

Suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel
(*Osmerus mordax*) anadrome
du sud de l'estuaire du Saint-Laurent

DIRECTION DE L'AMÉNAGEMENT DE LA FAUNE DU BAS-SAINT-LAURENT

SOCIÉTÉ DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC

**Direction de l'aménagement de la faune
de la région du Bas-Saint-Laurent**

**Suivi des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*)
anadrome du sud de l'estuaire du Saint-Laurent**

par

**Guy Verreault
et
Jérôme Laganière**

**Société de la faune et des parcs du Québec
Mars 2004**

Référence à citer :

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**. 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.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

CHARGÉ DE PROJET :	Guy Verreault
ANALYSE ET RÉDACTION :	Guy Verreault Jérôme Laganière
RÉVISION SCIENTIFIQUE :	Guy Trencia Michel Legault
ÉCHANTILLONNEURS :	Jérôme Laganière Hélène Tousignant Rémi Tardif Gilles Mercier Isabelle St-Cyr Sophie Texier Alexandre Cerruti François Gagnon
TRAVAIL EN LABORATOIRE :	Jérôme Laganière Hélène Tousignant Monique Roussel
CARTOGRAPHIE :	Rémi Tardif
RÉVISION ET MISE EN PAGE :	Francine Bélanger

RÉSUMÉ

La campagne d'échantillonnage des larves d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) fut réalisée, par la Société de la faune et des parcs du Québec, pour la deuxième fois en 2003 dans les sites d'alevinage de l'Anse Sainte-Anne (La Pocatière) et du Banc de Rivière-du-Loup. L'utilisation d'un petit chalut pélagique a permis la capture des larves entre la fin du mois de mai et le début du mois d'août aux deux sites. Les larves de capelan (*Mallotus villosus*) et de hareng atlantique (*Clupea harengus*) dominent la communauté larvaire à chaque site. Bien que moins abondantes, les larves d'éperlans affichent des densités moyennes de 2,4 ind./10m³ dans l'Anse Sainte-Anne et de 0,5 ind./10m³ sur le Banc de Rivière-du-Loup. L'évolution décroissante des effectifs tout au cours de la saison a permis d'estimer le taux instantané de mortalité à -0,032 et -0,033 aux deux sites qui correspondent à une mortalité quotidienne moyenne de 3,1 et 3,2 %. La distribution hétérogène des larves dans les deux sites est fortement associée aux masses d'eau plus chaudes de la zone médiolittorale. Les larves y trouvent un habitat favorable y permettant leur rétention spatiale et leur survie. Les ressources alimentaires ne semblent pas limitantes comme en font foi les taux moyens de croissance variant de 0,23 à 0,28 mm/jour. La modification du protocole de suivi qui est proposé permettrait de maintenir un suivi récurrent des larves d'éperlan. La nouvelle proposition entraînerait une diminution de plus de 80 % des stations à échantillonner et une baisse de 50 % du temps de traitement en laboratoire tout en permettant de conserver un indice valable du recrutement de cette population vulnérable.

ABSTRACT

Rainbow smelt (*Osmerus mordax*) larvae sampling was conducted in 2003 by the Société de la faune et des parcs du Québec for the second year in a row. Habitats sampled were located in St. Anne Bay and on Rivière-du-Loup Bank, the two major retention areas for smelt larvae on the St. Lawrence estuary South shore. Operations were conducted with a small fine-meshed (500 µm) pelagic trawl on six occasions from late May to early August. Capelin (*Mallotus villosus*) and Atlantic herring (*Clupea harengus*) were the most abundant fish larvae in both sites. The mean density for rainbow smelt larvae was 2.4/10 m³ in St. Anne Bay and 0.5/10 m³ on the Rivière-du-Loup Bank. Declining population abundance throughout the summer gave instantaneous mortality rate estimations at -0.032 and -0.033 for both sites, a mean daily mortality of 3.1% and 3.2%. Spatial heterogeneous distribution was closely associated with sampling station showing warmer surface temperature in the upper mediolittoral zone. In these specific habitats, larvae showed estimated mean growth rates of 0.23 and 0.28 mm/day. Sampling protocol modifications are proposed, targeting the stations with higher larvae occurrence sampled only in July.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>page</i>
RÉSUMÉ - ABSTRACT	iii
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES	ix
1. INTRODUCTION	1
2. MÉTHODOLOGIE.....	3
2.1 Échantillonnage	3
2.1.1 Aire d'étude	3
2.1.2 Périodes d'échantillonnage	4
2.1.3 Matériel.....	5
2.1.4 Déroulement des opérations.....	5
2.2 Traitement des échantillons	6
3. RÉSULTATS.....	7
3.1 Salinité et température	7
3.2 Volume filtré.....	9
3.3 Abondance larvaire	10
4. DISCUSSION.....	20
5. BIBLIOGRAPHIE.....	25

LISTE DES TABLEAUX

	<i>page</i>
Tableau 1. Résultat de l'échantillonnage sur le Banc de Rivière-du-Loup en 2003.....	9
Tableau 2. Résultat de l'échantillonnage dans l'Anse Sainte-Anne en 2003	10
Tableau 3. Densité moyenne (n/10m ³) des larves de poissons capturées au chalut en 2003	12
Tableau 4. Densité moyenne (n/10m ³) des larves d'éperlan arc-en-ciel capturées au chalut en 2003	13
Tableau 5. Taille moyenne (mm) des larves d'éperlan capturées au chalut en 2003.....	14
Tableau 6. Occurrence (%) des larves d'éperlan arc-en-ciel dans les stations d'échantillonnage de l'Anse Sainte-Anne en 2003.....	15
Tableau 7. Occurrence (%) des larves d'éperlan arc-en-ciel dans les stations d'échantillonnage du Banc de Rivière-du-Loup en 2003	16
Tableau 8. Résultat de l'analyse en composantes principales	16
Tableau 9. Stations d'échantillonnage présentant des occurrences de larves d'éperlan arc-en-ciel ≥ 10 % de l'échantillon de la session.....	24

LISTE DES FIGURES

	<i>page</i>
Figure 1. Localisation des frayères et des sites de rétention larvaire des éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent	2
Figure 2. Localisation des stations d'échantillonnage dans l'Anse Sainte-Anne.....	3
Figure 3. Localisation des stations d'échantillonnage sur le Banc de Rivière-du-Loup	4
Figure 4. Moyennes de la température de surface et de la salinité (avec IC 95%) du Banc de Rivière-du-Loup (en haut) et de l'Anse Sainte-Anne (en bas) selon les périodes d'échantillonnage pour l'année 2003.....	8
Figure 5. Importance relative des larves d'éperlan arc-en-ciel, de hareng atlantique et de capelan en 2003	11
Figure 6. Abondance relative des trois espèces de poisson composant la communauté larvaire échantillonnée en 2003.....	11
Figure 7. Évolution temporelle des classes de taille des larves d'éperlan arc-en-ciel échantillonnées en 2003	14
Figure 8. Occurrence des captures de larves d'éperlan en fonction de la température	18
Figure 9. Occurrence des captures de larves d'éperlan en fonction de leur écart de la température maximale de chaque session	18
Figure 10. Delta T (max) des températures enregistrées à chaque station pour les six sessions d'échantillonnage dans l'Anse Sainte-Anne	19
Figure 11. Delta T (max) des températures enregistrées à chaque station pour les six sessions d'échantillonnage sur le Banc de Rivière-du-Loup	19
Figure 12. Température et salinité moyenne (\pm é-t) au cours des deux années d'échantillonnage dans l'Anse Sainte-Anne et sur le Banc de Rivière-du-Loup.....	21

1. INTRODUCTION

L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax* Mitchill) anadrome est présent dans tout l'est de l'Amérique du Nord, depuis le New Jersey jusqu'au Labrador (Scott et Crossman 1974). Au Québec, on le retrouve 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 de la rive sud, 2- celle de la rive nord du Saint-Laurent, 3- la population de la Côte-Nord et enfin, 4- la population de la Baie-des-Chaleurs (Bernatchez et Martin 1996). De ces quatre populations, la population de la rive sud (PRS) a vu son abondance chuter drastiquement depuis le milieu des années 60 (Berger et Trencia 1994). La population de la rive sud de l'estuaire recevra incessamment le statut de population vulnérable en vertu de la loi québécoise sur les espèces menacées.

Aujourd'hui, seulement quatre tributaires sont utilisés par les reproducteurs pour la fraie. Il s'agit du ruisseau de l'Église, de la rivière Ouelle, de la rivière Fouquette et de la rivière du Loup (figure 1). Le suivi de cette population se réalise annuellement lors de la période de reproduction sur la rivière Fouquette depuis 1994. Ce suivi fournit des informations révélatrices sur l'abondance des reproducteurs, leurs caractéristiques et permet d'obtenir l'indice de déposition des œufs (IDO) afin d'estimer l'intensité de reproduction. Cet indice était la seule indication que les gestionnaires possédaient afin d'estimer l'abondance relative de la population des reproducteurs et la force des futures cohortes recrutées.

Une forte reproduction n'engendre pas forcément un bon recrutement en raison des facteurs biotiques et abiotiques tels que la prédation, le parasitisme, la dispersion et les fluctuations des conditions climatiques qui touchent particulièrement les stades juvéniles. Règle générale, les variations d'abondance interannuelle des cohortes sont conditionnées par le taux de survie affectant les premiers stades de développement (Sirois et Dodson 2000). C'est pourquoi, il est essentiel d'évaluer l'abondance des juvéniles au cours de leurs premiers mois pour avoir une idée plus fidèle du recrutement annuel. Entre 1997 et 1999, Lecomte (en prép.) avait identifié les deux principales zones de rétention larvaires sur la rive sud de l'estuaire. En 2002, un premier suivi exhaustif des larves d'éperlan fut

effectué dans les deux principales aires de rétention du sud de l'estuaire : l'Anse Sainte-Anne et le Banc de Rivière-du-Loup. Cette étude permet d'apporter plus de précision quant à la dynamique des larves d'éperlan arc-en-ciel (Girault 2002). On a pu confirmer les principaux sites de concentration ainsi que la densité larvaire pour chaque site et, d'autre part, un taux de mortalité fut évalué. Afin de valider les résultats de 2002 et d'évaluer les fluctuations interannuelles, un suivi des larves d'éperlan fut effectué sur les mêmes sites en 2003.

Les objectifs poursuivis cette année visaient à déceler d'éventuelles variations au niveau des sites de concentration et des densités larvaires dans les aires de rétention par rapport aux données de 2002. Les données recueillies ont été ensuite analysées afin de proposer un protocole de suivi annuel simplifié permettant de suivre l'état des premiers stades de développement de la population d'éperlans de la rive sud et d'obtenir un indice prédictif de la force des futures cohortes.

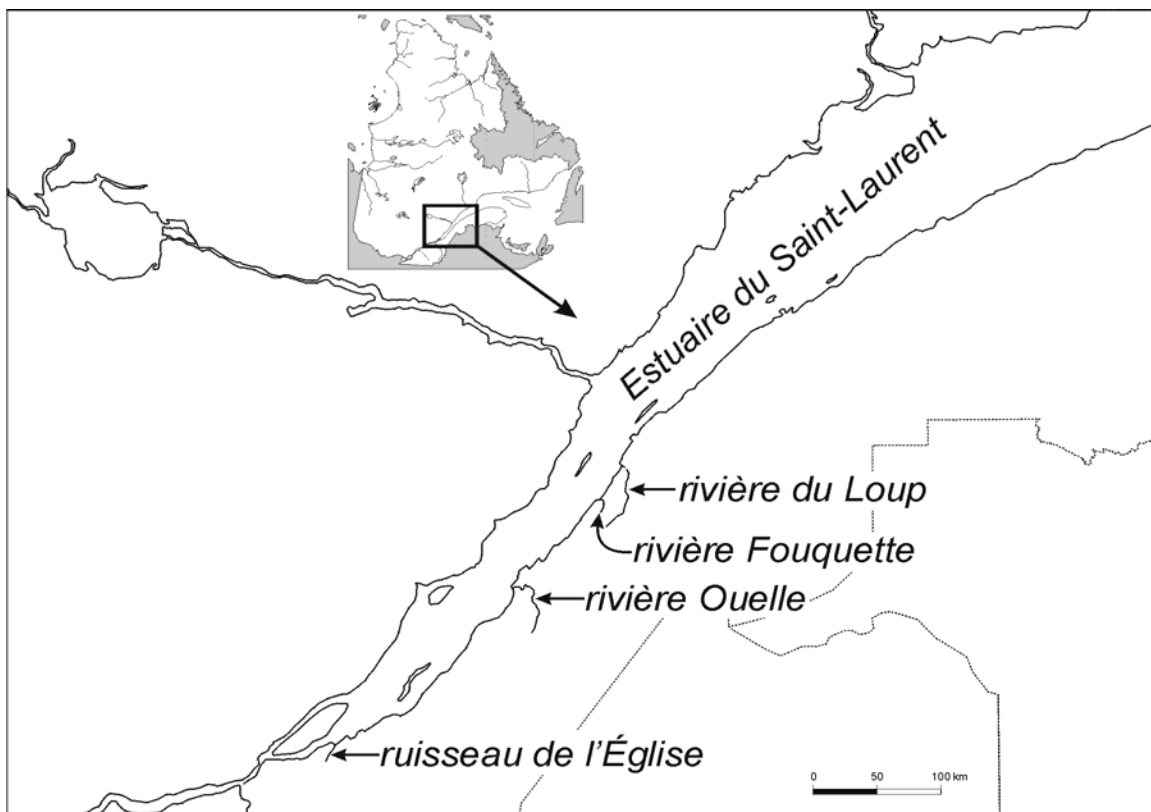


Figure 1. Localisation des frayères et des sites de rétention larvaire des éperlans arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Échantillonnage

2.1.1 *Aire d'étude*

La récolte des échantillons eut lieu sur deux sites du sud de l'estuaire moyen du Saint-Laurent, soit l'Anse Sainte-Anne et le Banc de Rivière-du-Loup (figures 2 et 3). Ces deux zones constituent les aires principales de rétention des larves d'éperlan de la population de la rive sud (Girault 2002). Trois des quatre tributaires où fraye cette population se situent à proximité de ces baies. Dix stations distantes de 2,5 km et numérotées de 1 à 10 furent sélectionnées pour le chalutage dans chaque site. Il s'agit des mêmes stations que celles échantillonnées l'an dernier. Chaque station fut préalablement localisée à l'aide d'un système de positionnement par satellite (GPS) avec une précision horizontale de 6 mètres.

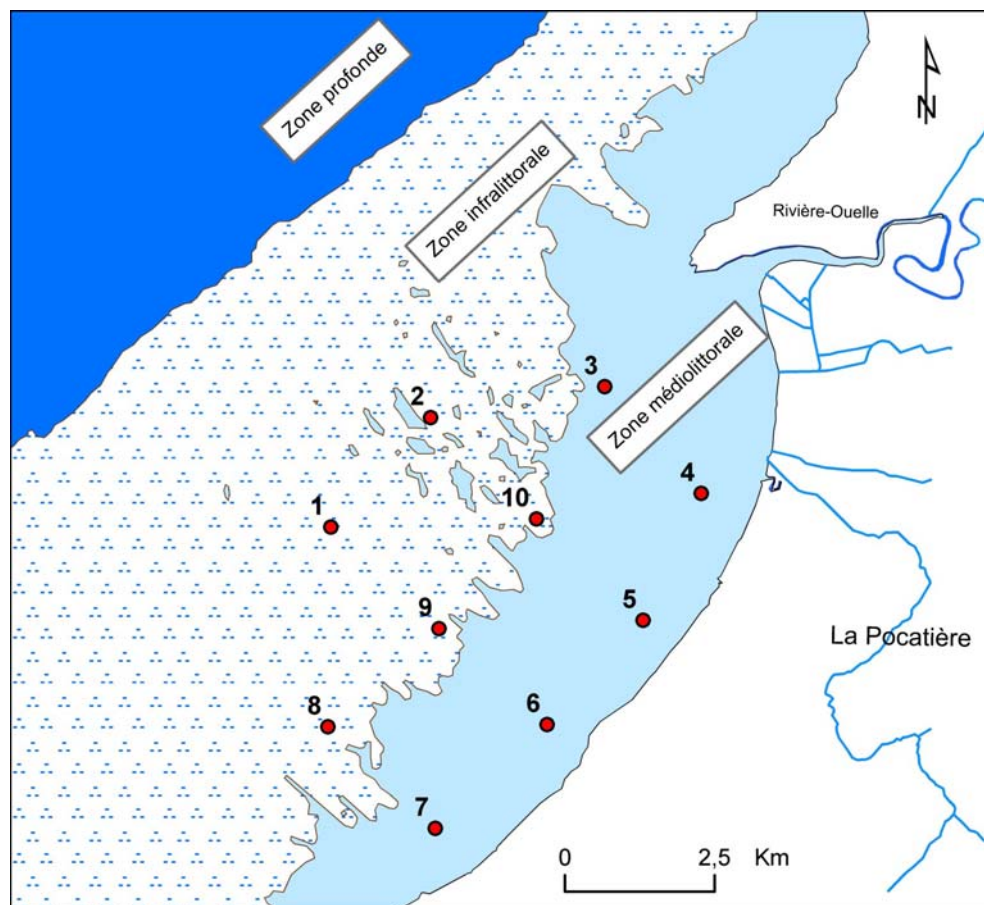


Figure 2. Localisation des stations d'échantillonnage dans l'Anse Sainte-Anne.

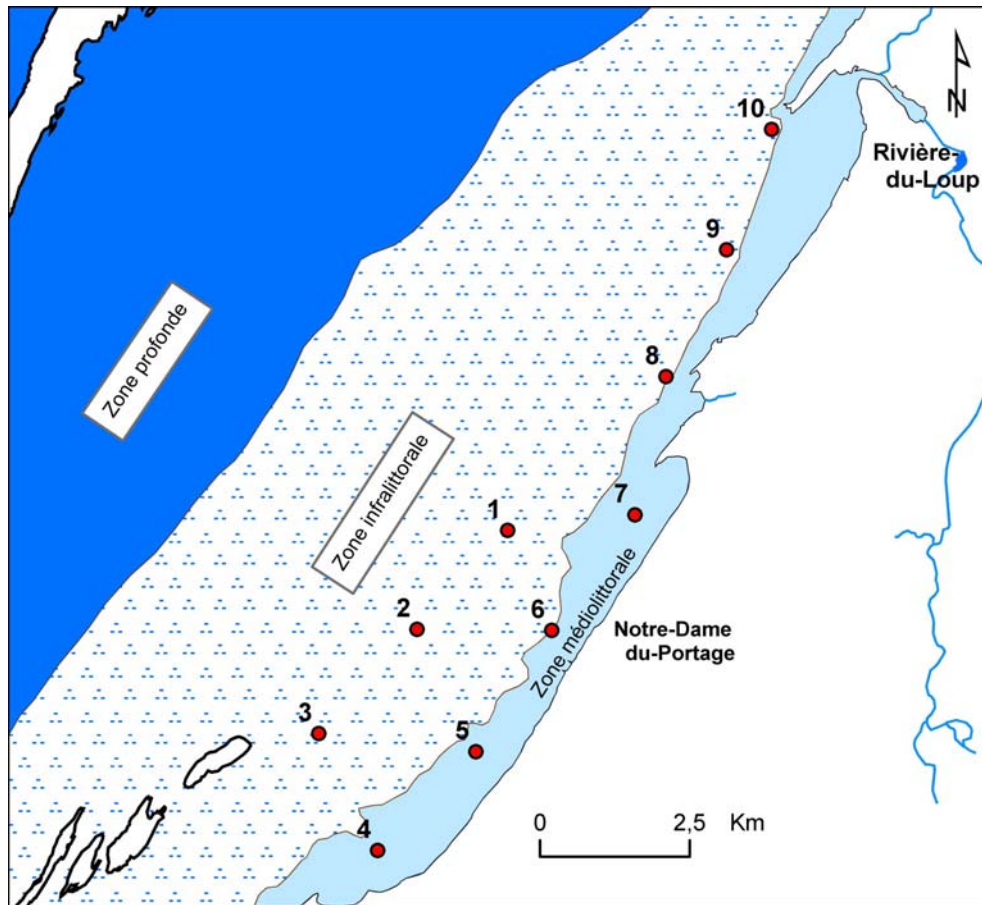


Figure 3. Localisation des stations d'échantillonnage sur le Banc de Rivière-du-Loup.

2.1.2 Périodes d'échantillonnage

Les opérations de chalutage se sont déroulées conformément au protocole appliqué par Girault (2002). Toutefois, certaines modifications ont dû être apportées afin d'améliorer le protocole. Six périodes de chalutage furent effectuées en 2003 contrairement à cinq l'année précédente. L'ajout d'une sixième période de chalutage visait à obtenir des informations plus complètes au début du séjour des larves dans les sites de rétention. Un calendrier des périodes de chalutage a été conçu pour permettre l'accès aux sites en fonction des marées. Deux alternatives par sortie étaient alors proposées pour pallier à d'éventuelles conditions météorologiques défavorables et ainsi s'assurer d'effectuer toutes les manipulations prévues. L'échantillonnage s'est déroulé les 27 mai, 10 et 26 juin, 8 et 21 juillet, et 7 août dans l'Anse Sainte-Anne et les 28 mai, 11 et 25 juin, 9 et 22 juillet, et 6 août pour le Banc de Rivière-du-Loup.

2.1.3 Matériel

L'échantillonnage fut réalisé avec les bateaux de la Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ). Un premier de marque Cadorette, d'une longueur de 5,5 m propulsé par un moteur de 70 HP et un autre de marque Nordic, modèle Fisher, de 7 m de longueur, propulsé par deux moteurs de 100 HP. L'engin de capture est un chalut pélagique de 3 m de longueur, pourvu de mailles de 500 μm et d'un godet amovible. Le chalut possède une ouverture circulaire de 1,0 m de diamètre pour une surface de 0,7854 m². Le chalut fut fixé sur le côté de l'embarcation avec un système d'ancrage amovible. Un débitmètre General Oceanics (modèle 2030R) fut placé au centre de l'ouverture du chalut. Les données du débitmètre permettaient de calculer la longueur du trait, la vitesse et le volume d'eau filtré. Un conductivimètre « YSI » fut utilisé pour les mesures de salinité et de température de surface.

2.1.4 Déroulement des opérations

L'équipe de chalutage était constituée de trois personnes : un pilote de l'embarcation et deux personnes affectées aux manipulations du chalut. Du matériel supplémentaire fut aussi recueilli par une autre personne effectuant des travaux sur l'alimentation, le parasitisme et la génétique des larves d'éperlan. Ce dernier travail, dirigé par le Dr. J. Dodson de l'Université Laval, ne sera pas discuté dans le présent rapport.

En raison du cycle de marée, l'échantillonnage des dix stations débutait deux heures avant la marée haute et se terminait deux heures après. Lors de l'échantillonnage, l'embarcation était maintenue à des vitesses comprises entre 2,5 et 3 km/h en gardant le cap vers la prochaine station. Chacune des stations était chalutée pendant 10 minutes. Le filet était maintenu entre 5 et 10 cm sous la surface. À chaque trait de chalut, les informations concernant la position (Lat.-Long.), l'heure, la profondeur sous l'embarcation, la température et la salinité de surface furent enregistrées. Après 10 minutes, le chalut était remonté et rincé pour s'assurer de récolter tout le matériel

échantillonné. Le godet était ensuite délicatement rincé et son contenu, versé dans un tamis de 63 μm . Les gros débris étaient rincés au dessus du tamis puis rejetés. L'échantillon était ensuite versé dans un bocal de plastique de 500 ml préalablement identifié (site, date, station), dans lequel on versait un petit volume de boisson gazeuse contenant du dioxyde de carbone (club soda¹) pendant quelques secondes puis de l'éthanol 95 % dans un rapport de quatre fois plus important que le volume de l'échantillon. Comme l'eau contenue dans les organismes capturés a tendance à diluer l'éthanol 95 % et, par conséquent, à en altérer les propriétés conservatrices, ce liquide était donc remplacé 24 heures après.

2.2 Traitement des échantillons

Tous les échantillons furent triés au laboratoire à l'aide d'une loupe éclairée, de pincettes flexibles et d'aiguilles d'entomologiste dans des plateaux à fond noir. Dans un premier temps, les larves étaient dénombrées à l'aide d'un compteur analogique. Si le nombre de larves semblait trop volumineux (supérieur à 300 individus), il était divisé en utilisant un appareil de division, selon la démarche utilisée par Girault (2002). Pour être représentatif, un échantillon divisé devait comprendre entre 130 et 250 individus. De plus, à partir de quatre divisions, il semblait plus significatif de garder les deux échantillons issus de la dernière division et de faire la moyenne des deux pour l'estimation totale. Le nombre de division et le total des larves triées étaient indiqués sur des feuilles de laboratoire prévues à cet effet. Une fois l'échantillon traité, il fut placé dans un bocal étanche contenant de l'éthanol 95% en attendant l'identification.

Dans un deuxième temps, les larves de poissons furent identifiées sous une loupe binoculaire. Les critères d'identification retenus furent ceux décrits par B. Jacquaz et F. Lecomte à partir des clés d'identification réalisées par Fahay (1983). Le groupement des spécimens était fait selon cinq classes de taille (5-6, 6-10, 10-20, 20-30 et 30-40 mm) et selon les trois principales espèces : l'éperlan, le capelan (*Mallotus villosus*) et le

¹ L'utilisation de la boisson gazeuse permet d'anesthésier les larves et d'éviter la régurgitation des proies habituellement observées lorsque l'éthanol est utilisé seul (Sirois et Dodson 2000)

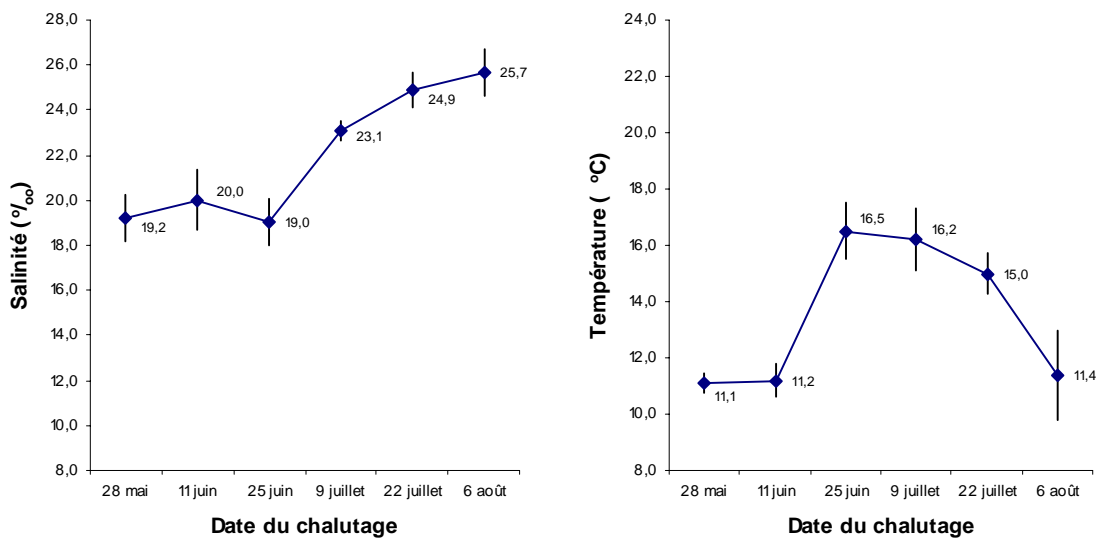
hareng atlantique (*Clupea harengus*); les autres poissons ne furent pas identifiés à l'espèce.

3. RÉSULTATS

3.1 Salinité et température

Les salinités moyennes enregistrées en 2003 sur le Banc de Rivière-du-Loup et dans l'Anse Sainte-Anne subissent un accroissement de leur valeur au fur et à mesure que la saison estivale progresse (figure 4). Dans l'Anse Sainte-Anne, elle passe d'une valeur de 13,9 ‰ en début de saison à 18,6 ‰ à la fin, alors que sur le Banc de Rivière-du-Loup, elle varie entre 19,2 ‰ et 25,7 ‰ au cours de la même période. L'Anse Sainte-Anne située plus en amont de l'estuaire, affiche toujours des valeurs inférieures à celles du Banc de Rivière-du-Loup. La température de surface de l'eau affiche un profil bien différent de celui de la salinité. La température atteint des valeurs minimales au début et à la fin des opérations et les valeurs maximales ont été enregistrées à la fin de juin. Le profil général est semblable aux deux sites d'échantillonnage.

Banc de Rivière-du-Loup



Anse Sainte-Anne

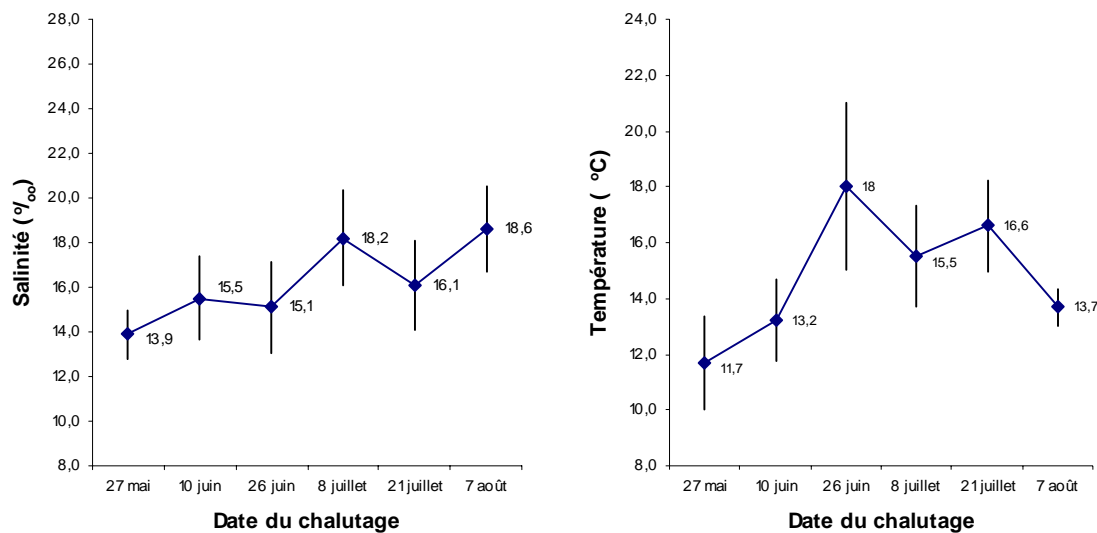


Figure 4. Moyennes de la température de surface et de la salinité (avec IC 95%) du Banc de Rivière-du-Loup (en haut) et de l'Anse Sainte-Anne (en bas) selon les périodes d'échantillonnage pour l'année 2003.

3.2 Volume filtré

Les opérations de chalutage menées en 2003 ont permis d'échantillonner chacun des sites à six occasions. Le volume moyen d'eau filtré à chaque station a été de 274,8 (s=72,6)m³ sur le Banc de Rivière-du-Loup et de 295,3 (s=62,3)m³ dans l'Anse Sainte-Anne (tableaux 1 et 2).

Le volume moyen d'eau filtrée varie aussi selon chaque période sur le Banc de Rivière-du-Loup, on a enregistré une valeur minimale de 158,9 (s=79,1)m³ lors de la première sortie alors que plus du double (355,2 ; s=66,1) était noté au cours de la troisième (tableau 1). Les variations furent légèrement moins importantes dans l'Anse Sainte-Anne où les valeurs ont oscillé entre 200,7 (s=57,5)m³ et 379,5 (s=54,9)m³ (tableau 2).

Tableau 1. Résultat de l'échantillonnage sur le Banc de Rivière-du-Loup en 2003.

Session (n stations)	Paramètre	Distance (m)	Vitesse (km/h)	Volume (m ³)	Nombre total OSMO, MAVI, CLHA	Densité (Larves/10m ³)	Nombre total OSMO	Densité (OSMO/10 m ³)
1 (n=10)	Total	2023,0		1588,8	5050,0		256,0	
	Moyenne	202,3	1,2	158,9	505,0	31,8	25,6	1,6
	Écart-type	100,7	0,6	79,1	517,1	78,6	42,7	2,0
2 (n=10)	Total	3446,4		2706,8	4253,0		294,0	
	Moyenne	344,6	2,1	270,7	425,3	15,7	29,4	1,1
	Écart-type	91,1	0,5	71,5	496,0	19,7	85,4	3,4
3 (n=10)	Total	4522,5		3551,9	2029,0		49,0	
	Moyenne	452,2	2,7	355,2	202,9	5,7	4,9	0,1
	Écart-type	84,1	0,5	66,1	394,2	10,7	12,4	0,3
4 (n=10)	Total	3008,4		2362,8	647,0		25,0	
	Moyenne	300,8	1,8	236,3	64,7	2,7	2,5	0,1
	Écart-type	124,4	0,7	97,7	118,6	3,9	5,5	0,2
5 (n=10)	Total	4389,2		3447,3	1060,0		8,0	
	Moyenne	438,9	2,6	344,7	106,0	3,1	0,8	0,0
	Écart-type	48,5	0,3	38,1	193,1	5,9	2,5	0,1
6 (n=7)	Total	2524,0		1982,4	2637,0		109,0	
	Moyenne	360,6	2,2	283,2	376,7	13,3	15,6	0,5
	Écart-type	76,1	0,5	59,8	358,5	17,3	30,2	1,6
Total				15640	15676	10,02	741	0,47

Tableau 2. Résultat de l'échantillonnage dans l'Anse Sainte-Anne en 2003.

Session (n stations)	Paramètre	Distance (m)	Vitesse (km/h)	Volume (m3)	Nombre total		Densité	Nombre total		Densité
					OSMO, MAVI, CLHA	(Larves/10m3)	OSMO	(OSMO/10 m3)		
1 (n=9)	Total	2300,36		1806,70	7435			180		
	Moyenne	255,60	1,53	200,74	826,11		41,15	20,00		1,00
	Écart-type	73,18	0,44	57,47	1328,16		72,98	26,92		1,85
2 (n=10)	Total	3169,8		2489,5	3894,0			1175,0		
	Moyenne	317,0	1,9	249,0	389,4		15,6	117,5		4,7
	Écart-type	108,9	0,7	85,5	469,4		17,3	242,6		12,5
3 (n=6)	Total	2317,5		1820,2	2070,0			847,0		
	Moyenne	386,3	2,3	303,4	345,0		11,4	141,2		4,7
	Écart-type	118,6	0,7	93,1	358,0		21,0	225,5		12,9
4 (n=10)	Total	4094,3		3215,7	1945,0			447,0		
	Moyenne	409,4	2,5	321,6	194,5		6,0	44,7		1,4
	Écart-type	99,3	0,6	78,0	312,1		10,9	86,1		5,9
5 (n=10)	Total	4831,7		3794,8	1577,0			1008,0		
	Moyenne	483,2	2,9	379,5	157,7		4,2	100,8		2,7
	Écart-type	68,9	0,4	54,1	195,2		5,1	198,0		4,7
6 (n=10)	Total	4041,7		3174,4	272,0			197,0		
	Moyenne	404,2	2,4	317,4	27,2		0,9	19,7		0,6
	Écart-type	32,3	0,2	25,4	58,4		1,7	60,1		1,8
Total				16301	17193		10,55	3854		2,36

3.3 Abondance larvaire

Les six sessions de chalutage ont permis la capture de 32869 larves dans l'ensemble des sites. La composition spécifique de la récolte diffère selon chaque site (figure 5). Dans l'Anse Sainte-Anne, sur les 17193 larves échantillonnées, 22 % sont des éperlans arc-en-ciel, l'essentiel de la communauté étant dominé par le capelan avec 72 % des effectifs, suivi par le hareng atlantique qui ne compte que pour 6 % des captures. Sur le Banc de Rivière-du-Loup, parmi les 15676 larves échantillonnées, à peine 5 % sont des éperlans arc-en-ciel et la communauté est dominée par le hareng atlantique (50 %) et le capelan (45 %).

L'importance relative de chacune des trois principales espèces composant la communauté échantillonnée varie tout au cours de la saison (figure 6). Dans l'Anse Sainte-Anne, le capelan domine en début de saison et son importance diminue jusqu'à l'apparition d'une nouvelle cohorte de la même espèce à la quatrième période pour encore diminuer par la suite. Les larves de hareng sont peu représentées, à l'exception de la troisième session

d'échantillonnage. Au début de la saison, les larves d'éperlan arc-en-ciel sont peu nombreuses, ne représentant que 2,4 % des effectifs de la communauté échantillonnée. Leur importance augmente au fur et à mesure que la saison progresse pour atteindre un niveau d'occurrence de 72,4 % à la dernière session d'échantillonnage.

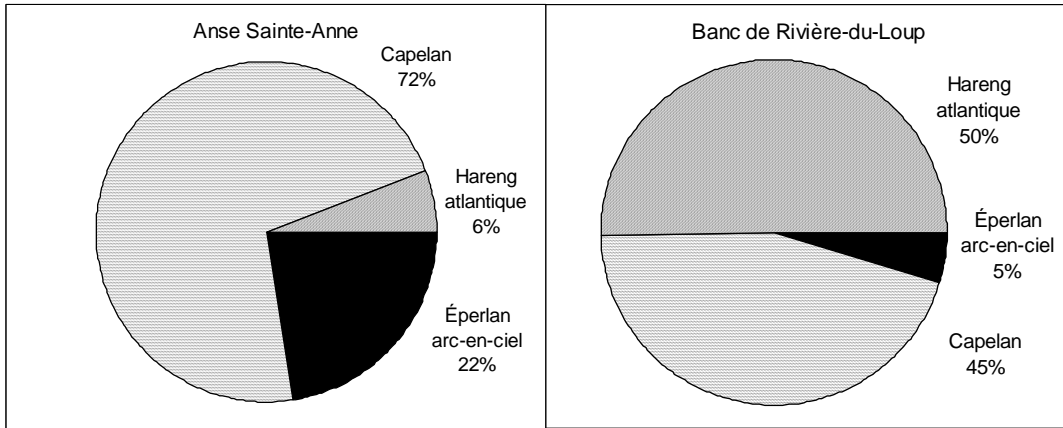


Figure 5. Importance relative des larves d'éperlan arc-en-ciel, de hareng atlantique et de capelan en 2003.

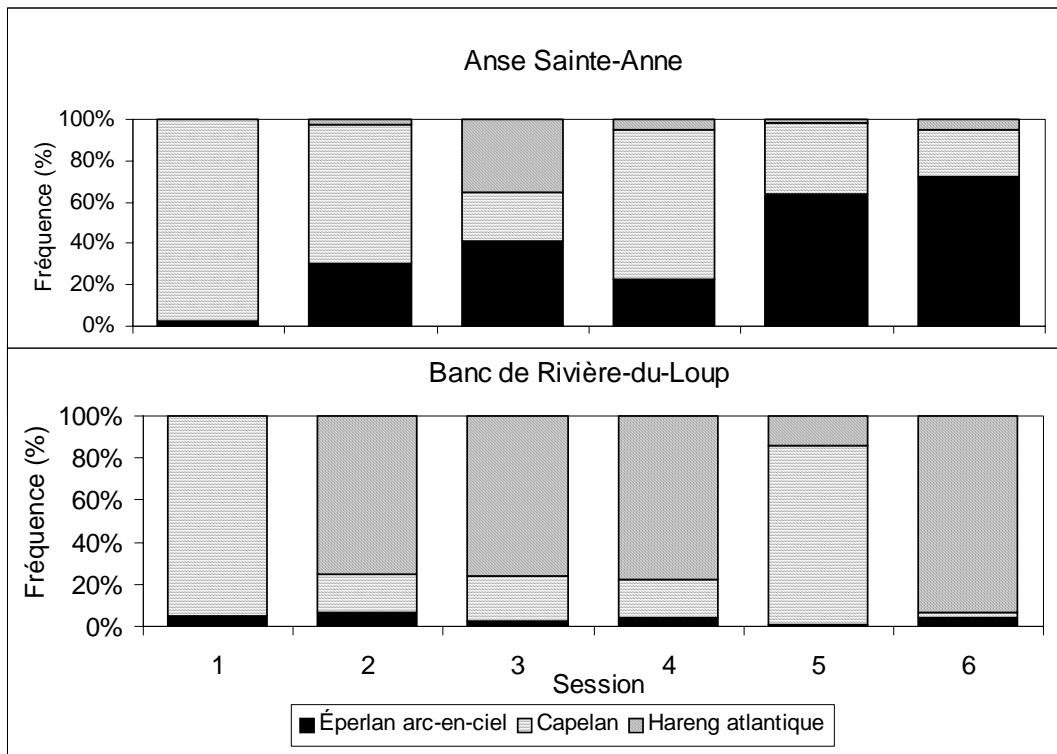


Figure 6. Abondance relative des trois espèces de poisson composant la communauté larvaire échantillonnée en 2003.

Sur le Banc de Rivière-du-Loup, la communauté est aussi largement dominée par le capelan en début de saison et lors de la cinquième période d'échantillonnage. Les quatre autres sessions sont largement dominées par la capture de larves de hareng atlantique. L'importance relative des larves d'éperlans demeure faible tout au cours de la saison, fluctuant entre des valeurs de 6,9 % (deuxième session) et 0,8 % (cinquième session).

La densité moyenne des larves (nb/10 m³) pour l'ensemble de la saison à chacun des sites ne présente pas de différences significatives (test de $t = 0,383$; ddl = 5; $P = 0,72$) avec des valeurs de 10,55 dans l'Anse Sainte-Anne et de 10,02 sur le Banc de Rivière-du-Loup. Les densités observées sont maximales lors du premier échantillonnage pour ensuite connaître une diminution graduelle par la suite (tableau 3). Nous notons cependant une exception à cette tendance lors de la sixième session d'échantillonnage à Rivière-du-Loup où la densité augmente subitement suite à des captures importantes de larves de hareng.

Tableau 3. Densité moyenne (n/10m³) des larves de poissons capturées au chalut en 2003

session	Anse Sainte-Anne			Banc de Rivière-du-Loup		
	n stations	densité	(é-t)	n stations	densité	(é-t)
1	9	41,2	(73,0)	10	31,8	(7,9)
2	10	15,6	(17,3)	10	15,7	(19,7)
3	6	11,4	(21,0)	10	5,7	(10,7)
4	10	6,0	(10,9)	10	2,7	(3,9)
5	10	4,2	(5,1)	10	3,1	(5,9)
6	10	0,9	(1,7)	7	13,3	(17,3)
Global	55	10,55	(14,7)	57	10,02	(11,6)

La densité des larves d'éperlans arc-en-ciel diffère significativement entre les deux sites (test de $t = 2,33$; ddl = 5; $P = 0,674$), l'Anse Sainte-Anne affichant une densité moyenne globale cinq fois plus importante que celle mesurée sur le Banc de Rivière-du-Loup (tableau 4). La densité maximale fut mesurée lors des deuxième et troisième échantillonnages dans l'Anse Sainte-Anne alors que le pic d'abondance fut observé à la première période sur le Banc de Rivière-du-Loup.

Tableau 4. Densité moyenne (n/10m³) des larves d'éperlan arc-en-ciel capturées au chalut en 2003.

session	Anse Sainte-Anne			Banc de Rivière-du-Loup		
	n stations	densité	(é-t)	n stations	densité	(é-t)
1	9	1,0	(1,9)	10	1,6	(2,0)
2	10	4,7	(12,5)	10	1,1	(3,4)
3	6	4,7	(12,9)	10	0,13	(0,33)
4	10	1,4	(5,9)	10	0,11	(0,18)
5	10	2,7	(4,7)	10	0,02	(0,08)
6	10	0,6	(1,8)	7	0,55	(1,62)
Global	55	2,4	(1,8)	57	0,47	(0,64)

Ces données d'évaluation d'abondance des captures peuvent être analysées afin d'estimer le taux de disparition à chacun des deux sites. Pour l'Anse Sainte-Anne, le taux instantané de disparition (Z) entre la deuxième et la sixième session d'échantillonnage se situe à - 0,0315, tandis qu'il s'établit à - 0,0351 pour le Banc de Rivière-du-Loup pour la saison entière. Lorsque ce taux est ramené à des valeurs moyennes quotidiennes, on évalue que le nombre de larves diminue de 3,1 %/jour dans l'Anse Sainte-Anne et de 3,2 %/jour sur le Banc de Rivière-du-Loup.

L'évolution temporelle des classes de taille permet de s'assurer que cette observation ne résulte pas de l'arrivée séquentielle de plus d'une cohorte (figure 7). Dans l'Anse Sainte-Anne, on observe la présence de très petites larves (5 à 6 mm) lors de la première session dont la taille augmente tout au cours de la saison. Lors du dernier échantillonnage, la majorité des individus affichent des tailles comprises entre 20 et 30 mm. La proportion d'individus de taille supérieure augmente à chacune des sessions. Sur le Banc de Rivière-du-Loup, le même phénomène général est observé, avec cependant quelques différences dans les proportions qu'affiche chacune des classes de taille.

Le classement des individus par classe de taille permet d'estimer la taille moyenne de la cohorte échantillonnée à chaque session pour chacun des sites. Au tableau 5, on observe une croissance continue des larves aux deux endroits. Le gain en taille est légèrement supérieur sur le Banc de Rivière-du-Loup et la croissance quotidienne moyenne entre le

premier et le dernier échantillonnage a été de 0,23 mm/j dans l'Anse Sainte-Anne et de 0,28 mm/j sur le Banc de Rivière-du-Loup.

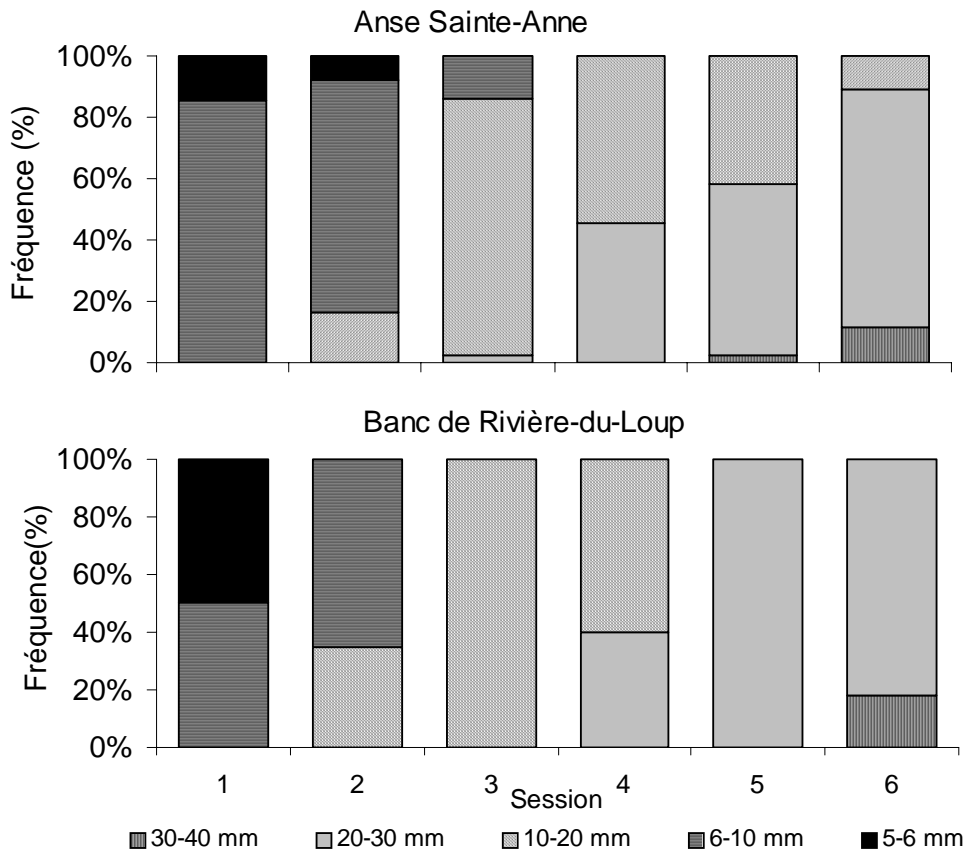


Figure 7. Évolution temporelle des classes de taille des larves d'éperlan arc-en-ciel échantillonnées en 2003.

Tableau 5. Taille moyenne (mm) des larves d'éperlan capturées au chalut en 2003.

session	Anse Sainte-Anne		Banc de Rivière-du-Loup	
	n	taille moyenne	n	taille moyenne
1	180	7,6	256	6,8
2	1175	8,9	294	10,4
3	847	14,3	49	15,0
4	447	19,6	25	19,0
5	1008	21,1	8	25,0
6	197	25,1	109	26,8

La distribution des larves d'éperlan n'est pas homogène à l'intérieur de chaque site. La présence des larves varie fortement entre les stations d'échantillonnage pour une même période. Dans l'Anse Sainte-Anne, la majorité des individus sont rencontrés sur une ou deux stations à chacune des périodes (tableau 6). Une forte occurrence des individus se concentre principalement sur les stations 5, 6 et 7 qui se situent en bordure de rive, au centre de l'Anse. Pour l'ensemble de la saison, on observe que 95,1 % de tous les individus échantillonnés s'y retrouve, l'importance de l'occurrence variant entre une valeur minimale de 59,5 % lors de la deuxième session jusqu'à une valeur de 99,8 % lors de la troisième période. À toutes les autres stations, l'occurrence est nulle ou très faible, et ce, pour toutes les périodes d'échantillonnage. Sur le Banc de Rivière-du-Loup, le phénomène d'agrégation est encore plus évident où la totalité des individus se retrouve souvent dans trois stations ou moins (tableau 7). Cette distribution hétérogène amène une concentration d'individus en zone médiolittorale dans la section centrale du site. À l'exception de la première session d'échantillonnage, la quasi-totalité des individus s'observe dans les stations 6, 7 et 8.

Tableau 6. Occurrence (%) des larves d'éperlan arc-en-ciel dans les stations d'échantillonnage de l'Anse Sainte-Anne en 2003

Station	Session 1	Session 2	Session 3	Session 4	Session 5	Session 6	Total
1	0,4	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,5
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
4	1,1	0,0	0,0	1,5	4,5	5,1	2,1
5	<u>48,4</u>	3,6	<u>67,0</u>	0,4	7,3	1,0	<u>21,3</u>
6	5,0	<u>34,4</u>	<u>32,8</u>	<u>71,0</u>	<u>35,4</u>	1,0	<u>30,0</u>
7	<u>30,2</u>	<u>21,6</u>	--	23,9	<u>51,4</u>	<u>92,4</u>	<u>43,9</u>
8	13,8	1,6	--	0,3	1,4	0,5	3,6
9	1,0	0,0	--	0,4	0,0	0,0	0,3
10	--	0,0	--	0,0	0,0	0,0	0,0

Tableau 7. Occurrence (%) des larves d'éperlan arc-en-ciel dans les stations d'échantillonnage du Banc de Rivière-du-Loup en 2003.

Station	Session 1	Session 2	Session 3	Session 4	Session 5	Session 6	Total
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	--	0,0
4	<u>21,5</u>	0,0	0,0	0,0	0,0	--	4,3
5	<u>18,9</u>	0,0	4,8	0,0	0,0	--	4,7
6	3,5	2,3	1,9	0,0	0,0	<u>79,8</u>	<u>14,6</u>
7	<u>41,2</u>	<u>93,3</u>	6,9	<u>35,1</u>	<u>100,0</u>	<u>19,5</u>	<u>49,4</u>
8	6,1	4,4	<u>81,2</u>	<u>64,9</u>	0,0	0,0	<u>26,1</u>
9	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	1,6
10	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	1,0

La concentration des larves sur quelques stations tout au cours de la saison aux deux sites a été soumise à une analyse factorielle afin d'évaluer la contribution des variables abiotiques au phénomène observé. Les variables analysées furent l'occurrence des larves d'éperlan, la profondeur moyenne, la salinité et la température. Pour tenir compte de la variation saisonnière des deux dernières variables, nous avons ajouté deux variables qui relativisent les variations en soustrayant la valeur de chaque station à la valeur maximale enregistrée à chaque site pour chaque session (Δ max). Les résultats de l'analyse en composantes principales (ACP), sont présentés au tableau 8.

Tableau 8. Résultat de l'analyse en composantes principales.

Variables	Facteur 1	Facteur 2	CCM	Estimation finale
Occurrence des larves	0,513	0,523	0,194	0,537
Température	0,787	0,172	0,440	0,648
Δ température max	0,640	0,394	0,328	0,564
Salinité	-0,600	0,692	0,540	0,839
Δ salinité max	-0,741	0,548	0,608	0,848
Profondeur moyenne	-0,628	-0,263	0,271	0,464

Globalement, l'analyse permet d'estimer à deux le nombre de combinaisons linéaires des variables liées aux facteurs. La structure de chacun des facteurs est claire et exclusive. Les valeurs du carré des corrélations multiples (CCM) indiquent que seulement 19,4 % de la variabilité de l'occurrence des larves d'éperlan peut être prédite par une équation de régression linéaire utilisant les cinq autres variables mesurées. L'utilisation de deux facteurs permet d'expliquer 53,7 % de la variabilité, ce qui constitue une amélioration de 34 %. Les trois variables associées au facteur 1 sont l'occurrence des larves, la température moyenne et le delta de la température maximale. La distribution hétérogène de la température des masses d'eau à l'intérieur des sites échantillonnés explique en grande partie celle des larves.

Pour l'ensemble de la saison, nous avons observé que les occurrences supérieures à 25 % se retrouvaient aux stations dont la température de l'eau était comprise en 11 et 22°C (figure 8). Ces données ne permettent pas d'associer les occurrences élevées (> 25 %) à une plage de température en particulier. Les larves semblent plutôt s'associer aux masses d'eau les plus chaudes tout au cours de la saison. En effet, les occurrences élevées de larves se retrouvent toutes aux stations où la température varie entre la valeur maximale et 2 degrés sous celle-ci, les autres stations où la température est inférieure à cette plage ne présentent que des occurrences faibles ou nulles (figure 9).

La localisation des masses d'eau chaude varie peu tout au cours de la saison (figure 10). Dans l'Anse Sainte-Anne, les températures chaudes sont essentiellement observées aux stations 4 à 7, en zone médiolittorale. Les stations situées au nord et à l'ouest de celles-ci affichent des températures plus froides, avec des écarts pouvant atteindre 8°C. Sur le Banc de Rivière-du-Loup, les températures les plus chaudes se retrouvent aussi en zone médiolittorale, aux stations 4 à 8 (figure 11). Les variations interstations sont de moindre ampleur que celle de l'Anse Saint-Anne.

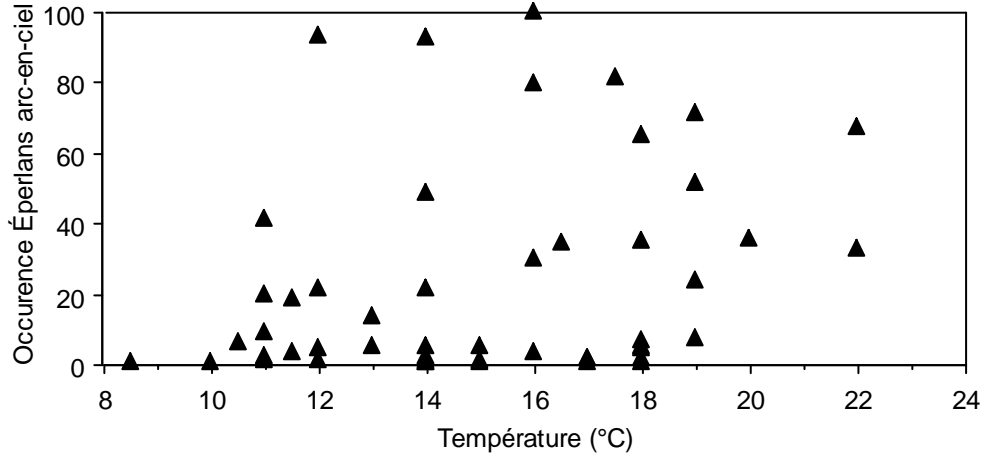


Figure 8. Occurrence des captures de larves d'éperlan en fonction de la température.

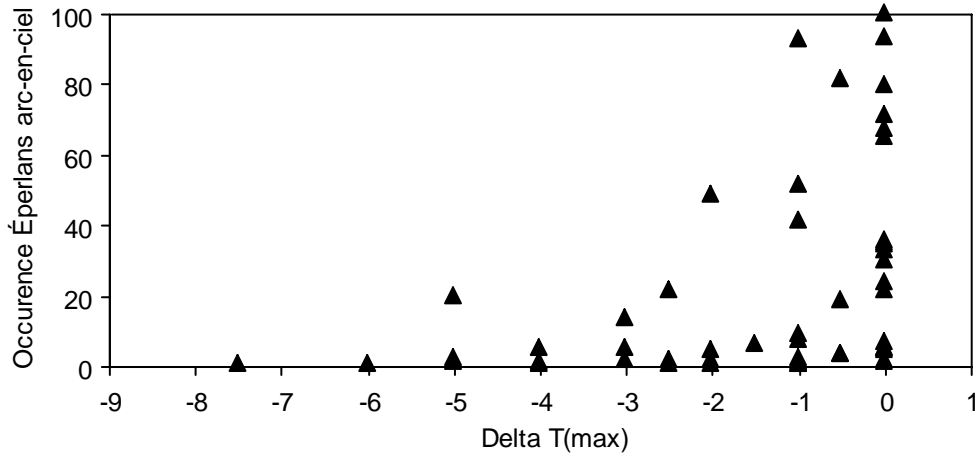


Figure 9. Occurrence des captures de larves d'éperlan en fonction de leur écart de la température maximale de chaque session.

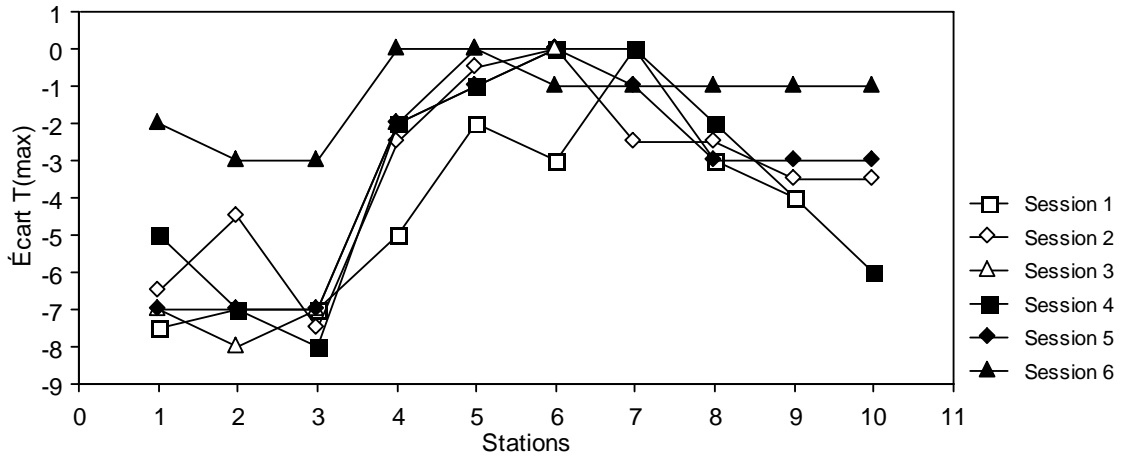


Figure 10. Delta T (max) des températures enregistrées à chaque station pour les six sessions d'échantillonnage dans l'Anse Sainte-Anne.

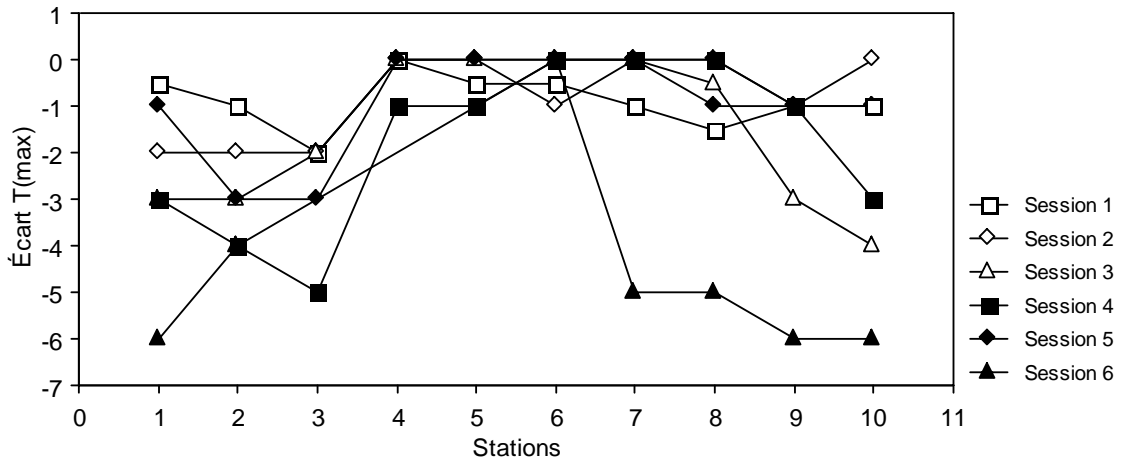


Figure 11. Delta T (max) des températures enregistrées à chaque station pour les six sessions d'échantillonnage sur le Banc de Rivière-du-Loup.

4. DISCUSSION

La saison 2003 constituait la deuxième campagne d'échantillonnage après celle réalisée en 2002. Les résultats obtenus peuvent donc être analysés et comparés afin d'évaluer les fluctuations interannuelles dans l'utilisation des deux sites. Ils permettent aussi de préciser les caractéristiques des habitats utilisés par les jeunes larves au cours des premiers mois de croissance dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Les différentes populations anadromes d'éperlans arc-en-ciel se caractérisent par une forte fécondité. Pour une femelle de la rive sud de taille moyenne (200 mm), on estime que sa fécondité atteint 45000 œufs (Fréchet *et al.* 1983). Cette forte fécondité combinée à de petites variations du succès de la phase larvaire peut entraîner des variations importantes du recrutement des futures cohortes de reproducteurs. Étant donné que l'ensemble des larves de cette population se confine à l'intérieur des deux sites faisant l'objet des campagnes d'échantillonnage (Lecomte, en prép.), le suivi des larves, couplé aux autres indicateurs de population, permet une meilleure compréhension de l'évolution des cohortes.

Malgré une forte variabilité des conditions abiotiques (salinité et température) au cours de la saison, les larves n'effectuent pas de déplacements de grande amplitude. La forte occurrence des individus associée aux stations présentant les températures maximales ($\pm 2^\circ\text{C}$) implique la mise en œuvre de stratégies comportementales pour accéder et demeurer dans cet habitat soumis à un environnement variable. La comparaison des conditions abiotiques entre les deux années d'échantillonnage permet d'observer des différences qui sont parfois importantes pour chaque session correspondante.

Les valeurs moyennes de salinité furent généralement plus élevées en 2003, tandis que celles des températures de surface de l'eau furent plus faibles dans la deuxième moitié de la saison dans chacun des sites (figure 12). Là encore, les variations interannuelles n'ont pas affecté les zones où l'on retrouve les plus fortes occurrences au cours des deux

années, les larves ont affiché une forte concentration dans la zone médiolittorale située au centre de chacun des sites d'échantillonnage. Leur présence à ces endroits permet vraisemblablement de bénéficier de conditions environnementales favorables à la croissance et à la survie. Ces conditions ne semblent cependant pas exclusives à l'éperlan arc-en-ciel comme en fait foi l'abondance de larves de capelan et de hareng atlantique comme espèce-compagne.

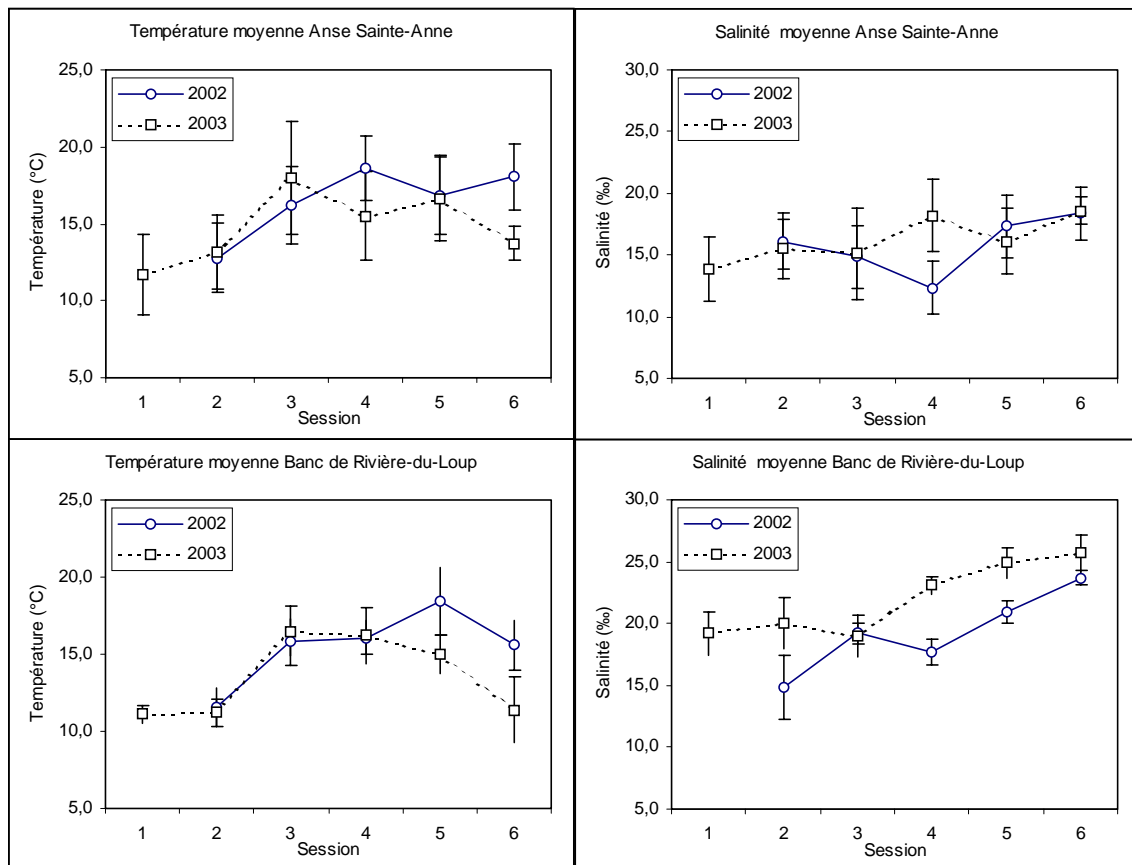


Figure 12. Température et salinité moyenne (\pm \acute{e} -t) au cours des deux années d'échantillonnage dans l'Anse Sainte-Anne et sur le Banc de Rivière-du-Loup.

Les deux sites de concentration se situent à très faible distance en amont (- 10 km) de l'embouchure des deux principaux tributaires de fraie de cette population, la rivière Ouelle et la rivière du Loup (Cerruti 2003; Texier 2003). Malgré un contexte géographique qui engendre des conditions variables d'un site à l'autre, l'observation de masses d'eau plus chaudes dans le même secteur tout au cours des saisons réside

probablement dans la présence d'un mécanisme de rétention. Les travaux de d'Anglejean *et al.* (1981) réalisés dans l'Anse Sainte-Anne permettent d'apprécier les mécanismes contrôlant le mouvement des masses d'eau à cet endroit. Essentiellement, les courants engendrés par la marée sont plus faibles à l'ouest de l'anse qu'à l'est avec une dérive des masses d'eau vers le rivage à l'ouest et au centre de ce site. La présence de sédiments fins d'argile à ces endroits confirme le caractère tranquille et protégé de cet espace (d'Anglejean *et al.* 1981). Ce type d'information n'est pas disponible pour le Banc de Rivière-du-Loup, mais le confinement d'une masse d'eau chaude à cet endroit implique probablement le même type de mécanisme. Le faible déplacement de ces masses d'eau chaude pendant les cycles de marées couplé à la capacité de migration verticale des larves dans la colonne d'eau (Sirois et Dodson 2000) peut expliquer leur forte occurrence dans ces habitats particuliers.

Les différences de densité de larves entre l'Anse Sainte-Anne ($2,4/10 \text{ m}^3$) et le Banc de Rivière-du-Loup ($0,47/10 \text{ m}^3$) sont du même ordre de grandeur que celles observées en 2002, soit $2,5/10 \text{ m}^3$ et $0,40/10 \text{ m}^3$ respectivement. Les plus fortes densités dans l'Anse Sainte-Anne ne peuvent s'expliquer par un taux de mortalité plus faible à cet endroit. Ces taux affichent essentiellement les mêmes valeurs à chacun des sites pour une année donnée. La plus grande densité pour un site s'explique par le nombre plus important de larves à cet endroit dès le début du mois de juin. Nous ne pouvons donner d'appréciation au taux instantané de mortalité que nous avons mesuré, car il ne semble exister aucune autre estimation pour d'autres populations anadromes évoluant en milieu naturel dans toute l'aire de distribution.

Au sein des communautés larvaires, la mortalité affecte principalement les individus présentant une croissance plus faible. On pourrait croire que les taux instantanés mesurés au cours des deux dernières années (entre - 0,0315 et - 0,0980) sont le reflet d'une communauté d'individus présentant de faibles croissances. Avec des valeurs quotidiennes de 0,23 dans l'Anse Sainte-Anne et 0,28 mm/j sur le Banc de Rivière-du-Loup en 2003, elles ne diffèrent pas de celles estimées en 2002 (0,24 mm/j aux deux sites). Ce taux de croissance est élevé et reflète une disponibilité de proies dans le milieu. Sirois et Dodson

(2000) ont mesuré des taux moyens de croissance journalière variant entre 0,20 et 0,23 mm chez des larves d'éperlan évoluant dans des bassins contenant des densités de proies zooplanctoniques évaluées à 3500/l. Les valeurs que nous avons estimées pour chacun des sites nous indiquent que ces habitats sont riches en ressources alimentaires et permettent une bonne croissance pour ce stade particulier de l'espèce.

Les objectifs poursuivis par ces travaux visaient aussi à évaluer la faisabilité d'un protocole simplifié pour le suivi à long terme de cette population. Les conditions environnementales qui ont prévalu au cours des deux années d'échantillonnage n'ont pas entraîné de modifications importantes dans la distribution spatio-temporelle des larves d'éperlan arc-en-ciel. La zone médiolittorale est toujours celle qui affiche les densités les plus élevées. À l'intérieur de cette zone, ce sont toujours les stations centrales qui présentent les plus fortes occurrences et les températures les plus chaudes. L'acquisition d'un indice de recrutement pour chacun des sites pourrait être atteint en limitant le nombre de stations à celles fréquentées par les larves. Toutes celles n'ayant pas affiché des valeurs d'occurrence égales ou supérieures à 10 % au cours des deux années d'échantillonnage pourraient être retirées.

Une part importante du temps de travail pour réaliser cette étude réside dans le tri, l'identification et la prise de mesures en laboratoire sur les larves récoltées. En début de saison, l'abondance et la petite taille des larves nécessitent un investissement important en temps. De plus, l'identification des deux espèces d'*Osméridae* (éperlan et capelan) est rendue difficile en raison des nombreux traits communs de leur morphologie. À la fin de la saison, la densité des larves est la plus faible et leur distribution à l'intérieur des deux sites est plus diffuse. Afin d'éviter les problématiques propres à chaque période, nous avons simulé l'impact qu'entraînerait la réalisation d'un échantillonnage sur deux périodes au mois de juillet aux stations 4, 5, 6 et 7 dans l'Anse Sainte-Anne et aux stations 4, 5, 6, 7 et 8 sur le Banc de Rivière-du-Loup. L'application de ce nouveau protocole aurait permis d'échantillonner la totalité des stations avec des occurrences de 10 % et plus au cours des deux années (tableau 9). L'effort d'échantillonnage sur le terrain pourrait ainsi être ramené à 4 stations au cours de 2 sessions pour l'Anse Sainte-

Anne et à 5 stations au cours de 2 sessions sur le Banc de Rivière-du-Loup. Cet effort de rationalisation correspond à une diminution de 87 % des stations au premier site et de 83 % au second sans mettre en péril la validité des données récoltées et les objectifs poursuivis par ces travaux. La diminution du temps en laboratoire pour le traitement des larves connaîtrait aussi une diminution importante de l'ordre de 50 %.

Le profil thermique de chaque site devrait être réalisé annuellement afin de s'assurer que les stations échantillonnées correspondent à la zone maximale de température. De plus, afin de mesurer d'éventuelles modifications dans la distribution spatiale des larves, un échantillonnage de l'ensemble des stations devrait être réalisé pendant les deux mêmes périodes à tous les cinq ans.

Tableau 9. Stations d'échantillonnage présentant des occurrences de larves d'éperlan arc-en-ciel ≥ 10 % de l'échantillon de la session.

Site	Année	Session	Station									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anse Sainte-Anne	2002	1	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-
		2	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
		3	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
		4	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
		5	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-
	2003	1	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-
		2	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-
		3	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
		4	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-
		5	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-
		6	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Banc de Rivière-du-Loup	2002	1	-	-	-	-	X	X	-	-	-	
		2	-	-	-	-	X	X	-	-	-	
		3	-	-	-	-	-	X	X	-	-	
		4	-	-	-	-	X	X	-	-	-	
		5	X	X	-	X	X	-	X	-	-	
	2003	1	-	-	-	X	X	-	X	-	-	
		2	-	-	-	-	-	-	X	-	-	
		3	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
		4	-	-	-	-	-	-	X	X	-	
		5	-	-	-	-	-	-	X	-	-	
		6	-	-	-	-	-	X	X	-	-	

Périodes et stations conservées

La réalisation de ces deux années d'échantillonnage a permis de décrire et de préciser l'habitat essentiel occupé par les juvéniles d'éperlan arc-en-ciel au cours de leur premier été. Des informations complémentaires touchant la dynamique de ces populations de larves permettent aussi une meilleure compréhension des mécanismes qui contrôlent l'évolution des cohortes et la force des classes d'âge au sein des populations. La forte association entre les larves d'éperlan et la masse d'eau la plus chaude à chaque site apporte un nouvel éclairage sur l'importance de ces zones de rétention comme habitat essentiel pour la croissance et la survie de ces jeunes recrues. Une investigation plus détaillée des caractéristiques et des mécanismes physiques agissant au sein de ces habitats uniques permettrait une meilleure compréhension de l'écologie particulière des larves de l'éperlan arc-en-ciel. Il importe aussi d'assurer la conservation de cet habitat en évaluant soigneusement toutes les modifications anthropiques, comme l'entretien portuaire à Rivière-du-Loup, qui pourront éventuellement être réalisées à proximité. La mise en place d'un suivi récurrent, selon le protocole modifié permettra au gestionnaire de la ressource d'évaluer l'impact des actions de restauration sur la population et l'habitat de cette espèce vulnérable.

La forte association entre les masses d'eaux chaudes et l'abondance des larves, apporte un nouvel éclairage sur l'importance de ces habitats pour le recrutement de cette population. Cette observation ouvre aussi une autre perspective pour la réhabilitation des frayères désertées. En effet, la disparition des zones de rétention à proximité de ces frayères, résultant des modifications physiques du lit ou des rives de l'estuaire, pourrait entraîner une réorientation des actions prévues au plan de rétablissement de cette population.

La réalisation de cette étude a été rendue possible grâce au soutien financier du « Budget faune aquatique » de la Société de la faune et des parcs du Québec.

5. BIBLIOGRAPHIE

- BERGER, C. et G. TRENCHIA. 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. and S. MARTIN. 1996. Mitochondrial DNA diversity in anadromous rainbow smelt, *Osmerus mordax* Mitchill : a genetic assessment of the member-vagrant hypothesis. J. Can. Sci. Halieut. 53.
- CERRUTI, A. 2003. Caractérisation biophysique de la frayère d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) de la rivière du Loup. Rapport de stage. Centre universitaire de Chinon, Université de Tours, France. 76 p.
- D'ANGLEJEAN, B., R.G. INGRAM et J.-P. SAVARD. 1981. Suspended-sediment exchanges between the St.Lawrence estuary and a coastal embayment. Marine Geology 40:85-100.
- FAHAY, M. P. 1983. Guide to the Early Stages of Marine Fishes Occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. Northwest Atlantic Fisheries Organization. J. Northw. Atl. Fish. Sci. Vol. 4.
- FRÉCHET, A., J.J. DODSON et H. POWLES. 1983. Use of variations in biological characters for the classification of anadromous rainbow smelt (*Osmerus mordax*) groups. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 40: 718-727.
- 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.
- GIROUX, M. 1997. Rapport sur la situation de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome du sud de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent au Québec. Sinfibec pour le Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et de ses habitats. 55 p.
- SCOTT, W. B. et E. J. CROSSMAN. 1990. Poissons d'eau douce du Canada. Ministère de l'Environnement. Service des pêches et des sciences de la mer, Ottawa. Bulletin 184, p.330-351.
- SIROIS, P. et J.J. DODSON. 2000. Influence of turbidity, food density and parasite on the ingestion and growth of larval rainbow smelt (*Osmerus mordax*) in an estuarine turbidity maximum. Marine Ecology Progress Series 193: 167-179.

TEXIER, S. Inventaire des sites de frayère potentiels et réels de la population d'éperlans arc-en-ciel de la rive sud entre Lotbinière et Matane 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. 71 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. Symposium sur le Saint-Laurent, un fleuve à récupérer. Collection Environnement et Géologie. Ass. Biol. Québec, Vol. 11. pp. 472-496.