalut était remonté et rincé pour s'assurer de récolter tout le matériel échantillonné. Le contenu du godet était ensuite rincé délicatement et versé dans un tamis de 63 μm en rejetant les gros débris. L'échantillon était par la suite transféré dans un bocal de 1 litre préalablement identifié (site, date, station), contenant de l'éthanol 95 %. Afin de maintenir une concentration d'alcool suffisante pour une bonne conservation des larves, l'éthanol est systématiquement remplacé après 24 heures.

2.2 Traitement des échantillons

Dans un premier temps, les larves d'éperlan ont été séparées des autres espèces à l'aide d'une loupe éclairée, en se basant sur les caractéristiques décrites par Jacquaz et Lecomte (2002) et d'après la clé d'identification développée par Fahay (1983). Les larves d'éperlan ont ensuite été mesurées à l'aide d'un système de mesure électronique d'image assisté par ordinateur (logiciel Pixelink). Lorsque le nombre de larves d'éperlan était supérieur à 100 dans une station, un sous-échantillon aléatoire de 100 larves a été utilisé pour effectuer les mesures. Contrairement aux années antérieures, le décompte des larves de hareng et de capelan n'a pas été effectué au même moment que celui des larves d'éperlan.

2.3 Analyse des données

2.3.1 Abondance larvaire

L'abondance larvaire a été mise en relation avec les IDO des rivières Fouquette, du Loup de même qu'avec l'IDO combiné de ces deux rivières au moyen de corrélations de Pearson. Les seuils inférieurs et supérieurs de significativité de ces corrélations étaient de 95 % ($\alpha = 0,05$). L'hypothèse nulle (corrélation non significative) est conservée lorsque $p \geq 0,05$. La normalité des données a été vérifiée à l'aide d'un test Kolmogorov-Smirnov et la linéarité des données l'a été visuellement.

2.3.2 Taille des larves

Des tests de t pour échantillons indépendants avec approximation de Welch (inégalité des variances) ont été utilisés afin de comparer la moyenne des tailles des larves des deux zones de rétention aux deux périodes d'échantillonnage. Les seuils inférieurs et supérieurs de significativité de ces tests étaient de 95 % ($\alpha = 0,05$). L'hypothèse nulle (moyennes semblables) pour un test bilatéral est conservée lorsque $t \leq t_{\alpha/2(df)}$. De plus, un test de t de conformité a été utilisé afin de comparer la valeur du taux de croissance des larves de l'Anse Sainte-Anne à la valeur moyenne des quatre dernières années. Les seuils inférieurs et supérieurs de significativité de ce test étaient de 95 % ($\alpha = 0,05$). L'hypothèse nulle (valeur semblable à la moyenne) pour un test bilatéral est conservée lorsque $t \leq t_{\alpha/2(df)}$. La normalité des données a été vérifiée à l'aide d'un test Kolmogorov-Smirnov pour les deux tests de t . L'égalité des variances a été analysée à l'aide d'un test du F de Fisher pour le test de t pour échantillons indépendants.

Les résultats des tests effectués afin de vérifier les conditions d'analyses sont présentés en annexe afin d'alléger le texte.

3. Résultats

3.1 Température

Les températures moyennes observées sur les sites d'échantillonnage affichent des températures moyennes à la baisse depuis 2002, à l'exception de l'année 2005 (figure 5). En 2007, la température moyenne rencontrée dans l'Anse Sainte-Anne est inférieure de 5,8 °C par rapport à 2002 et celle du Banc de la Rivière du Loup est inférieure de 4,3 °C. De plus, pour une troisième année consécutive, la température s'avère plus élevée sur le Banc de la Rivière du Loup que dans l'Anse Sainte-Anne.

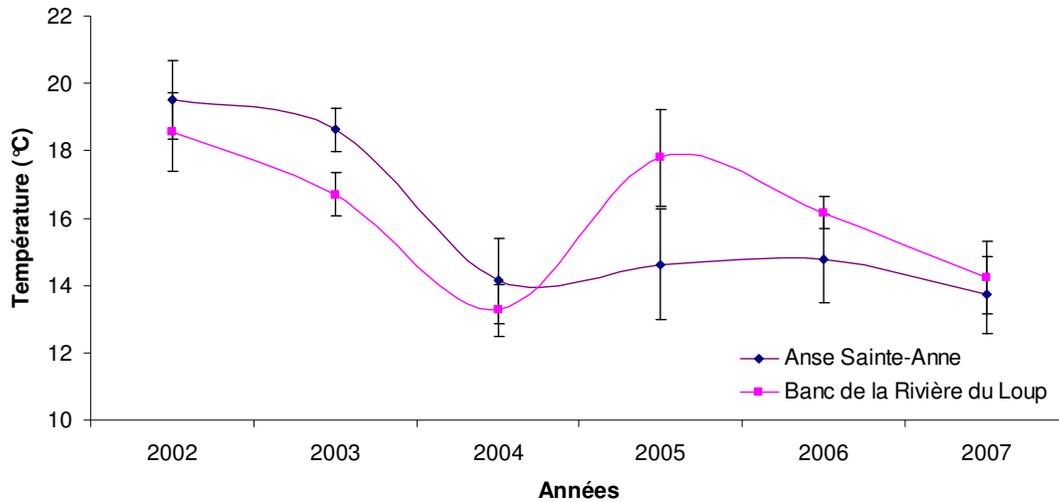


Figure 5. Température moyenne (avec IC 95%) enregistrée sur les deux sites à l'étude entre 2002 et 2007.

La température des stations d'échantillonnage (4-5-6-7 Anse Sainte-Anne et 4-5-6-7-8 Banc de la Rivière du Loup) est généralement plus chaude que les stations périphériques et ce, pour les deux sites (figures 6 et 7). On observe aussi une hausse de la température lors de la deuxième session d'échantillonnage (fin juillet) par rapport à la première (début juillet). Les différences de températures sont plus marquées sur le Banc de la Rivière du Loup que dans l'Anse Sainte-Anne puisque la température de l'eau augmente en moyenne (\pm écart-type) de $1,93 \pm 0,95$ °C par rapport à $0,26 \pm 0,35$ °C.

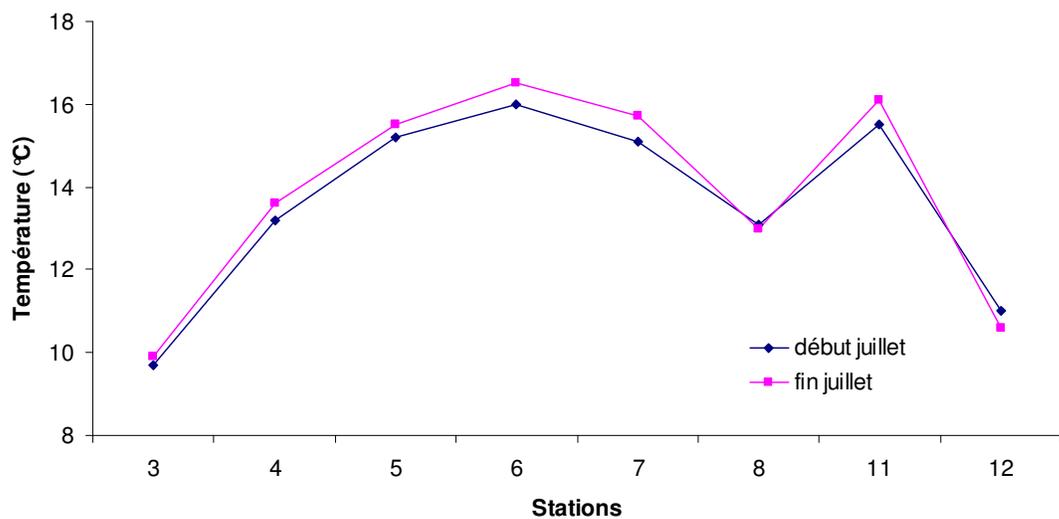


Figure 6. Températures observées aux stations de l'Anse Sainte-Anne en 2007.

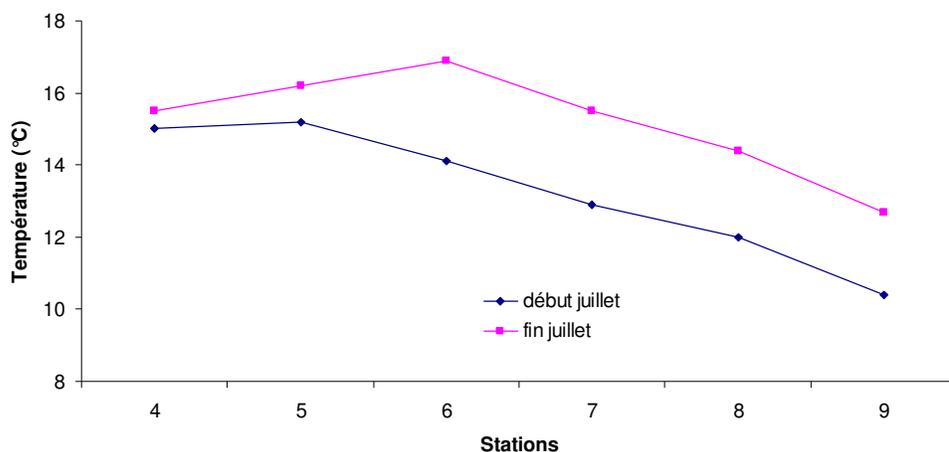


Figure 7. Températures observées aux stations du Banc de la Rivière du Loup en 2007.

3.2 Salinité

La salinité moyenne du Banc de la Rivière du Loup est supérieure en tout temps à celle retrouvée dans l'Anse Sainte-Anne. La salinité moyenne (\pm écart-type) du Banc de la Rivière du Loup se situe aux environs de $20,72 \pm 1,02$ ‰ tandis que celle de l'Anse Sainte-Anne se situe autour de $16,76 \pm 3,10$ ‰ (figure 8). Ces valeurs se situent dans la moyenne des années précédentes ($21,96 \pm 4,39$ ‰ pour le Banc de la Rivière du Loup et $15,21 \pm 5,10$ ‰ pour l'Anse Sainte-Anne).

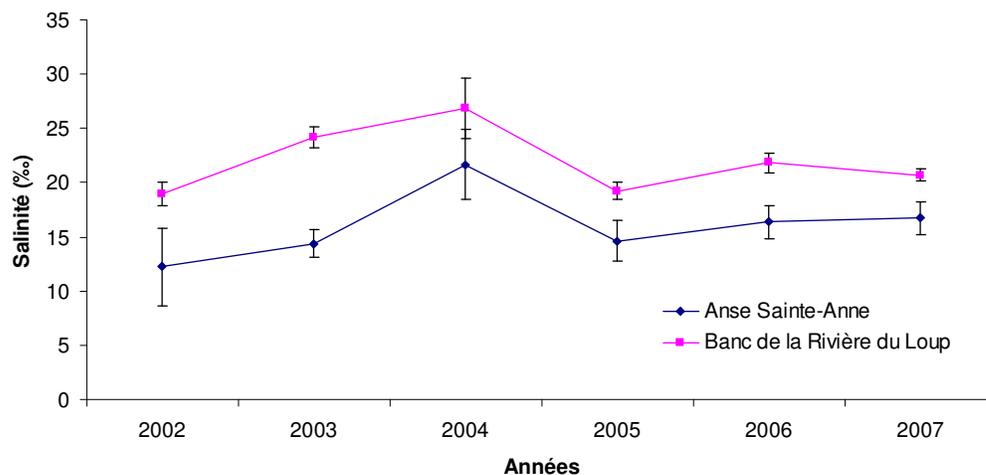


Figure 8. Salinité moyenne (avec IC 95%) enregistrée sur les deux sites à l'étude entre 2002 et 2007.

3.3 Larves

3.3.1 Abondance larvaire

La densité moyenne (\pm écart-type) de larves d'éperlan recueillies en 2007 dans l'Anse Sainte-Anne ($2606,9 \pm 2742,2$ larves/1000 m³ d'eau) (tableau 1), est semblable à la densité moyenne de larves obtenue au cours des cinq dernières années ($950,7 \pm 2577,6$ larves/1000 m³ d'eau). Cependant, on remarque une augmentation du nombre de larves depuis 2005 sur ce site. La densité de larves capturées à l'Anse Sainte-Anne reste plus élevée que celle du Banc de la Rivière du Loup. Par contre, tout comme pour l'Anse Sainte-Anne, la densité moyenne retrouvée cette année sur le Banc de la Rivière du Loup ($72,8 \pm 124,9$ larves/1000 m³ d'eau) est comparable à la densité moyenne des cinq dernières années ($28,1 \pm 101,7$ larves/ 1000 m³ d'eau). Toutefois, contrairement aux autres années, la deuxième session d'échantillonnage a permis de récolter plus de larves que la première. Il existe une très forte corrélation significative (R de Pearson = 0,975, $p = 0,0283$, $\alpha = 0,05$) entre les indices de déposition des œufs des rivières Fouquette et du Loup et l'abondance larvaire retrouvée sur le Banc de la Rivière du Loup (figure 9). Cette corrélation n'est pas aussi forte, ni significative, lorsque les indices de déposition des œufs sont corrélés indépendamment les uns des autres avec l'abondance larvaire du Banc de la Rivière du Loup. On obtient un $R = 0,344$ ($p = 0,7199$, $\alpha = 0,05$) pour la corrélation entre les indices de déposition de la rivière Fouquette et la densité de larves, et un $R = 0,872$ ($p = 0,1799$, $\alpha = 0,05$) pour la corrélation entre les indices de déposition de la rivière du Loup et la densité de larves retrouvée sur le Banc de la Rivière du Loup. Les données utilisées étaient normales et linéaires.

Tableau 1. Densité moyenne de larves d'éperlans observées dans l'Anse Sainte-Anne et sur le Banc de la Rivière du Loup entre 2002 et 2007.

Site	Année	Période	Densité moyenne et écart-type de larves d'éperlans par 1000 m ³		
Anse Sainte-Anne	2002	1	453,8 ± 359,8	275,1 ± 307,4	
		2	96,5 ± 76,4		
	2003	1	600,0 ± 819,4	606,1 ± 650,6	
		2	612,3 ± 562,3		
	2004	1	4500,6 ± 7538,3	2622,5 ± 5357,1	
		2	744,5 ± 856,2		
	2005	1	807,1 ± 927,2	568,6 ± 697,0	
		2	330,1 ± 349,6		
	2006	1	1332,8 ± 2522,7	681,3 ± 1792,5	
		2	29,8 ± 36,1		
	2007	1	2640,1 ± 3296,1	2606,9 ± 2742,2	
		2	2573,6 ± 2584,4		
	Banc de la Rivière du Loup	2002	1	29,6 ± 38,7	25,1 ± 31,8
			2	20,6 ± 26,8	
2003		1	16,6 ± 24,4	10,7 ± 18,8	
		2	4,8 ± 10,7		
2004		1	156,1 ± 297,2	78,0 ± 214,5	
		2	0		
2005		1	53,0 ± 96,8	26,5 ± 70,3	
		2	0		
2006		1	0,5 ± 1,0	0,2 ± 0,7	
		2	0		
2007		1	65,1 ± 101,6	72,8 ± 124,9	
		2	80,5 ± 157,0		

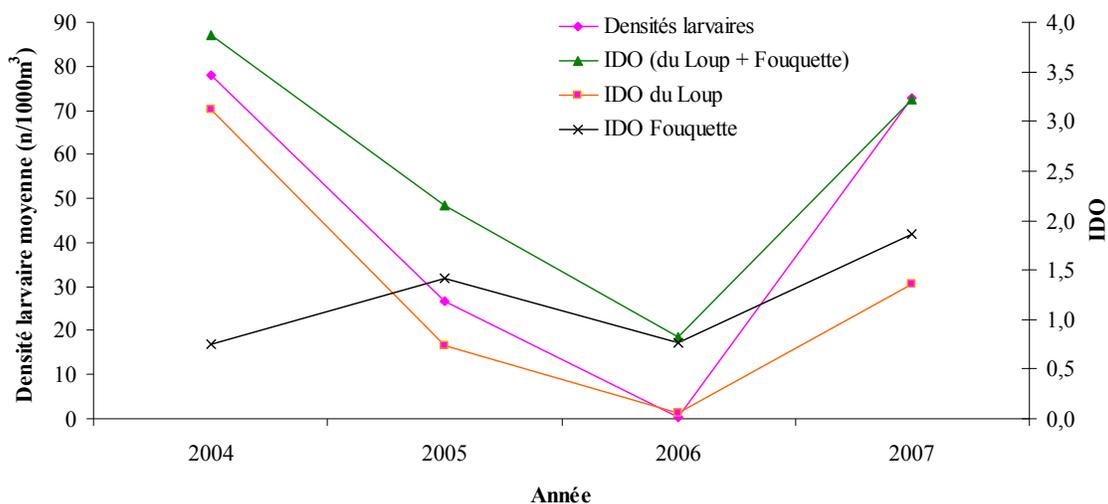


Figure 9. Densité moyenne de larves d'éperlan arc-en-ciel sur le Banc de la Rivière du Loup en relation avec l'indice combiné de déposition des oeufs (IDO) de la rivière Fouquette et de la rivière du Loup entre 2003 et 2006.

3.3.2 Taille des larves

Les larves capturées lors de la première session d'échantillonnage sont plus petites que celles capturées lors de la deuxième session et ce, pour les deux sites. Au début du mois de juillet, la taille moyenne (\pm écart-type) des larves de l'Anse Sainte-Anne ($18,97 \pm 2,74$ mm) diffère significativement, selon un test de t pour échantillons indépendants avec approximation de Welch ($T = 8,948$, $P(T \leq t)$ bilatéral = $2,884 \cdot 10^{-17}$, $VCt = 1,967$), de celle du Banc de la Rivière du Loup ($16,89 \pm 1,89$ mm) (tableau 2). Ceci n'est pas observable pour la deuxième session d'échantillonnage ($T = -9,492$, $P(T \leq t)$ bilatéral = $9,693 \cdot 10^{-19}$, $VCt = 1,968$). Les larves de l'Anse Sainte-Anne mesurent en moyenne $20,84 \pm 3,52$ mm et celles du Banc de la Rivière du Loup, $23,75 \pm 2,51$ mm lors de la deuxième session d'échantillonnage. La taille moyenne (deux sessions d'échantillonnage) des larves retrouvées à l'Anse Sainte-Anne est de $19,92 \pm 3,30$ mm et celle du Banc de la Rivière du Loup est de $20,21 \pm 4,08$ mm. La croissance des larves s'établit à $0,13$ mm/j entre le 3 et le 16 juillet pour l'Anse Sainte-Anne, ce qui est comparable à la moyenne des quatre dernières années ($0,19 \pm 0,15$ mm/j) selon un test de t de conformité ($t = 0,858$, $p = 0,454$, $\alpha = 0,05$). La croissance de $0,49$ mm/j entre le 4 et le 17 juillet sur le Banc de la Rivière du Loup est cependant plus élevée que celle de l'année 2003 ($0,23$ mm/j), seule année où le taux de croissance a pu être calculé. Les données suivent des distributions normales pour les deux tests de t . Les variances des séries de données utilisées pour le test de t pour échantillons indépendants sont différentes.

Tableau 2. Taille moyenne des larves d'éperlan capturées en 2007.

Session	Anse Sainte-Anne			Banc de la Rivière du Loup		
	LT moy. (mm)	Écart-type (mm)	n	LT. moy. (mm)	Écart-type (mm)	n
1	18,97	2,74	303	16,89	1,89	123
2	20,84	3,52	315	23,75	2,51	115

4. Discussion

4.1 Température

Les températures moyennes des eaux de surface enregistrées dans l'Anse Sainte-Anne et sur le Banc de la Rivière du Loup sont à la baisse ces trois dernières années. Par contre, la température reste plus élevée dans les stations d'échantillonnage (exception faite de la station 11 à l'Anse Sainte-Anne) que dans les stations périphériques. Ceci porte à croire que le chalutage se fait encore dans les zones de rétention de larves les plus propices et ce, au deux sites. On constate par ailleurs que depuis 2005, la température reste plus élevée sur le Banc de la Rivière du Loup qu'à l'Anse Sainte-Anne malgré sa position plus en aval dans l'estuaire. Contrairement à l'an dernier (Pettigrew *et al.* 2007), les écarts de température sont plus importants sur le Banc de la Rivière du Loup (figure 7), mais sont réguliers aux deux sites (figures 6 et 7).

4.2 Salinité

Le patron de salinité est similaire entre les deux sites (figure 8). Par contre, la salinité est toujours plus élevée sur le Banc de la Rivière du Loup à cause de sa localisation plus en aval que l'Anse Sainte-Anne (Pettigrew *et al.* 2007). De plus, les variations observées sur chacun des sites d'échantillonnage sont sans doute attribuables aux variations du débit du fleuve Saint-Laurent qui aurait un effet de dilution plus ou moins marqué des eaux de l'estuaire (Pettigrew *et al.* 2007).

4.3 Abondance larvaire

L'abondance larvaire de l'Anse Sainte-Anne a quadruplé depuis l'année dernière, mais est comparable à la moyenne des cinq dernières années. Bien que les IDO (total = 10,2) et les superficies de fraye (total = 103 600m²) demeurent comparables aux années antérieures sur la rivière Ouelle (IDO total = 9,9 ± 4,21 et superficie totale = 95 319 ± 28 342m²), ces derniers ont grandement augmenté comparativement à l'an dernier (IDO total = 5,9 et superficie totale = 63 154m²) (Richard 2007). Du même coup, le nombre moyen de larves retrouvé à l'Anse Sainte-Anne a lui aussi augmenté. En assumant que les larves retrouvées à ce site proviennent principalement de la rivière Ouelle, on peut

expliquer le bon succès de la reproduction sur cette rivière cette année. Cependant, un facteur autre que la superficie de fraye pourrait justifier l'abondance de larves retrouvées dans les zones de rétention estivales. En effet, Stetter *et al.* (2007) ont observé une diminution d'éperlans d'âge 0+ au détriment d'éperlans 1+ au cours de deux années subséquentes au même endroit pour la population d'éperlans du lac Champlain. Le cannibalisme effectué par les éperlans d'âge 1+ a ressorti comme étant une source importante de mortalité des éperlans d'âge 0+. Comme l'abondance larvaire était faible l'an dernier dans les deux zones de rétention, la densité d'éperlans d'âge 1+ doit l'être cette année. Ainsi, la pression de prédation sur la cohorte 2007 ne doit pas être au maximum. Il serait intéressant de vérifier si la cohorte de 0+ de cette année peut agir de la même façon qu'au lac Champlain sur la cohorte de l'an prochain. La compréhension de cette forme de régulation de l'éperlan pourrait représenter un autre outil de gestion du stock.

Pettigrew *et al.* (2007) ont démontré qu'il existe une très forte corrélation significative entre l'abondance larvaire retrouvée dans la zone de rétention larvaire du Banc de la Rivière du Loup et les indices de déposition des œufs (IDO) combinés des rivières Fouquette et du Loup. C'est aussi le cas pour l'été 2007. Cependant, les résultats concernant le lien entre chacune des rivières et l'abondance larvaire sont plus nuancés puisqu'aucune des corrélations n'est significative. Il est toutefois possible de constater que la corrélation entre l'IDO de la rivière du Loup et l'abondance larvaire du Banc de la Rivière du Loup ($R = 0,872$) est plus du double de celle de la rivière Fouquette et de l'abondance larvaire du Banc de la Rivière du Loup ($R = 0,344$). La contribution de la rivière du Loup se fait donc ressentir beaucoup plus au niveau de l'abondance larvaire du Banc de la Rivière du Loup que celle de la rivière Fouquette. Il reste tout de même que les deux rivières ont une importance quant au recrutement. Aussi, la rivière du Loup a vu son IDO passer de 0,1 en 2006 à 1,4 en 2007, soit une hausse de 1400 %, et la rivière Fouquette possède l'IDO le plus élevé depuis le début de la caractérisation des frayères (Richard 2007). Ainsi, il n'est pas surprenant de constater que la hausse de l'indice de fécondité du stock de la rivière Fouquette (Pettigrew 2007) de même que des IDO des deux rivières alimentant le Banc de la Rivière du Loup (Richard 2007), entraînent une

augmentation du nombre de larves et par le fait même, de captures. Enfin, l'abondance des larves d'éperlan retrouvées sur le Banc de la Rivière du Loup permet de confirmer que l'activité de reproduction a été plus intense sur les rivières Fouquette et du Loup que l'an dernier et constater un succès plus élevé.

4.4 Taille des larves

La taille moyenne des larves à l'Anse Sainte-Anne ($19,92 \pm 3,30$ mm) ne diffère pas outre mesure de celle de l'an dernier (18,50 mm) (Pettigrew *et al.* 2007), ni des années antérieures. La croissance quotidienne n'est que très légèrement supérieure de 0,02 mm par rapport à 2006 (0,11 mm/jour) (Pettigrew *et al.* 2007), mais tout de même plus faible qu'en 2003 (0,23 mm/j) (Verreault et Laganière 2004). Pour ce qui est de la taille moyenne des larves du Banc de la Rivière du Loup ($20,21 \pm 4,08$ mm), elle est plus grande que par le passé parce qu'il n'y a jamais eu autant de larves capturées à la deuxième session d'échantillonnage, et que ces larves sont plus grosses que celles capturées à la première session. De plus, le taux de croissance des larves du Banc de la Rivière du Loup (0,49 mm/j) est le plus élevé jusqu'à présent, tous sites et toutes années confondus. Cependant, il est impossible de prouver si l'année d'échantillonnage 2007 représente une année exceptionnelle quant à la croissance sur ce site, puisqu'elle ne peut être comparée aux années antérieures (exception de 2003), le taux de croissance n'ayant pu être calculé à cause du manque de captures à la deuxième session de chalutage. On peut constater que la taille moyenne des larves des deux zones de rétention subit une faible hausse malgré les fluctuations thermiques et salines observées ces dernières années. Ainsi, le milieu de croissance des larves d'éperlan serait encore adéquat puisque selon Houde et Schekter (Dauvin et Dodson 1990) le taux de croissance des larves de poissons augmente avec la densité de proies et que les larves retrouvées dans les zones de rétention, le sont dans les stations les plus favorables.

5. Conclusion

La 6^e année d'échantillonnage a permis de constater que les stations de chalutage des zones de rétention de l'Anse Sainte-Anne et du Banc de la Rivière du Loup se trouvent

encore dans le milieu préférentiel des larves d'éperlan. L'abondance des larves capturées à ces deux sites est semblable à celle des dernières années. La taille moyenne et le taux de croissance des larves demeurent semblables aux années antérieures à l'Anse Sainte-Anne, mais pas sur le Banc de la Rivière du Loup où ils sont plus élevés. Il a aussi été possible de constater qu'il y a encore cette année une très forte corrélation entre l'abondance larvaire et les IDO combinés des rivières Fouquette et du Loup. Bien que ce soit la seule corrélation significative, il reste que la corrélation entre l'IDO de la rivière du Loup et l'abondance larvaire du Banc de la Rivière du Loup est plus forte que celle de la rivière Fouquette. Ceci pourrait signifier que les fluctuations d'abondance larvaire seraient principalement dues à la contribution de la rivière du Loup. Les données obtenues en 2007 permettent de constater que la reproduction a été bonne sur les trois tributaires situés au Bas-Saint-Laurent comparativement à l'an dernier, et que la forte cohorte produite cette année pourrait être présente sur les sites de reproduction d'ici deux ans. Par contre, la situation de l'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent demeure précaire car on peut s'attendre à ce que plus d'une seule bonne cohorte soit nécessaire afin de faire augmenter les effectifs d'une population exploitée et en difficulté.

6. Liste des références

- BERGER, C. et G. TRENCIA. 1994. Dévalaison, dispersion et distribution des larves d'éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) dans l'estuaire du Saint-Laurent, Revue bibliographique. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale de Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. 49 p.
- BERNATCHEZ, L. et S. MARTIN. 1996. Mitochondrial DNA diversity in anadromous rainbow smelt, *Osmerus mordax* Mitchell: a genetic assessment of the member-variant hypothesis. J. Can. Sci. Halieut. 53.
- DAUVIN, J-C. et J.J. DODSON. 1990. Relationship between feeding incidence and vertical and longitudinal distribution of rainbow smelt larvae (*Osmerus mordax*) in a turbid well-mixed estuary. Marine Ecology Progress Series 60 : 1-12
- DOUCET, J. et G. VERREAULT. 2005. Suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel anadrome (*Osmerus mordax*) du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 2004. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Secteur Faune Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la région du Bas-Saint-Laurent. 24 p.

- GIRAULT, C. 2002. Suivi 2002 des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) dans l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport de stage, Centre universitaire de Chinon, Université de Tours, France, 58 p.
- LECOMTE, F. et J. J. DODSON, 2004. Role of early life-history constraints and resource polymorphism in the segregation of sympatric populations of an estuarine fish. *Evolutionary Ecology Research*, 6: 631-658.
- PETTIGREW, P. 2007. Suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel dans la rivière Fouquette en 2007. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. Direction régionale de l'aménagement de la faune. 24 pages.
- PETTIGREW, P., R.TARDIF, et G. VERREAULT. 2007. Suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 2006. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. Direction régionale de l'aménagement de la faune. 27 pages.
- RICHARD, R. 2007. Caractérisation des frayères d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire au Saint-Laurent en 2007. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. Direction régionale de l'aménagement de la faune. 20 pages.
- SCOTT, W. B. et E. J. CROSSMAN. 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Ministère de l'Environnement. Services des pêches et des Services de la mer, Ottawa, Bulletin 184, p. 330-351.
- SIROIS, P. et J. J. DODSON. 2000. Influence of turbidity, food density and parasites on the ingestion and growth of larval rainbow smelt *Osmerus mordax* in an estuarine turbidity maximum. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 193:167-179.
- STETTER, S.L.P., J.L.S THOMPSON, L.G. RUDSTAM, D.L. PARRISH, et P.J. SULLIVAN. 2007. Importance and predictability of cannibalism in rainbow smelt. *American Fisheries Society* 136 : 227-237
- 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. Symposium sur le Saint-Laurent, un fleuve à récupérer. Collection Environnement et Géologie. Ass. Biol. Québec, Vol. II, pp. 472-496.
- VERREAULT, G. et J. LAGANIÈRE. 2004. Suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 2003. Société de la Faune et des Parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la région du Bas-Saint-Laurent, 34 p.

ANNEXE 1

Température et salinité enregistrées sur chacune des stations en 2007

Site	Période	Station	Type	Température (°C)	Salinité (‰)
Anse Sainte-Anne	début juillet	3	Température	9,7	20,5
		4	Total	13,2	17,8
		5	Total	15,2	15,4
		6	Total	16	13
		7	Total	15,1	13,6
		8	Température	13,1	17,3
	11	Température	15,5	12	
	12	Température	11	19,1	
	fin juillet	3	Température	9,9	21,4
		4	Total	13,6	18,8
		5	Total	15,5	17,2
		6	Total	16,5	14,7
7		Total	15,7	15	
8		Température	13	18	
Banc de la Rivière du Loup	début juillet	11	Température	16,1	12,7
		12	Température	10,6	21,6
		4	Total	15	20
		5	Total	15,2	19,5
		6	Total	14,1	19,7
		7	Total	12,9	20,5
	8	Total	12	21,3	
	9	Température	10,4	22,6	
	fin juillet	4	Total	15,5	20,3
		5	Total	16,2	20
		6	Total	16,9	20,1
		7	Total	15,5	20,9
8		Total	14,4	21,2	
9	Température	12,7	22,5		

ANNEXE 2

Résultats des tests de vérification des conditions d'analyse

Corrélations de Pearson :

Normalité des données

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		ABOND	IDO_RDL	IDO_FOU	IDO_COMB
N		4	4	4	4
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	44,3750	1,3250	1,2250	2,5250
	Std. Deviation	37,45917	1,29711	,53151	1,34505
Most Extreme Differences	Absolute	,276	,227	,288	,192
	Positive	,185	,227	,288	,153
	Negative	-,276	-,172	-,212	-,192
Kolmogorov-Smirnov Z		,552	,454	,576	,384
Asymp. Sig. (2-tailed)		,921	,986	,894	,998

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Tests de t :

Normalité des données

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Anse_1	Rdl_1	Anse_2	RdL_2
N		303	123	315	115
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	18,9698	16,8919	20,8393	23,7507
	Std. Deviation	2,73804	1,89457	3,52289	2,50757
Most Extreme Differences	Absolute	,067	,050	,055	,048
	Positive	,067	,037	,055	,045
	Negative	-,039	-,050	-,044	-,048
Kolmogorov-Smirnov Z		1,166	,560	,984	,517
Asymp. Sig. (2-tailed)		,132	,913	,287	,952

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Test de F de Fisher

1^{re} période d'échantillonnage

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Moyenne	18,9698454	16,8919305
Variance	7,4968692	3,5893963
Observations	303	123
Degré de liberté	302	122
F	2,08861563	
P(F<=f) unilatéral	2,671E-06	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,29436994	

2^e période d'échantillonnage

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Moyenne	20,8392911	23,7506885
Variance	12,4107437	6,28791396
Observations	315	115
Degré de liberté	314	114
F	1,97374579	
P(F<=f) unilatéral	1,8959E-05	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,30215128	