

Direction régionale de Chaudière-Appalaches
Direction régionale du Bas-Saint-Laurent
Direction de la faune et des habitats

**RAPPORT SUR LA SITUATION
DE L'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL (*Osmerus mordax*) ANADROME
DU SUD DE L'ESTUAIRE DU FLEUVE SAINT-LAURENT
AU QUÉBEC**

par
Marie Giroux

Ministère de l'Environnement et de la Faune
Québec, août 1997

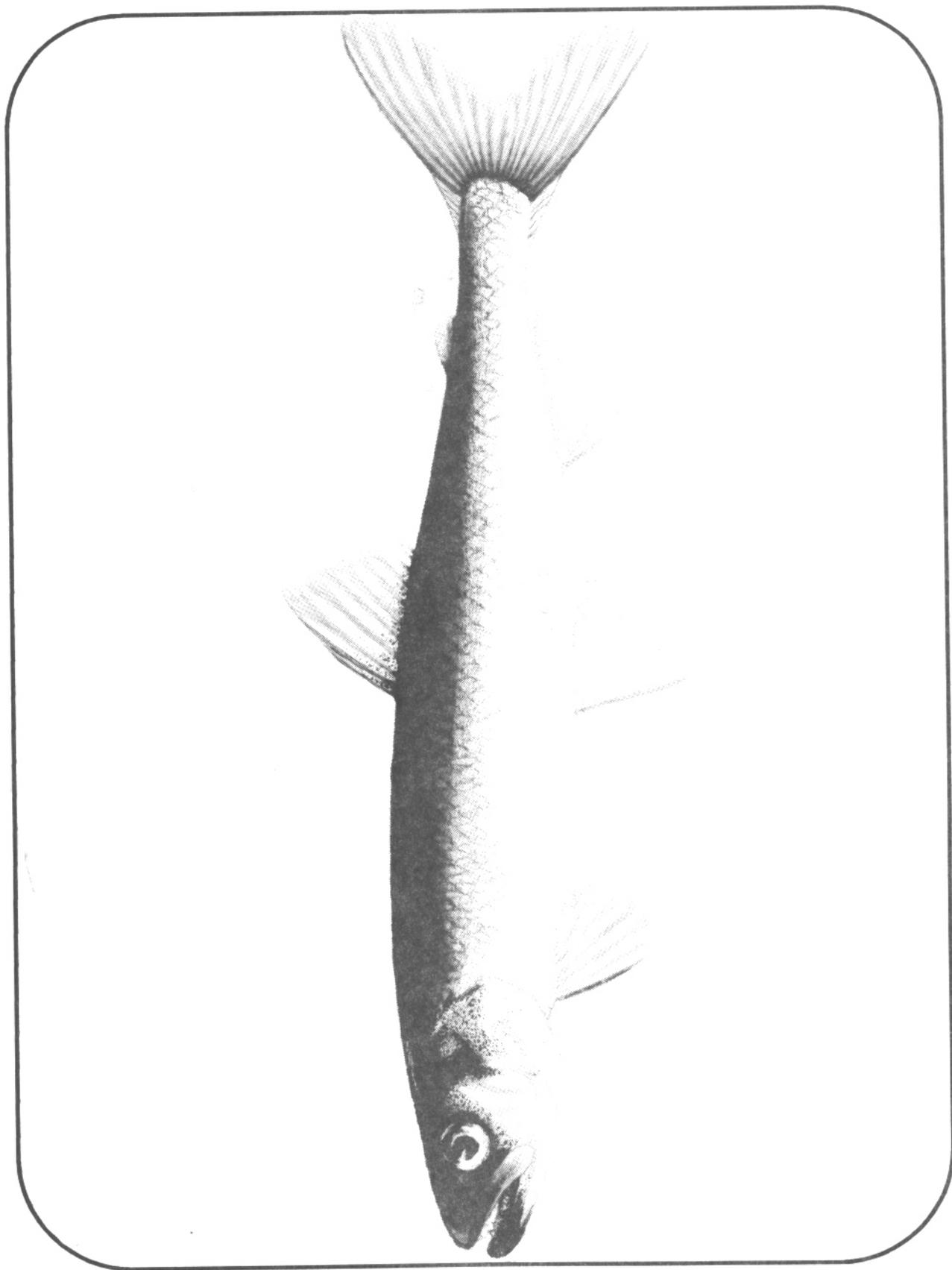
Référence à citer :

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 régionale Chaudière-Appalaches, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent et Direction de la faune et des habitats. vii + 52 p.

Descripteurs :

Osmerus mordax éperlan arc-en-ciel anadrome estuaire biologie dynamique habitat statut adaptabilité facteur limitant larve juvénile revue bibliographique

Dépôt légal - Bibliothèque nationale du Québec, 1997
ISBN : 2-550-31856-0



ÉPERLAN ARC-EN-CIEL

ABSTRACT

Anadromous rainbow smelt (*Osmerus mordax*) spawning in several tributaries located on the south shore of the Saint-Laurent estuary are genetically distinct from other populations found in the estuary. Its abundance decreased dramatically over the past 20 years. It is now absent upstream of the Québec's bridge and popular sport fishing in Québec city area vanished. Commercial fisheries dropped to nothing. However, several characteristics of smelt population dynamics, such as rapid growth, high prolificness, and early sexual maturity, are still potentially suitable to support high fishing pressure. Despite smelt adaptability characteristics, its resilience appears severely hampered by the poor spawning habitat quality found in some tributaries of the Saint-Laurent south shore estuary. Thus, once the most important spawning tributary, the Boyer river is now deserted by spawners. Agricultural pollution, bank erosion, and sedimentation, appear to be the most likely causes for habitat deterioration. In recent years, an important river restoration plan has been undertaken with the aim of enhancing recolonization. An artificial incubator has also been operated over the past four years at ruisseau de l'Église (Beaumont) in order to help the population's recovery. Sport fishing in all spawning tributaries is now prohibited on the south shore of the Saint-Laurent estuary.

RÉSUMÉ

La population d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome qui utilise certains tributaires de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent pour sa reproduction est génétiquement distincte des autres populations rencontrées dans l'estuaire. L'abondance de l'éperlan anadrome a diminué grandement depuis 20 ans : on ne le rencontre plus en amont du pont de Québec et la pêche sportive qu'on pratiquait abondamment à l'époque dans la région de Québec n'existe plus. Les débarquements commerciaux d'éperlan arc-en-ciel capturé sur la rive sud ont également chuté à zéro. Les caractéristiques de la dynamique de ce poisson sont pourtant idéales pour supporter un effort de pêche intensif : croissance rapide, forte prolificité, maturité sexuelle atteinte dès deux ans. Malgré sa bonne capacité d'adaptation, son potentiel de survie semble sévèrement réduit par la mauvaise qualité de la plupart de ses habitats de fraie. Ainsi, la rivière Boyer, qui était l'habitat de fraie le plus important, a été complètement abandonnée par les reproducteurs et on attribue cet état de fait à la pollution organique, à l'érosion des berges et à la sédimentation. Des travaux de restauration ont été entrepris sur la rivière en vue d'une future recolonisation. Un incubateur artificiel est en fonction depuis quatre ans sur le ruisseau de l'Église (Beaumont) afin de contribuer à augmenter les effectifs. La pêche sur les principales frayères est maintenant interdite partout sur la rive sud.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	v
TABLE DES MATIÈRES.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	ix
1. INTRODUCTION	1
2. CLASSIFICATION ET NOMENCLATURE	4
3. DESCRIPTION	8
4. RÉPARTITION.....	9
4.1 Répartition générale.....	9
4.2 Répartition au Québec	9
5. BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE	13
5.1 Biologie générale	13
5.1.1 Reproduction.....	13
5.1.2 Vie larvaire, croissance et alimentation	14
5.1.3 Prédation et compétition	15
5.1.4 Parasitisme	16
5.1.5 Maladies et contamination	17
5.2 Habitat.....	18
5.3 Dynamique des populations.....	22
5.4 Facteurs limitants	23
5.5 Adaptabilité.....	25
6. IMPORTANCE PARTICULIÈRE.....	27
7. SITUATION ACTUELLE	31
7.1 État des populations.....	31
7.2 Menaces à la survie de l'espèce	33
7.3 Mesures de conservation	34
7.4 Statuts actuels, légaux ou autres	36
8. CONCLUSION	37
9. AUTEURE.....	40

TABLE DES MATIÈRES (suite)

REMERCIEMENTS	41
LISTE DES RÉFÉRENCES	42
AUTRES SOURCES PERTINENTES	52

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Phénogramme regroupant les échantillons d'éperlan selon leur appartenance à quatre populations anadromes au Québec et au Nouveau-Brunswick	6
Figure 2.	Aire de répartition de l'éperlan arc-en-ciel	10
Figure 3.	Répartition des populations d'éperlan arc-en-ciel anadrome au Québec.....	11
Figure 4	Débarquements commerciaux déclarés d'éperlans arc-en-ciel de 1961 à 1993 dans le Saint-Laurent de 1961 à 1993.....	32

1. INTRODUCTION

La notion d'espèce a pris avec le temps des dimensions nouvelles afin de mieux adapter les méthodes de conservation et de gestion à la faune et à la flore en difficulté. En ces temps où la biodiversité diminue à un rythme jamais égalé de toute l'histoire de la vie sur terre (Wilson 1992), une prise de conscience s'établit en vue de protéger efficacement les espèces menacées dont l'abondance devient préoccupante. Mais d'abord, qu'est-ce qu'une espèce? Combien différentes doivent être deux populations pour mériter un statut particulier de conservation? En 1994 se réunissaient à Monterey, aux États-Unis, plusieurs scientifiques et gestionnaires de diverses origines, afin de tenter de solutionner cette épineuse question de la définition de l'unité significative (evolutionarily significant unit) dans l'optique de la conservation des populations des écosystèmes aquatiques (Nielsen 1995). Cette rencontre avait pour but premier d'apporter des amendements à loi américaine sur les espèces menacées (Endangered Species Act), qui datait déjà de plus de vingt ans. Cette loi était devenue inappropriée dans de nombreux cas et il apparaissait impérieux pour plusieurs gestionnaires d'y apporter des modifications et de préciser la notion d'espèce afin de permettre d'identifier clairement les unités distinctes en conservation (Fox et Nammack 1995; Spear 1995; King et Ludke 1995; Dombek et Williams 1995). Par exemple, une population en difficulté de saumon du Pacifique (*Oncorhynchus* sp) ne correspondait à aucun critère de la définition de l'espèce puisqu'elle n'était pas isolée géographiquement des autres, les poissons passant tous ensemble une grande partie de leur vie dans l'océan. Pourtant, sachant que le saumon du Pacifique retourne à sa rivière natale pour se reproduire et y mourir, il existe essentiellement et de toute évidence une barrière reproductive géographique entre les différentes populations. Selon Smith *et al.* (1995), une loi sur les espèces menacées devrait être utilisée en vue de protéger des lignées démontrant qu'elles sont une part fonctionnelle irremplaçable des écosystèmes aquatiques. Selon eux, l'évidence d'une indépendance génétique et écologique qualifie une population aux fins de conservation.

Au Québec, la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables donne à la notion d'espèce son sens le plus large, c'est-à-dire l'espèce dans son sens strict mais aussi la sous-espèce, la population géographiquement isolée, la race et la variété. Elle considère donc que cette définition élargie de la loi permet de couvrir toute la variabilité génétique d'une même espèce. Par contre, un nouvel aspect apparaît et qui tient compte de considérations historiques autant qu'actuelles. Par exemple, pourquoi rencontre-t-on dans un même plan d'eau des formes naines et normales d'une même espèce de poisson, alors que de toute évidence il n'existe pas de barrière géographique? Ces situations peuvent difficilement s'expliquer sans remonter au temps de la glaciation, alors qu'il existait des refuges glaciaires différents. Les mêmes espèces ont donc pu évoluer indépendamment les unes des autres pour ensuite, suivant le retrait des glaciers, recoloniser de nouveaux milieux et, éventuellement, se retrouver ensemble dans les zones de contact.

Le cas de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) au Québec est un exemple typique de ce phénomène. Dans certains lacs, par exemple, on peut rencontrer en sympatrie des formes naines ou géantes et des formes normales (Legault et Delisle 1968; Baby *et al.* 1991; Taylor et Bentzen 1993). Dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, tout récemment, il a été révélé que les populations frayant sur chacune des rives étaient génétiquement différentes l'une de l'autre (Bernatchez et Martin 1996). Lors de cette étude, les auteurs ont également identifié deux populations différentes utilisant la rive nord, une étant associée à la côte nord. L'étude des caractéristiques biologiques et du parasitisme avait déjà démontré il y a quelques années l'existence de stocks différents (Fréchet *et al.* 1983ab). Le profil génétique, basé sur l'analyse de l'ADN mitochondrial, permet d'identifier la provenance d'un individu capturé dans l'estuaire. Ainsi, malgré qu'elles utilisent le même habitat durant la plus grande partie de leur cycle vital, les populations restent « isolées » dans l'estuaire à cause de leur utilisation différentielle des deux rives pour la reproduction. On peut difficilement expliquer ces comportements sans évoquer des considérations géographiques historiques.

L'éperlan arc-en-ciel anadrome de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent a vu son abondance diminuer dramatiquement au cours des dernières années. Comme les populations de la rive nord se maintiennent apparemment normalement, les regards se sont naturellement tournés vers la rive sud pour tenter de trouver la source du problème. Une importante frayère, la rivière Boyer, a été complètement désertée sur cette rive par les reproducteurs et la mauvaise qualité de ses eaux en expliquerait l'abandon. Considérant que cet état de fait a pu réduire considérablement les effectifs de la population, l'on imagine sérieusement qu'il puisse être associé au déclin que l'on connaît (Trencia *et al.* 1989; Robitaille et Vigneault 1990).

Le Plan Saint-Laurent Vision 2000 reconnaît l'éperlan arc-en-ciel du Saint-Laurent prioritaire en vertu de son intérêt économique. La population d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent démontre toutes les caractéristiques permettant de la considérer comme une entité unique du point de vue de la conservation. À ce titre, compte tenu de sa situation incertaine, une mise à jour des connaissances acquises jusqu'à maintenant sur cette population se justifiait et s'imposait afin d'en évaluer avec le plus de justesse possible ses droits à une protection particulière.

2. CLASSIFICATION ET NOMENCLATURE

L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax* Mitchill) appartient aux osmériidés, famille comprenant six genres et dix espèces. Le genre *Osmerus* se compose de trois espèces : *O. eperlanus*, rencontré en Europe, *O. dentex*, occupant les océans Pacifique et Arctique, et *O. mordax*, espèce qui nous intéresse ici et fréquentant la côte atlantique de l'Amérique du Nord.

Cette classification du genre est depuis longtemps et est encore controversée, certains ne voyant à l'époque qu'une seule et même espèce (McAllister 1963), d'autres parlant de complexe « *Osmerus eperlanus* » (McPhail et Lindsey 1970). Scott et Crossman (1974) ont adopté la thèse de Kluikanov en retenant deux formes en Amérique du Nord, soit *dentex* et *mordax*. Les résultats d'études génétiques réalisées depuis leur ont donné raison (Taylor et Dodson 1994).

Effectivement, les récents travaux de Taylor et Dodson (1994) ont pu clairement mettre en évidence trois grands groupes (*eperlanus*, *dentex* et *mordax*) génétiquement différents ayant divergé les uns des autres depuis près de trois à quatre millions d'années. *O. mordax* serait plus apparenté à *O. dentex* qu'à *O. eperlanus* en raison d'un temps de divergence entre eux plus récent. *O. dentex* n'était pas reconnue en 1991 par l'American Fisheries Society comme étant une espèce distincte de *O. mordax* (Robins *et al.* 1991). Toutefois, à la lueur de ces nouveaux résultats, il apparaît que cet éperlan est bel et bien une espèce distincte de l'éperlan arc-en-ciel.

Le fait que des formes lacustres naines et normales puissent se retrouver en sympatrie est une autre source de mésentente. Effectivement, certains reconnaissent là deux espèces, la forme naine étant appelée *O. spectrum* (Cope 1870), soit l'éperlan nain (Lanteigne et McAllister 1983). D'autres contestent cette idée, jugeant le niveau de dissemblance phénotypique trop faible entre les deux formes (Robins *et al.* 1991). Les formes naines étant issues d'origines multiples, possiblement suite à de fortes pressions sélectives, il n'y a pas de justification évolutive à les isoler et à les regrouper sous un même nom et il serait plus approprié alors de parler de complexe d'écotypes (Baby *et al.* 1991; Taylor et Bentzen 1993; Bernatchez 1995).

Depuis longtemps, des chercheurs se sont interrogés sur la possibilité de l'existence de plus d'un stock d'éperlan arc-en-ciel fréquentant l'estuaire du fleuve Saint-Laurent (Marcotte et Tremblay 1948; Vladykov et Michaud 1957; Magnin et Beaulieu 1965). Des études plus récentes ont conclu dans ce sens (Fréchet et Dodson 1983ab; Bernatchez *et al.* 1995). À partir d'analyse génétique de l'ADN mitochondrial de l'éperlan arc-en-ciel anadrome de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, les travaux de Bernatchez *et al.* (1995) et Bernatchez et Martin (1996) démontrent clairement l'existence de quatre populations différentes d'éperlan anadrome. La population d'éperlan frayant sur la rive sud du Saint-Laurent est génétiquement distincte des autres (figure 1). Des échantillons comprenant environ 36 individus ont été prélevés dans différentes localités. La nature et la fréquence des génotypes détectés diffèrent d'un échantillon à l'autre. L'importance de ces différences est utilisée pour définir les populations d'éperlan et se mesure par la distance génétique. La distance génétique (D) entre les différents échantillons analysés a été évaluée à partir de la distribution de fréquence de l'ensemble des génotypes selon la formule de Nei (1987) :

$$D = \frac{\sum_i (x_i - y_i)^2}{2}$$

où x_i et y_i représentent la fréquence du $i^{\text{ème}}$ génotype dans l'échantillon x et y respectivement. C'est cette valeur qui est indiquée sur l'échelle de la figure 1. Par contre, les chiffres qui apparaissent à travers le diagramme indique la probabilité que les populations soient identiques selon un seuil de 0,05. Par exemple, la probabilité que la population I soit identique à celle de II est de 0,005 ($p < 0,05$) permettant de conclure qu'il s'agit de populations différentes.

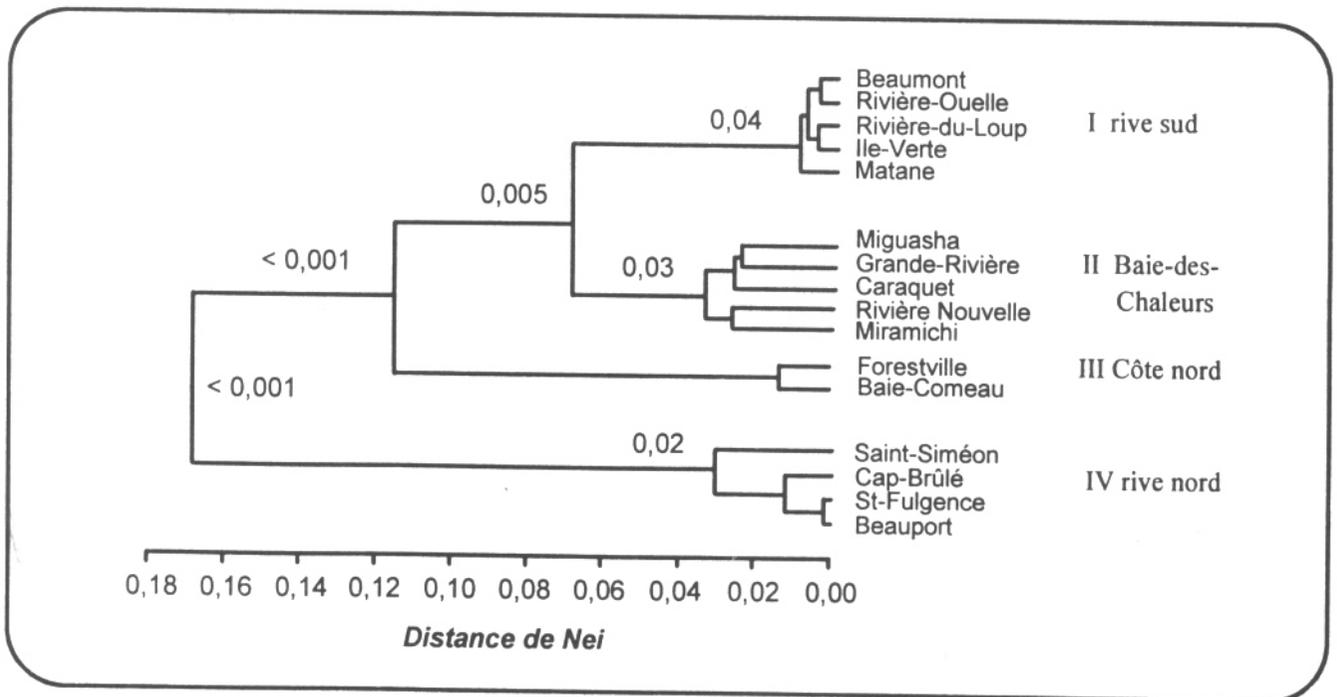


Figure 1. Phénogramme regroupant les échantillons d'éperlan arc-en-ciel selon leur appartenance à quatre populations anadromes au Québec et au Nouveau-Brunswick (tirée de Bernatchez et Martin 1996)

Le nom scientifique de l'éperlan arc-en-ciel proviendrait de la forte odeur qu'il dégage à sa sortie de l'eau et qu'on associe souvent à celle du concombre (Mélançon 1973) : *Osme* = odeur ou senteur et *mordax* = mordante. Cette odeur est probablement à l'origine du nom vernaculaire anglais « smelt » donné à cette espèce (Scott et Crossman 1974). L'éperlan arc-en-ciel au Québec est aussi nommé « éperlan d'Amérique » ou tout simplement « éperlan ». L'appellation « éperlan du nord » est réservée à *O. dentex* (Scott et Crossman 1974).

Historique de la nomenclature (Scott et Crossman 1974) :

<i>Salmo eperlanus</i>	Linnaeus 1758
<i>Atherina mordax</i>	Mitchill 1814
<i>Osmerus viridescens</i>	Lesueur 1818
<i>Salmo (Osmerus) eperlanus</i> (Artemi)	Richardson 1836
<i>Osmerus eperlanus</i>	Fortin 1863
<i>Osmerus mordax</i> Gil ex Mitch.	Gill 1865
<i>Osmerus sergeanti</i>	Norris 1868
<i>Osmerus dentex</i>	Steindachner 1870
<i>Osmerus spectrum</i>	Cope 1870
<i>Osmerus mordax</i> Mitchill	Jordan et Evermann 1896
<i>Osmerus eperlanus dentex</i>	Wynne-Edwards 1952

3. DESCRIPTION

Le corps de l'éperlan arc-en-ciel est très élancé, argenté, et muni d'une petite nageoire adipeuse. La longueur du corps fait environ cinq fois celle de la tête, qui est pointue. Dans l'estuaire, la longueur la plus fréquemment observée se situe aux alentours de 150 mm (Magnin et Beaulieu 1965; Massicotte *et al.* 1990; Bergeron et Ménard 1995). La bouche, munie de dents bien développées, est grande, s'ouvrant jusque derrière l'oeil. La langue porte également des dents. Les écailles sont cycloïdes, minces et caduques. Le dos est vert olive à vert plus foncé et les flancs, plus pâles, portent une large bande argentée aux reflets iridescents pourprés, bleus et roses. Le corps et les nageoires sont parsemés de petits points noirs. Durant la période de fraie, les mâles sont couverts de tubercules nuptiaux bien perceptibles au toucher (Scott et Crossman 1974). L'éperlan essentiellement dulcicole est généralement d'une coloration plus sombre que celle de l'éperlan anadrome (Bernatchez et Giroux 1991).

Du capelan (*Mallotus villosus*), également un osméridé, on le distingue par sa nageoire adipeuse plus courte, des maxillaires d'égale longueur (si on compare au capelan dont le maxillaire inférieur dépasse amplement le supérieur) et des écailles plus grandes (Robins *et al.* 1986). Des salmonidés, qui portent également une nageoire adipeuse, et plus particulièrement des corégoninés, qui sont aussi des poissons argentés, on le distingue par l'absence des procès axillaires à la base des nageoires pelviennes (Bernatchez et Giroux 1991).

4. RÉPARTITION

4.1 Répartition générale

La famille des osméridés est circumpolaire, limitée à l'hémisphère nord. L'éperlan arc-en-ciel anadrome fréquente la côte est de l'Amérique du Nord, du Labrador (estuaire Hamilton Inlet) jusqu'au nord du New Jersey. On en retrouve également des populations d'eau douce en Ontario, au Québec, au Labrador, à Terre-Neuve, en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick, dans le Maine et le New Hampshire (Scott et Crossman 1974) (figure 2).

Étant donné que la forme *dentex*, des océans Pacifique et Arctique, était considérée encore tout récemment comme la même espèce, la répartition généralement vue et admise d'*O. mordax* englobe toute la côte ouest de l'océan Pacifique à partir du nord de l'île de Vancouver jusque dans la mer de Beaufort (Nellbring 1989).

4.2 Répartition au Québec

Au Québec, l'espèce est susceptible d'être rencontrée tout le long du fleuve St-Laurent depuis la frontière ontarienne jusque dans le golfe et dans la Baie-des-Chaleurs, ainsi que dans leurs versants hydrographiques (Trencia *et al.* 1990). Cependant, l'éperlan anadrome ne se rencontre pratiquement plus qu'en aval du pont de Québec alors qu'autrefois, jusqu'au début des années '70, on le rencontrait en abondance jusque dans le comté de Portneuf (Magnin et Beaulieu 1965; Trencia *et al.* 1990).

La figure 3 illustre la répartition des quatre populations d'éperlan anadrome identifiées par Bernatchez et Martin (1996) : I) la population de la rive sud, de Beaumont à Matane; II) la population de la Baie-des-Chaleurs; III) la population de la Côte-Nord, à Forestville et Baie-Comeau; IV) la population de la rive nord, de l'embouchure de la rivière Montmorency (Beauport) jusqu'à la rivière Saguenay (Saint-Fulgence).



Figure 2. Aire de répartition de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) (selon Mandrak 1992 et Scott et Crossman 1974)

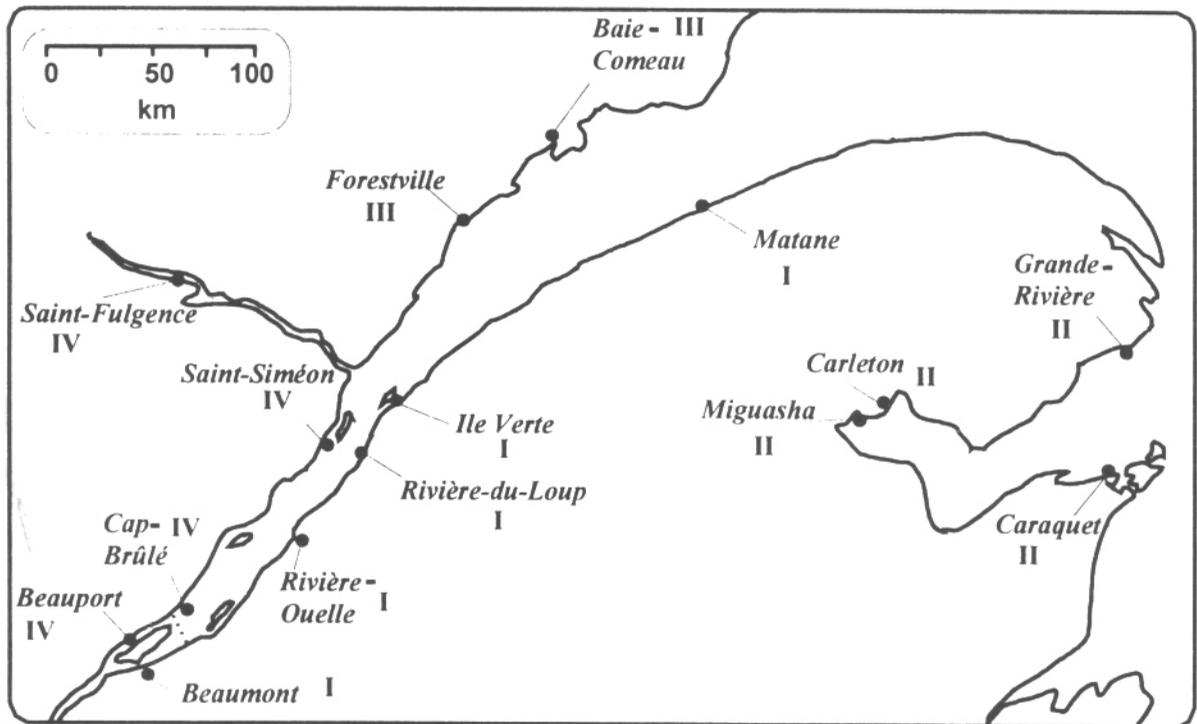


Figure 3. Répartition des populations d'éperlans arc-en-ciel anadromes au Québec : I) rive sud; II) Baie-des-Chaleurs; III) Côte-Nord; IV) rive nord (tirée de Bernatchez et Martin 1996)

La population de la rive sud est connue pour frayer dans le ruisseau de l'Église (Beaumont), dans la rivière Ouelle (Rivière-Ouelle) et dans la rivière Fouquette, près de Rivière-du-Loup (Pelletier 1993; Bergeron et Ménard 1995). La rivière Boyer (Beaumont), longtemps le site le plus important pour la reproduction jusque dans les années '70, est maintenant complètement désertée par les géniteurs (Trencia *et al.* 1990). Des efforts répétés ont été faits pour localiser d'autres frayères pouvant être utilisées par la même population. Des oeufs ont été trouvés sur la zone intertidale du Saint-Laurent à la sortie des cours d'eau Labrecque et Beaumont (municipalités de Beaumont et de Saint-Michel-de-Bellechasse) au printemps 1995 (G. Trencia, comm. pers.¹). Aucune autre frayère n'a pu être localisée malgré une couverture systématique des cours d'eau entre Lévis et Rimouski, incluant la rive sud de l'île d'Orléans (Trencia 1991; Lévesque *et al.* 1992; Tardif 1995). Les frayères peuvent être fréquentées de façon irrégulière, les éperlans n'utilisant pas un cours d'eau une année pour ensuite y revenir frayer les années subséquentes. Cela a été observé aux rivières Fouquette et Ouelle en 1992 (G. Verreault, comm. pers.¹ voir section 5.2).

¹ Ministère de l'Environnement et de la Faune

5. BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE

5.1 Biologie générale

5.1.1 Reproduction

Au printemps, l'éperlan arc-en-ciel remonte les tributaires avec l'élévation de la température de l'eau, à partir de 3 à 7 °C (McKenzie 1964; Carrier 1982). Dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, ces températures sont enregistrées de la fin avril jusqu'au début mai (Carrier 1982; Bergeron et Ménard 1993). La remontée a lieu principalement la nuit, généralement au rythme de la marée montante, l'éperlan ne possédant pas une forte capacité natatoire (Kendall 1926). La fraie a lieu en groupe, généralement de nuit, à des températures variant entre 5,5 et 9 °C (Carrier 1982; Giroux *et al.*, données non publiées). Les sites de fraie sont habituellement situés près de la limite supérieure de l'influence de la marée (Carrier 1982; Verreault et Tardif 1989) et les mâles y arrivent les premiers.

Le courant semble le facteur de prédilection pour la déposition des oeufs. L'éperlan fraie face à des courants de 0,1 à 1,5 m \times sec¹ (Robitaille et Vigneault 1982); les vitesses moyennes observées sur les sites de fraie de la rivière Fouquette varient de 0,8 à 1,0 m \times sec¹ (Brassard et Tardif 1994). La profondeur des sites varie entre 0,1 à 1,2 m. Le substrat préférentiel est constitué de gravier et de cailloux, alors que le sable et les galets sont utilisés dans des proportions moindres (Rothchild 1961; Verreault et Tardif 1989; Dudnik et Shchukina 1990; Brassard et Verreault 1995). La durée de l'activité de reproduction varie en fonction de la température et s'étend sur une période de 6 à 18 jours (Langlois 1935; Carrier 1982; Calderon et Brassard 1995).

Les reproducteurs, sur la rive sud, sont âgés entre deux et six ans, majoritairement de trois ans, quoique l'importance de cette classe d'âge puisse varier d'une année à l'autre et d'un site à l'autre (Giroux *et al.*, données non publiées); Bergeron et Ménard 1995). Au ruisseau de l'Église, en 1993, les mâles et les femelles étaient d'une longueur standard modale de 155 mm. La fécondité des femelles frayant dans le

ruisseau de l'Église et dans la rivière Ouelle est représentée par cette équation (Giroux *et al.*, données non publiées) :

$$\text{Nombre d'ovules} = (550,7 \times \text{masse totale des femelles}) - 3\,793,49$$

C'est dire qu'une femelle de 50 g, poids considéré moyen pour les génitrices de la rive sud (Bergeron et Ménard 1995), produirait 24 000 ovules. Généralement, la fécondité de l'éperlan arc-en-ciel varie entre 800 et 100 000 ovules, dépendant de sa taille (McKenzie 1964; Hutchinson et Mills 1987). Dès l'expulsion, les oeufs se gonflent et deviennent adhésifs quelques secondes plus tard. À ce moment la membrane externe se rompt et devient l'attache de l'oeuf, ce dernier restant retenu par un pédoncule. Le développement des oeufs est étroitement lié à la température de l'eau (McKenzie 1964). L'éclosion des larves d'éperlan sur la rive sud du Saint-Laurent survient généralement 11 jours après la ponte mais peut s'étendre à 18 jours, comme ce fut le cas en 1994 et 1995 (Ouellet et Dodson 1985; Giroux *et al.*, données non publiées; Bergeron et Ménard 1995; G. Trencia, comm. pers.). Elle est synchrone et nocturne et a lieu de la mi à la fin mai.

5.1.2 Vie larvaire, croissance et alimentation

À l'éclosion, les larves du sud de l'estuaire du Saint-Laurent mesurent en moyenne entre 5,5 et 6,2 mm. Elles dévalent leur cours d'eau d'origine pour se retrouver apparemment dans l'aire d'alevinage, au milieu de l'estuaire moyen, associé à la zone maximale de turbidité et de faible salinité (Ouellet et Dodson 1985ab; Dodson *et al.* 1989; Laprise et Dodson 1989b). Leur taux de mortalité est encore inconnu. En juin et juillet respectivement, les larves mesurent en moyenne 12,6 mm et 22,56 mm (Laprise et Dodson 1989a). Leur alimentation est alors peu variée : copépodes calanoides, cladocères et mysidacées principalement (Dauvin et Dodson 1990).

Au mois d'août, un bon nombre de juvéniles de l'année qui mesurent alors en moyenne 33,4 mm sont capturés dans la zone intertidale de l'estuaire (Dutil et Fortin 1983) et il s'en capture encore beaucoup à l'automne au milieu de l'estuaire (Jacques *et al.* 1991). Leur répartition est alors associée aux concentrations de *Mysis*

stenolepis et *Neomysis americana*. En novembre, les juvéniles mesurent majoritairement entre 55 et 65 mm (id.). Leur taux de croissance moyen de juin à octobre est de 0,24 mm/jour (Able 1978).

L'alimentation de l'éperlan arc-en-ciel adulte dans l'estuaire a été peu étudiée mais l'examen de contenus stomacaux a révélé qu'il se nourrirait presque exclusivement de mysidacées (R. Laprise, comm. pers.²). Une étude de l'éperlan estuarien de la Loire (*O. eperlanus*), en France, est arrivée à la même conclusion mais révèle aussi qu'il pouvait se nourrir, à de rares occasions, de petits poissons et de juvéniles de son espèce (Lardeux 1986). Lacho (1991) a aussi observé chez des éperlans (*O. dentex*) capturés dans une baie de la mer de Beaufort (T.N.-O.) que les mysidacées composaient la grande part de leur alimentation, le reste étant composé d'amphipodes et d'isopodes; un seul individu sur 17 avait les restes d'un poisson dans l'estomac. Dans la zone intertidale de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, il se nourrit de copépodes et de polychètes capitelliformes et néréidiformes (Dutil et Fortin 1983).

5.1.3 Prédation et compétition

Différentes espèces de poissons, d'oiseaux et de mammifères marins peuvent être à un moment donné ou à un autre de son cycle vital des prédateurs de l'éperlan (*Osmerus sp.*) (Nellbring 1989). Il est connu que le bar rayé (*Morone saxatilis*), avant sa disparition de l'estuaire du Saint-Laurent, était un prédateur important de l'éperlan arc-en-ciel, ce dernier occupant la deuxième place en importance dans la composition de son alimentation (Beaulieu 1985). La prédation sur l'éperlan dans l'estuaire est peu connue encore aujourd'hui. Le doré noir (*Stizostedion canadense*) en est probablement un prédateur étant donné sa présence régulière parmi les prises d'éperlan lors d'échantillonnage scientifique dans le fleuve Saint-Laurent (G. Trenchia, comm. pers.). Dans le lac Michigan, on a déjà observé que l'éperlan contribuait à 94 % à l'alimentation du doré jaune (*S. vitreum*) au printemps (Wagner 1972), espèce qu'on capture occasionnellement depuis 1990 dans la zone de turbidité du Saint-Laurent (Berger et Trenchia 1994). Les larves de l'éperlan arc-en-ciel dans

l'estuaire ont probablement peu de prédateurs, protégées par la turbidité et tenues à distance du macroplancton prédateur (chaetognathes, euphausiacés et amphipodes) par la fréquentation des eaux plus douces (Courtois *et al.* 1982). Le béluga (*Delphinapterus leucas*) aurait été un prédateur important de l'éperlan à l'automne et au printemps alors qu'il fréquentait encore régulièrement le fleuve Saint-Laurent (Vladykov 1946). Aucune donnée récente n'a été récoltée permettant de remettre en question la situation décrite par Robitaille et Vigneault (1990) voulant que les densités de prédateurs dans l'estuaire ne soient pas suffisamment élevées pour limiter les effectifs de l'éperlan.

Courtois et Dodson (1986) ont observé que les larves d'éperlan arc-en-ciel, de capelan et de hareng (*Clupea harengus*) occupaient des masses d'eau différentes dans l'estuaire, maintenant ainsi au minimum la relation de compétition entre ces espèces.

5.1.4 Parasitisme

Au cours d'examens pathologiques de l'éperlan arc-en-ciel de la rive sud du Saint-Laurent effectués en 1994 dans les laboratoires de la direction de la santé animale (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec), on a identifié des cas de nématodose musculaire (*Pseudoterranova* sp.), quelques nématodes gastriques et de rares cas d'infestation branchiale par un copépode, probablement du genre *Salmincola* et un trématode, probablement du genre *Gyrodactylus* (Claveau 1995). Fréchet *et al.* (1983b) ont observé que les copépodes parasites des branchies apparaissaient uniquement durant les mois de mai et juin chez l'éperlan anadrome du fleuve Saint-Laurent. Les mêmes auteurs ont identifié le parasite *Glugea hertwigi* comme étant une étiquette biologique des éperlans de la rive sud du Saint-Laurent, de la rivière Boyer à Matane, alors que *Echinorhynchus salmonis*, un acanthocéphale, est représentatif des éperlans de la côte nord. *G. hertwigi* est un protozoaire microsporidien s'attaquant principalement au système digestif de l'éperlan et plus rarement aux gonades (id.). Son taux d'occurrence peut être assez élevé, ayant atteint 33 % et 36 % en 1980 chez des éperlans capturés à Trois-

² Université McGill

Pistoles et à Rivière-Ouelle respectivement (id.). Ce parasite a été associé à certains cas de mortalités massives post-fraie dans le lac Érié (Nepszy et Dechtiar 1972). À partir d'un échantillonnage des zones intertidales de l'estuaire du Saint-Laurent en 1989, Massicotte *et al.* (1990) ont calculé un taux de parasitisme de l'estomac de l'éperlan par la larve d'un cestode, probablement du genre *Diphyllobothrium*, de 28 % à Montmagny et de 7 % à Cacouna, sur la rive sud. Selon eux, le parasitisme est plus répandu en amont qu'en aval. Sprengel et Luchtenberg (1991) rapportent pour l'éperlan de l'estuaire de l'Elbe (*O. eperlanus*) que l'intensité de l'infestation par le nématode *P. decipiens* augmente avec la taille. Ils ont également observé que la vitesse de nage était réduite de près de 15 % à 32 % selon qu'un seul parasite ou quatre et plus affectaient le poisson. Conséquemment, selon les auteurs, les individus parasités sont plus soumis à la prédation.

5.1.5 Maladies et contamination

Environ 1 % seulement des éperlans échantillonnés en 1993 sur la rive sud portent des lésions cutanées dues généralement à des papillomes épidermiques (hyperplasie épithéliale) et au carcinome (néoplasme malin) (Bergeron et Ménard 1995). Ces graves pathologies ont été diagnostiquées chez des spécimens provenant de Rivière-Ouelle. Les plus gros sont en général les plus touchés. Vu le faible pourcentage d'individus affectés de pathologies, la population peut être considérée en bonne santé (id.).

Le niveau de contamination par les BPC (biphényles polychlorés) de l'éperlan arc-en-ciel de l'estuaire du Saint-Laurent en 1987 a été évalué à environ $0,16 \text{ g} \times \text{kg}^{-1}$ de poids sec (Gagnon *et al.* 1990). Ce taux est neuf fois plus faible que celui observé chez l'éperlan arc-en-ciel du lac Ontario. Le Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce au Québec (1993) considère les espèces anadromes, dont l'éperlan, très faiblement contaminées et ne suggère aucune restriction à leur consommation par l'homme. Toutefois, le guide limite la consommation de l'éperlan capturé dans le fleuve à la hauteur de Saint-Jean-Port-Joli à huit repas par mois pour un poisson de taille variant entre 150 et 200 mm. Cette valeur constitue la restriction de consommation la moins sévère. Ces recommandations reposent sur la

concentration en mercure qui ne doit pas excéder $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$. Arnac et Lassus (1985) ont mesuré la teneur en quelques métaux lourds de l'éperlan arc-en-ciel capturé sur la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent en 1973. Ils ont démontré que le cadmium et le plomb, métaux considérés toxiques et qui n'ont pas de fonction biochimique dans l'organisme, atteignaient des niveaux de concentration très faibles (en général $<0,02$ et $<0,28 \text{ mg}\times\text{g}^{-1}$ dans le muscle respectivement) et très inférieurs aux valeurs maximales tolérées pour la consommation humaine (environ $2 \text{ mg}\times\text{g}^{-1}$ selon la U.S. Food and Drug Administration). En fait, ces concentrations sont si faibles qu'elles n'ont permis d'observer aucune relation avec la taille des spécimens. Étant donné que l'éperlan occupe un niveau trophique inférieur, il est naturellement moins exposé à la contamination par les polluants industriels (Robitaille *et al.* 1991) que peuvent l'être les organismes de niveaux supérieurs.

5.2 Habitat

Le fleuve Saint-Laurent et son estuaire constituent essentiellement l'habitat de l'éperlan arc-en-ciel anadrome de la rive sud, en tant que réserve de nourriture, aire d'alevinage et de migration. Cet habitat doit être considéré non pas comme un lieu géographique bien délimité, mais plutôt comme une masse d'eau qui se déplace selon les marées et les courants et qui est exploitée différemment selon l'âge et la taille des poissons. Par exemple, par rapport aux juvéniles et aux adultes, les larves se concentrent plus à l'amont de l'estuaire à la fin de l'été. Par contre, celles de plus grande taille et peut-être les plus performantes se retrouvent plus à l'amont que les petites, possiblement parce qu'elles exploitent avec une plus grande efficacité les changements de direction du courant lors du jeu de la marée de façon à se maintenir dans une zone de moins grande compétition interspécifique (Dodson *et al.* 1989; Laprise et Dodson 1989a et b). Les adultes fréquentent préférentiellement la partie aval de l'estuaire; les tributaires propres à leurs exigences de fraie constituent généralement leur habitat de reproduction.

Les larves de l'éperlan anadrome se concentrent dans l'estuaire moyen, entre l'île d'Orléans et l'Île-aux-Coudres, suivant la masse d'eau de turbidité maximale (50 à $>200 \text{ mg}\times\text{l}^{-1}$). Ces eaux où se concentrent les larves sont également chaudes, en-

tre 11,5 °C et 20 °C, et de faible salinité (entre 0 et >5 g×kg¹) quoiqu'on puisse en retrouver dans des eaux atteignant les 30 g×kg¹. La vitesse de courant due à la marée varie entre 30 et 100 cm×s¹. Cette zone est caractérisée aussi par une faune macroplanctonique très dense, particulièrement *Neomysis americana*, *Gammarus* sp. ainsi que des larves de poulamon atlantique. Cet habitat procure aux larves vivant dans l'estuaire une abondante réserve de nourriture (Dodson *et al.* 1989). Durant tout l'été, des juvéniles et des adultes sont capturés dans le centre de l'estuaire, les individus plus âgés associés aux eaux de salinités plus élevées (Laprise et Dodson 1989). Toutefois, des études récentes ont mis en évidence la très faible représentativité de la population de la rive sud parmi les juvéniles capturés dans cet habitat, ceux-ci démontrant plutôt le profil génétique des éperlans de Charlevoix et du Saguenay (Bernatchez *et al.* 1995; D. Pigeon, comm. pers.³).

La zone intertidale de la rive sud de l'estuaire (ex.: zone de *Spartina alterniflora* des marécages de Kamouraska et zosteraies intertidales de la région de l'Isle-Verte) est fréquentée abondamment durant le printemps et l'été par l'éperlan, âgé notamment de 0+ et 1+ an, où il y trouverait une bonne source de nourriture (Dutil et Fortin 1983; Massicotte *et al.* 1990; Lemieux et Michaud 1995).

L'endroit où séjourne l'éperlan durant l'hiver n'est pas connu, mais sa fréquentation des zones côtières dès l'automne laisse supposer la recherche d'un habitat plus clément pour hiverner, c'est-à-dire des températures plus douces. Le fait qu'on le capture en abondance sous la glace à l'Isle-Verte (G. Verreault, comm. pers.), le suggère également. Bien évidemment, il n'est pas exclu que l'éperlan fréquente d'autres milieux durant l'hiver.

La rivière est sans doute l'habitat de reproduction préférentiel de l'éperlan arc-en-ciel anadrome quoiqu'il puisse également frayer à l'embouchure des cours d'eau ou même possiblement directement dans le fleuve (Robitaille et Vigneault 1990). La qualité de l'habitat de reproduction semble être un point critique du cycle vital de l'éperlan, si on en juge par la désertion de la rivière Boyer, anciennement l'aire de reproduction la plus fréquentée par l'éperlan anadrome du sud de l'estuaire (Trencia

³ Université Laval

et al. 1990). Cette rivière est dans un piètre état : mauvaise qualité de l'eau, berges érodées, quantité de dépôts de sédiments, développement d'algues filamenteuses sur son lit. L'eau est turbide et le phosphore total ainsi que les coliformes fécaux sont en trop grande concentration (Robitaille et Vigneault 1990). Cet état est favorisé par le fait que le bassin de la rivière Boyer draine tout au long de son parcours des terres agricoles.

Des éperlans vont frayer dans le fleuve à quelques kilomètres en amont de la rivière Boyer à l'embouchure du ruisseau de l'Église. Ce site offre une frayère de faible superficie battue par les vagues et sous l'emprise des marées, conditions peu idéales pour l'incubation des oeufs d'éperlan (Robitaille et Vigneault 1990).

Des oeufs en abondance ont été observés aux ruisseaux Beaumont et Labrecque, à l'est de Beaumont (G. Trencia, comm. pers.). Toutefois, au bout de quelques jours et avant l'éclosion, ils avaient à peu près tous disparu. Ces frayères offrent des conditions semblables à celles trouvées au ruisseau de l'Église, et l'on suppose donc que les oeufs ont été balayés par l'action des vagues et emportés par le courant.

La rivière Fouquette, dans la région de Rivière-du-Loup, est utilisée pour la fraie. Cette rivière subit le même enrichissement excessif de ses eaux que la rivière Boyer et l'on craint que bientôt elle n'offrira plus les conditions recherchées par l'éperlan pour la reproduction (G. Verreault, comm. pers.).

La rivière Ouelle, qui a toujours été une bonne frayère, est maintenant devenue la principale frayère active connue des éperlans anadromes de la rive sud (Trencia *et al.* 1990). Cet habitat a été moins perturbé par l'activité humaine que ne l'a été la rivière Boyer. Une grande partie de son bassin est boisée et l'agriculture y est moins présente. La qualité de son eau est bonne (Robitaille et Vigneault 1990). Bénéficiant du statut de rivière à saumon, l'intégrité de ce cours d'eau est mieux assuré (id. 1990).

Les éperlans du sud de l'estuaire peuvent fréquenter les frayères de façon irrégulière comme cela a été constaté aux rivières Ouelle et Fouquette. Après avoir com-

plètement déserté ces rivières au printemps 1992, ils y étaient à nouveau présents au printemps 1993 (Bergeron et Ménard 1993, 1995). Cela aurait dû se traduire d'ailleurs par une absence d'individus de deux ans en 1994 et de trois ans en 1995, ce qui ne fut pas le cas. En effet, en 1994, les femelles représentaient 20 et 60 % des captures au ruisseau de l'Église (Beaumont) et à la rivière Ouelle respectivement. Par contre, les mâles ne constituaient que 16 et 3 % des reproducteurs aux mêmes endroits.

Il reste donc des éléments importants de la dynamique des populations à documenter en particulier en regard de l'habitat de reproduction. L'endroit qui a pu servir de site de reproduction de remplacement en 1992 est possiblement situé dans le fleuve Saint-Laurent quoique le succès de la reproduction puisse y être inférieur à la situation normale en cours d'eau tributaire du fleuve.

5.3 Dynamique des populations

L'éperlan arc-en-ciel est une espèce prolifique, de croissance rapide et pouvant atteindre dès deux ans sa maturité sexuelle (voir section 5.1.1). Sur les frayères de la rive sud, les classes d'âge de 2, 3 et 4 ans sont toujours les plus représentées, les taux de mortalité étant relativement élevés chez l'adulte (50 % à 75 %) (Trencia *et al.* 1990).

Il est généralement admis qu'un régulateur important du recrutement et de l'abondance des poissons est la mortalité larvaire reliée à la densité (Winters 1976; Lett et Kohler 1976). L'étude de Courtois *et al.* (1982) a révélé que la distribution spatio-temporelle des larves dans l'estuaire tendait à minimiser la compétition multi-spécifique. D'autres études démontrant une disponibilité de nourriture très grande dans ce milieu (Dauvin et Dodson 1990), la compétition intra-spécifique aussi bien qu'extra-spécifique serait possiblement peu importante.

Bernatchez *et al.* (1995) ont effectué une étude génétique sur un échantillon d'éperlans juvéniles capturés dans les chenaux nord et sud de l'estuaire en vue de discriminer leur appartenance aux différentes populations connues. Ils n'en ont pas identifiés provenant de la population de la rive sud, tous appartenant aux populations de la rive nord. Selon les auteurs, ces résultats illustrent la très faible contribution de la population de la rive sud à l'ensemble des juvéniles dans l'estuaire.

Étant donné la prolificité de l'éperlan, sa croissance rapide ainsi qu'une ressource alimentaire très grande dans l'estuaire, on peut supposer que la faible abondance relative des larves issues de la population de la rive sud dénote un problème de recrutement important.

5.4 Facteurs limitants

L'abandon de la rivière Boyer par les reproducteurs suggère à quel point la qualité de l'habitat de reproduction est importante pour l'éperlan arc-en-ciel. Puisqu'aucun reproducteur ne pénètre plus dans cette rivière pour la fraie depuis la fin des années quatre-vingt (Trencia *et al.* 1993), il est possible que le poisson soit particulièrement sensible à certains paramètres physico-chimiques de l'eau et qu'il puisse détecter que la rivière n'est pas convenable pour la fraie (Bernatchez 1990). La préférence de l'éperlan d'Europe (*O. eperlanus*) pour les zones riches en oxygène (5,0-7,0 mg.l¹) comparativement aux zones pauvres a été démontrée (Möller et Scholz 1991). Chen (1970) attribue le fait que les mâles de l'éperlan arc-en-ciel arrivent les premiers sur les frayères à une plus grande sensibilité à leur environnement que leur confèreraient leurs tubercules nuptiaux.

La nature et l'état du substrat à la frayère peuvent nuire au succès reproducteur. La présence de microalgues et la sédimentation nuisent à la fixation et au développement des oeufs (Rupp 1959; Ivanova et Polovkova 1972; Hutchinson et Mills 1987; Trencia *et al.* 1993; Brassard et Tardif 1994; Brassard et Verreault 1995). Également, selon une étude de Rupp (1965), des oeufs déposés sur un substrat de sable subissent une mortalité environ dix fois supérieure à celle observée lorsqu'ils sont déposés sur du gravier. Dans le sable, les oeufs sont plus soumis au broyage par l'action des vagues et risquent aussi d'être délogés plus facilement.

La localisation et la superficie d'une frayère sont des caractéristiques pouvant influencer directement la survie des oeufs. Par exemple, on peut tirer de l'étude de Rupp (1965) qu'il est possible que le taux de survie des oeufs pondus dans les embouchures de rivière et dans le fleuve soit plus faible que celui des oeufs pondus en rivière à cause de leur exposition à l'action des marées et des vagues. Aussi, sur une frayère de dimension réduite où les reproducteurs sont quand même abondants, les oeufs peuvent s'agglutiner et former des amas où la mortalité est plus élevée que dans une situation où ils sont dispersés sur le fond, à cause, particulièrement, d'une mauvaise oxygénation et du risque possible de contamination par les champignons (Robitaille et Vigneault 1990; Y. Turgeon¹, comm. pers.). McKenzie

(1947), qui a étudié l'effet de la densité des oeufs sur le succès reproducteur, a évalué à 0,05 % le succès sous une très haute densité ($600\ 000\ \text{oeufs}\cdot\text{m}^{-2}$) et à 3,70 % sous une faible densité ($5400\ \text{oeufs}\cdot\text{m}^{-2}$). De telles densités n'ont pas été observées au ruisseau de l'Église. À la rivière Ouelle en 1990, des densités d'oeufs ont été estimées sur des substrats artificiels. La plus forte densité observée était de $2050\ \text{oeufs}\cdot 0,01\text{m}^{-2}$ (soit $205\ 000\ \text{oeufs}\cdot\text{m}^{-2}$). Cette densité n'a été observée que sur un collecteur d'oeufs parmi les 17, les autres estimations ne dépassant pas $939\ \text{oeufs}\cdot 0,01\text{m}^{-2}$ (Giroux *et al.*, données non publiées). Étant donné que l'éperlan peut déposer ses oeufs souvent très près de la surface de l'eau, dans un milieu régulièrement exondé, plusieurs d'entre eux risquent de subir une dessiccation et mourir (Rupp 1965).

Le dérangement d'origine humaine semble être un facteur important sur l'intensité et le succès de l'activité de fraie (Hoover 1936; Rupp 1959, 1965; Hutchinson et Mills 1987; Johnston et Cheverie 1988). Brown et Taylor (1995) ont démontré que l'activité de pêche sur les frayères diminue de façon importante le succès de reproduction. L'activité de pêche qui se déroulait récemment jusqu'en 1992 inclusivement à l'embouchure du ruisseau de l'Église alliée à la surface restreinte de la frayère ont pu être une entrave au bon déroulement de la fraie et à la survie des oeufs.

Outre les caractéristiques de l'habitat de reproduction, il apparaît possible que l'abondance des reproducteurs puisse avoir un effet sur le déclenchement de l'activité de reproduction comme telle. L'émission de l'odeur caractéristique que dégagent les osmériidés pourrait être impliquée dans un processus de reconnaissance sexuelle permettant d'attirer les congénères au lieu de fraie (McDowall *et al.* 1993). Une étude sur la fraie de l'éperlan arc-en-ciel dans un lac du Maine (USA) a conclu que l'activité s'amorçait lorsque la densité de reproducteurs ainsi que le rapport des sexes appropriés étaient atteints (Rupp 1965). Également, il a été démontré que l'activité de fraie atteignait son paroxysme lorsque le rapport des sexes s'approchait de l'unité (Bailey 1964). Dans un système ouvert comme l'estuaire, l'abondance des reproducteurs en un lieu donné est peut-être un facteur très important dans l'initiation ou non de l'activité de fraie. Deux hypothèses pourraient expliquer pourquoi les éperlans ne se rassemblent plus à la rivière Boyer pour la reproduc-

tion : une première voudrait qu'une odeur perceptible dans l'eau soit répulsive à l'éperlan, une seconde suppose que son usage ayant cessé depuis trop longtemps, les reproducteurs n'y reconnaîtraient plus leur « odeur spécifique » qui aurait pu y être laissée l'année antérieure (une phéromone par exemple) (G. Trencia, comm. pers.).

Étant donné que les frayères utilisées généralement par l'éperlan arc-en-ciel anadrome sont des tributaires se jetant directement dans l'estuaire du Saint-Laurent, on suppose que les modifications apportées à l'écoulement du fleuve, comme le creusement du chenal maritime et la circulation des navires, ne sont pas nécessairement des facteurs pouvant nuire à sa reproduction (Robitaille *et al.* 1991). Toutefois, on ne connaît pas l'importance de la fraie dans le fleuve et par conséquent, on ne peut juger de l'ampleur réelle des modifications sur le succès reproducteur. Sachant que les juvéniles fréquentent abondamment la zone intertidale de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent où ils y trouvent une bonne source de nourriture (Dutil et Fortin 1983; Massicotte *et al.* 1990; Lemieux et Michaud 1995), il n'est pas exclu que les perturbations apportées à ces milieux, par exemple l'endiguement des marais salants ou la pollution, puissent contribuer aux difficultés rencontrées.

5.5 Adaptabilité

Les caractéristiques de la dynamique de l'éperlan arc-en-ciel lui confèrent naturellement un bon potentiel d'adaptation (voir section 5.3). L'esturgeon noir (*Acipenser oxyrinchus*), par exemple, qui a vu sa population décliner dans le fleuve Saint-Laurent et son estuaire entre 1967 et 1977, est un poisson qui croît lentement et qui se reproduit à un âge avancé, soit entre 20 et 30 ans (Tardif 1984). Cette caractéristique ne favorise pas sa reproduction et le rend plus vulnérable aux effets d'une forte pression de pêche, qui sont alors longs à corriger. À la suite d'une évaluation récente du potentiel de restauration de 13 espèces de poisson en situation précaire du réseau du Saint-Laurent, l'éperlan arc-en-ciel a été priorisé (Robitaille *et al.* 1991). Cette évaluation a tenu compte des caractéristiques biologiques des espèces, des caractéristiques de leur habitat ainsi que des retombées économiques. Voici une brève liste des points évalués : le niveau d'abondance passé et actuel, le recrute-

ment naturel, l'exposition aux contaminants, la détérioration et la réversibilité des altérations de l'habitat, les retombées économiques reliées à une augmentation des effectifs, le temps de réponse des utilisateurs, et finalement, le rayonnement géographique des aménagements.

Des études ont mis en évidence le potentiel d'adaptation de l'éperlan face aux changements et/ou aux améliorations de son habitat. Les expériences de Rupp et Redmond (1966) sur l'introduction d'éperlans dans un nouveau milieu leur a permis de conclure que la croissance, la taille et l'abondance dépendaient plus fortement des caractéristiques physiques et biologiques du milieu que des différences génétiques propres à un stock. Ainsi, la dynamique pouvait être stimulée dans un milieu où l'intensité de la compétition interspécifique était réduite. Un autre exemple de l'adaptabilité de l'éperlan est celui de la rapide recolonisation de la Tamise par *O. eperlanus* suite à l'amélioration de la qualité de l'eau (Hutchinson et Mills 1987). Cette recolonisation a été possible grâce à une migration provenant des rivières avoisinantes. L'absence d'une population locale pouvant recoloniser est évoquée pour expliquer que la rivière Forth soit restée déserte malgré une amélioration de la qualité de son eau. Dans le cas de la rivière Boyer, par exemple, la présence d'éperlans de la même population à proximité pourrait favoriser une éventuelle recolonisation de la rivière par les reproducteurs. La colonisation des Grands Lacs et des régions environnantes par l'éperlan arc-en-ciel dulcicole suite à l'introduction par l'homme et la rapide extension de son aire de répartition depuis (Evans et Loftus 1987) témoignent également de son aptitude à s'adapter. Ajoutons à cela le cas des populations des Grands Lacs qui se sont rétablies même après avoir subi, à partir de 1942, une des plus grandes mortalités naturelles enregistrée en Amérique du Nord chez une espèce animale (Van Oosten 1947).

6. IMPORTANCE PARTICULIÈRE

Valeur écologique

L'éperlan arc-en-ciel anadrome occupe une position importante dans la pyramide trophique de l'estuaire du Saint-Laurent. Étant donné sa croissance rapide et sa maturité sexuelle hâtive, ce poisson permet de transformer efficacement la biomasse de zooplancton et de la rendre disponible aux organismes de niveaux trophiques supérieurs (Mongeau *et al.* 1979). Le bar rayé, qui se nourrit de poissons à rayons mous, tels le capelan, l'alose, le gaspareau, le poulamon, s'en nourrissait et le béluga également. Certains supposent que la baisse de son abondance dans l'estuaire aurait contribué à réduire la capacité de support de ce milieu pour certaines espèces piscivores (Robitaille *et al.* 1991).

Étant donné la faible amplitude de ses migrations et sa position dans la chaîne trophique, l'éperlan est aussi un indicateur biologique important de l'état de santé du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires qui devraient servir de frayères.

Valeur récréative et culturelle

La pêche à l'éperlan est une activité fort populaire sur les quais de Charlevoix et de la Gaspésie. Avant la baisse dramatique de son abondance, la pêche sportive à l'éperlan connaissait également, l'automne venu, ses heures de gloire à Québec et dans les villages environnants (Vladykov et Michaud 1957). À partir des quais, des roches sur le rivage, ou de chaloupes, les Québécois pêchaient des quantités importantes de ce poisson et cette activité fort appréciée réunissait pendant près de deux mois toutes les classes de la société (*id.*; Bernard 1961). La pêche à l'éperlan s'exerçait également tout le long de l'estuaire, de Lotbinière à Trois-Pistoles. Avant l'interdiction de ce type de pêche, il était abondamment pêché sur les frayères au printemps à l'aide de carrelets et cette activité rassemblait également un bon nombre de pêcheurs. Autrefois, la rivière Boyer était le site privilégié pour cette activité. Il a été estimé que les pêcheurs sportifs, à une certaine époque, ont pu capturer autant d'éperlans, sinon plus, que les pêcheurs commerciaux (Trencia *et al.* 1990). La

pêche spécifique à l'éperlan arc-en-ciel anadrome ne s'exerce plus maintenant que sur des quais de Charlevoix et dans le Bas-Saint-Laurent, principalement sur les quais de Rivière-Ouelle, de Cacouna et de Rimouski (Trencia *et al.* 1990; Robitaille *et al.* 1994). À l'Isle-Verte, on le pêche également durant l'hiver, sous la glace (Robitaille *et al.* 1995). Selon les résultats d'une enquête sur la pêche sportive de l'éperlan sur la rive sud effectuée en 1991, une extension de l'aire dans laquelle le poisson est encore présent pourrait possiblement résulter par un accroissement immédiat de la pêche sportive (Robitaille *et al.* 1994). Longtemps renommé comme poisson de table, les gens l'apprécieraient pour sa chair savoureuse apprêtée habituellement en friture (Mélançon 1973; Scott et Crossman 1974).

Valeur économique

Bien que l'éperlan arc-en-ciel anadrome n'était pas considéré comme une espèce-cible par les pêcheurs commerciaux de l'estuaire, il contribuait tout de même de façon significative aux revenus de certains pêcheurs de l'estuaire moyen et fluvial. Par exemple, en 1964, selon les données du Bureau de la statistique du Québec, il s'en capturait 55 tonnes sur la rive sud, pour une valeur de 45 000 \$, et en incluant les comtés de Portneuf et de Montmorency, il s'en capturait 90 tonnes (Robitaille et Vigneault 1990). Vingt ans plus tard, les prises chutaient à zéro après avoir connu une diminution continue. L'éperlan de l'estuaire du Saint-Laurent n'est pas commercialisé sur les marchés extérieurs. À la Baie-des-Chaleurs, ce marché est très fluctuant : en 1995, l'éperlan valait 1,50 \$ la livre mais sa valeur chutait à 0,15 \$ la livre en 1996. Toutefois, advenant une plus grande disponibilité du poisson, son exploitation passée montre que les marchés locaux et régionaux pourraient facilement écouler ce produit, soit dans les poissonneries, soit dans les auberges ou les restaurants (id.).

Valeur scientifique

L'éperlan arc-en-ciel est depuis longtemps au Québec l'objet de nombreuses études scientifiques. La dynamique des populations, la structure des stocks, la biogéographie et la spéciation sont autant de champ d'études pour lesquels l'éperlan s'avère un sujet idéal.

Les nombreux travaux du Dr J.J. Dodson (Université Laval) sur les larves d'éperlan dans l'estuaire du Saint-Laurent ont permis d'élaborer un modèle permettant de mieux comprendre les interactions écologiques qui régissent la distribution et l'abondance des jeunes stades de vie en milieu estuarien et marin (e.g. Courtois *et al.* 1982; Ouellet et Dodson 1985ab; Courtois et Dodson 1986; Dodson *et al.* 1989; Laprise et Dodson 1989a/b; Davin et Dodson 1990).

L'existence dans l'estuaire du Saint-Laurent de populations distinctes d'éperlan arc-en-ciel sur chacune des rives de l'estuaire offre une opportunité exceptionnelle d'identifier et de comprendre les facteurs responsables de la structure de la diversité génétique. Ce cas particulier a révélé l'importance en génétique de considérer tant les facteurs historiques que contemporains pour expliquer certaines observations (e.g. Bernatchez et Martin 1996). De plus, toujours grâce à la présence de ces deux grands groupes génétiques, la biogéographie post-glaciaire des poissons anadromes et d'eau douce pourra être mieux comprise. Ainsi, la distribution macro-géographique de ces groupes au Québec permet de cerner les voies de recolonisation utilisées par les poissons suite au retrait des glaciers (e.g. Taylor et Dodson 1994; Bernatchez 1995).

Le fait qu'on retrouve chez l'éperlan plusieurs cas de coexistence sympatrique au Québec, que ce soit dans l'estuaire ou en lac, constitue un modèle de choix pour aider à comprendre quelles sont les interactions du génotype et de l'environnement qui déterminent la radiation évolutive et ultimement, qui peuvent expliquer l'apparition de nouvelles espèces dans les systèmes aquatiques nordiques (e.g. Legault et Delisle 1968; Baby *et al.* 1991; Taylor et Bentzen 1993).

L'éperlan arc-en-ciel anadrome est un cas type de la biologie de la conservation, conduisant nécessairement à l'intégration des connaissances écologiques et génétiques dans l'optique de conserver l'intégrité des caractéristiques propres à une population (e.g. Bernatchez 1995).

7. SITUATION ACTUELLE

7.1 État des populations

L'aire de répartition de l'éperlan arc-en-ciel anadrome de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent est aujourd'hui considérablement réduite comparativement à ce qu'elle était il y a 30 ans (section 4.2). À cet état de fait s'associe une baisse importante de son abondance que certains supposent causée par l'abandon de l'importante frayère qu'était la rivière Boyer, sur la rive sud (Trencia *et al.* 1990). Cette hypothèse repose sur ces observations : premièrement, la dégradation de cet habitat de fraie et son abandon graduel coïncident avec la baisse de captures d'éperlans dans le fleuve par la pêche fixe de l'Aquarium du Québec et dans les débarquements commerciaux et, deuxièmement, les populations de la rive nord semblent toujours en bon état si l'on considère les déclarations de captures commerciales (*id.*). La figure 4 illustre les débarquements commerciaux pour Charlevoix et l'ensemble du fleuve. On peut y apprécier les tendances différentes de captures entre Charlevoix et la rive sud incluant la région de Montmorency. Or, dernièrement, il a été démontré, grâce à des études génétiques, que les éperlans frayant sur la rive sud forment une population distincte de celles de la rive nord et de la baie des Chaleurs (section 2). Conséquemment, on peut supposer que c'est surtout de cette population que dépendaient autrefois la présence en abondance de l'éperlan en amont du fleuve et les pêches importantes, tant sportives que commerciales, dont il était l'objet dans le fleuve et son estuaire. Cette diminution semblerait affecter également la pêche sportive sur les quais de Rivière-Ouelle, Cacouna et Rimouski. Effectivement, une étude a recueilli l'opinion de pêcheurs d'expérience dont 80 % ont estimé que l'éperlan était nettement moins abondant que lors de leurs premières années de pêche (Robitaille *et al.* 1994).

Selon les connaissances acquises jusqu'à maintenant, la prédation, la compétition, le parasitisme ou les maladies ne semblent pas être des facteurs intervenant significativement dans la baisse de l'abondance de l'éperlan dans l'estuaire (section 5.1). Par contre, l'activité de pêche sur les frayères de même que la surexploitation pour-

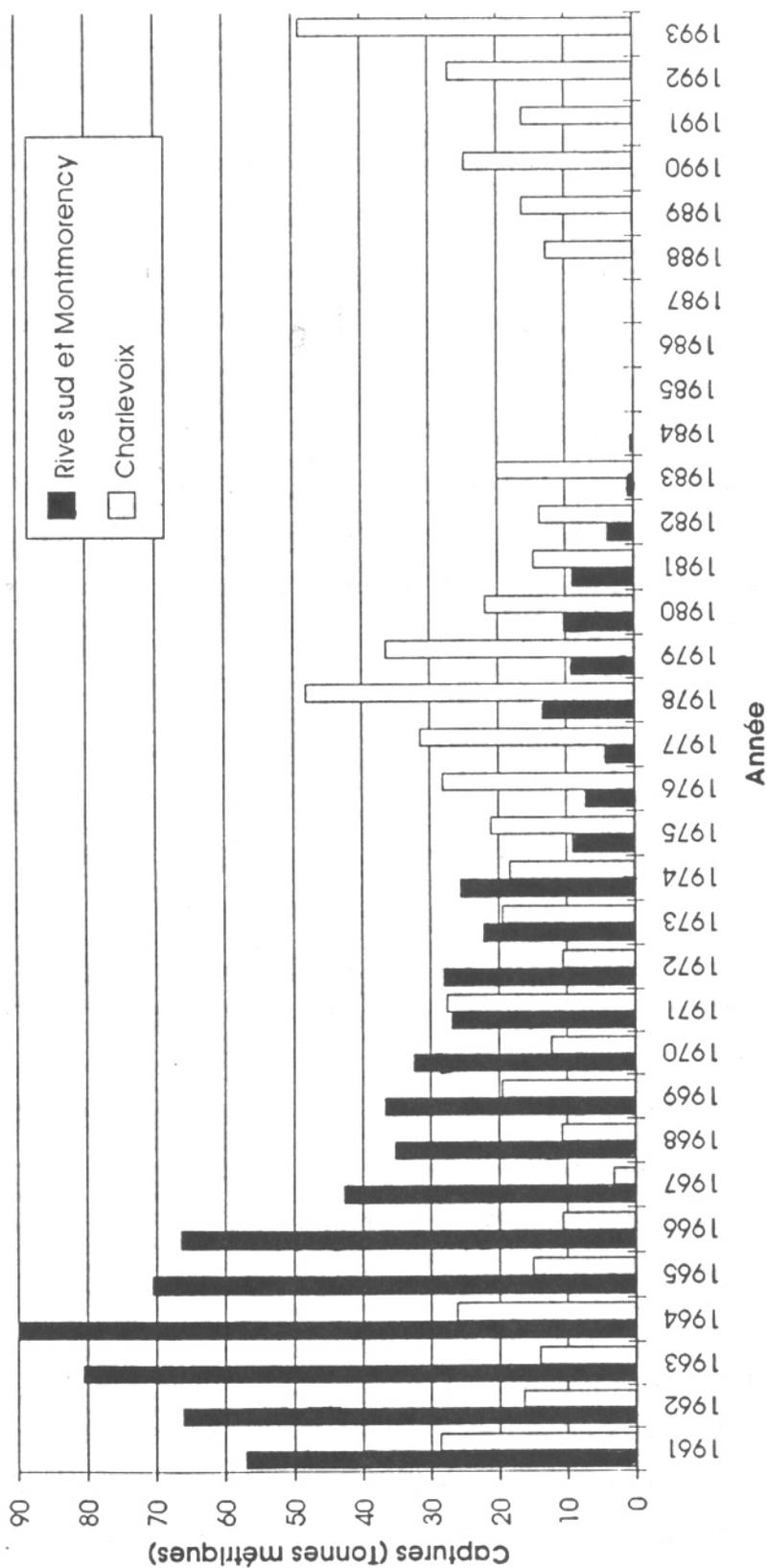


Figure 4. Débarquements commerciaux déclarés d'éperlans arc-en-ciel de 1961 à 1993 dans le Saint-Laurent (tirée de Berger et Trencia 1994)

raient avoir nui au succès reproducteur (Trencia *et al.* 1990; Brown et Taylor 1995). Il n'en demeure pas moins que la dégradation de la rivière Boyer semble être une cause plus déterminante puisque malgré l'interdiction de la pêche, la population reproductrice ne s'y est pas restaurée (Trencia *et al.* 1990). L'éperlan étant un poisson connu pour se promener d'une rivière à l'autre durant la période de reproduction (Murawski et Cole 1978), l'abandon de la rivière Boyer qui persiste toujours appuie cette hypothèse.

L'éperlan peut donc utiliser d'autres frayères en compensation. La population ne se rétablissant pas, on peut supposer que celles disponibles ne sont pas assez nombreuses ou n'offrent pas les conditions idéales à un recouvrement des effectifs. Un récent échantillonnage des larves dans l'estuaire a permis de révéler la très faible représentativité parmi elles de la population de la rive sud (Bernatchez *et al.* 1995). Toutefois, on a également observé que la proportion associée à la rive sud augmentait avec le temps dans l'estuaire, de juin à juillet, mais tout en demeurant relativement très faible (D. Pigeon, comm. pers.). Suite à ces résultats, on peut émettre l'hypothèse que les larves issues de la population de la rive sud pourraient occuper, au tout début de leur vie, un habitat autre que les chenaux de l'estuaire, la zone intertidale par exemple (Berger et Trencia 1994).

7.2 Menaces à la survie de l'espèce

En se référant au cas de la rivière Boyer, toute atteinte à l'intégrité d'un habitat de reproduction peut constituer une menace à la survie de l'éperlan. Par exemple, la construction de pont et l'enlèvement de la végétation provoquent la déstabilisation des rives et l'accumulation des débris ainsi entraînés provoque une sédimentation à l'aval et un ralentissement de l'écoulement de l'eau (Robitaille et Vigneault 1990). Les pratiques agricoles aux abords d'une rivière peuvent contribuer à la pollution de l'eau et à son enrichissement qui favorise le développement d'algues filamenteuses (*id.*). Ce sont autant d'effets qui peuvent, soit rebuter le poisson à entrer dans la rivière pour se reproduire, soit accroître la mortalité des oeufs (voir section 5.4.).

Les marais intertidaux sont un habitat rare le long du fleuve Saint-Laurent et pourraient jouer un rôle vital à la biocénose de l'estuaire du Saint-Laurent (Dutil et Fortin 1983). Selon Lemieux et Michaud (1995), les jeunes poissons (0+ et 1+ an), tels les éperlans, trouveraient dans les zosteraies intertidales à l'Isle-Verte une niche essentielle pour leur développement. Conséquemment, les perturbations de ces milieux, (remplissage, pollution, etc.) peuvent sans doute nuire au recrutement.

Bien que son impact n'ait pas été mesuré, la pêche sportive sur les frayères, causant un dérangement continu de l'activité de reproduction, a pu nuire au bon déroulement de la fraie. Il faut noter cependant que cette pêche est maintenant interdite sur toutes les frayères de la rive sud (G. Verreault, comm. pers.). Une forte pression de pêche sous la glace s'exerce toujours sur l'éperlan arc-en-ciel à l'Isle-Verte et ses captures auraient constitué, de 1991 à 1992, 23 % des prises totales d'éperlan sur la rive sud (Robitaille *et al.* 1995).

7.3 Mesures de conservation

La plupart des mesures envisagées et celles déjà amorcées sont orientées vers la restauration de la rivière Boyer (Robitaille *et al.* 1990; Trencia *et al.* 1993). Le Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000, a retenu cette rivière comme un des sept tributaires principaux dont la restauration est prioritaire et donne donc son appui aux mesures entreprises dans cette optique. Le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche effectuait en 1990 un survol aérien du bassin afin d'identifier les divers éléments de détérioration de la rivière et subséquemment, en amorcer le projet de restauration. Étant donné la difficulté d'agir devant la vaste étendue du secteur à protéger, une approche de gestion intégrée des ressources fut appliquée en faisant intervenir les divers utilisateurs. Un comité des intervenants a donc été formé en 1992 et incorporé en 1995, soit le Groupe d'intervention pour la restauration de la rivière Boyer (GIRB). Ce comité regroupe la Municipalité régionale de comté de Bellechasse, trois syndicats de la Fédération de Lévis-Bellechasse, de l'Union des producteurs agricoles (UPA), l'Association Belle Chasse et Pêche, le Club Richelieu de Saint-Charles, le Comité de priorités environnementales de Bellechasse, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) et le ministère de

l'Environnement et de la Faune (MEF). À ce jour, depuis 1993, 82 entreprises secondées par l'équipe régionale du MAPAQ ont investi dans le clôturage et l'aménagement de près de 100 sites d'abreuvement du bétail en retrait des cours d'eau, dans la restauration d'une cinquantaine de sites d'érosion et dans l'implantation de 82 km de bandes riveraines enherbées ou arbustives. En vue de réduire l'enrichissement de l'eau tout en assurant la productivité des sols en culture, les producteurs agricoles sont en voie d'être dotés d'un plan de ferme. Ce plan les aidera à adopter un type de fertilisation rationnel basé prioritairement sur les engrais de ferme (fumier, engrais verts, etc.) et d'évaluer les justes doses des fertilisants utilisés. Selon Robitaille *et al.* (1990) l'élément clef à l'amélioration de l'habitat réside dans une meilleure gestion des ressources sur les fermes. Toutefois, les aménagements entrepris à date n'ont pas encore eu d'impact bénéfique sur la qualité de l'eau car, d'une part, il ne s'agit que d'une petite fraction de l'ensemble des correctifs requis et, d'autre part, le temps de réponse d'un bassin versant aux correctifs peut s'étaler sur des années, compte tenu de l'accumulation des matières enrichissantes dans les sols (G. Trencia, comm. pers.).

Un suivi annuel de la reproduction dans le ruisseau de l'Église et dans la rivière Fouquette s'exerce depuis quelques années. Cette opération vise essentiellement à évaluer certains paramètres de la dynamique de la population et d'effectuer des comparaisons interannuelles : abondance et taille des reproducteurs, rapport des sexes, abondance relative des classes d'âge, etc. Dans certains cas, comme à la rivière Ouelle, on s'assure de la déposition d'oeufs. À la rivière Boyer, des visites sont faites annuellement afin de vérifier l'absence ou la présence de reproducteurs au printemps.

Dans l'optique d'aider l'éperlan à augmenter ses effectifs, ou tout au moins, d'assurer un mode de remplacement, un incubateur artificiel est en opération depuis quatre ans au ruisseau de l'Église, à Beaumont, avec lequel on estime avoir produit 13 000 000 larves d'éperlan arc-en-ciel en 1995. (G. Trencia, comm. pers.). Hutchinson et Mills (1987) encouragent ces méthodes de fécondation artificielle et d'incubation dans la rivière d'origine afin de favoriser la réintroduction de l'éperlan d'Europe dans les rivières et les estuaires où ils ont disparu.

Depuis 1993, toute pêche sportive à l'éperlan arc-en-ciel anadrome sur les frayères est maintenant interdite sur la rive sud de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent.

7.4 Statuts actuels, légaux ou autres

En tant que poisson d'intérêt économique en situation précaire dans le réseau du Saint-Laurent, l'éperlan arc-en-ciel a été priorisé pour des interventions immédiates (Robitaille *et al.* 1991) et le Plan Saint-Laurent Vision 2000 l'a retenu en tant qu'espèce prioritaire. Robitaille *et al.* 1991 suggèrent que le problème toucherait spécifiquement la population frayant sur la rive sud.

En Grande-Bretagne, l'éperlan a été retenu en tant qu'espèce dont le statut doit être clarifié. On suggère d'initier des programmes d'aménagement de conservation de ce poisson, considéré vulnérable à la pollution, aux toxines et aux maladies (Maitland et Lyle 1990). En Belgique, l'éperlan est considéré disparu des rivières des Flandres, à cause de la pollution de l'eau (Bervoets *et al.* 1990).

8. CONCLUSION

L'éperlan arc-en-ciel fréquente essentiellement la côte est de l'Atlantique. Il est d'ailleurs le seul représentant de son genre à la fréquenter. En 1994, il a été clairement démontré que la forme *dentex*, l'éperlan du Nord, fréquentant les océans Pacifique et Arctique, est une espèce distincte de *mordax*, l'éperlan arc-en-ciel. Au Québec, on en retrouve des formes lacustres et des formes anadromes. Quatre populations anadromes distinctes ont été identifiées : deux populations sur la rive nord de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, une dans la baie des Chaleurs, et une autre sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. La répartition de l'éperlan anadrome dans le fleuve Saint-Laurent a considérablement diminué au cours des dernières années et une frayère importante sur la rive sud s'est vue complètement désertée par les reproducteurs, la rivière Boyer. Au même moment, on a observé une diminution considérable des débarquements de ce poisson dans les pêches commerciales dans l'estuaire. La pêche d'automne qui faisait la joie de milliers de pêcheurs sportifs sur les quais de Québec n'existe plus.

Pourtant, l'éperlan arc-en-ciel possède les qualités essentielles pour supporter un effort de pêche intensif. Il est très prolifique, de croissance rapide et atteint la maturité sexuelle rapidement. Peu de prédateurs lui sont connus aussi bien que peu de compétiteurs. La population de la rive sud est considérée en bonne santé, ne souffrant pas excessivement de parasitisme et étant peu contaminée. L'estuaire, en tant qu'habitat principal, lui fournit une bonne source de nourriture, dont sa principale, les mysidacées. La fréquentation de l'estuaire, considéré comme une zone de biococoncentration importante de BPC, ne semble pas nuire à la santé de l'éperlan anadrome du fait qu'il occupe un niveau inférieur dans la chaîne trophique. Outre les caractéristiques de sa dynamique, l'éperlan arc-en-ciel possède un bon potentiel d'adaptation, pouvant avec succès être introduit.

La rivière Ouelle est maintenant l'habitat de reproduction principal de l'éperlan anadrome de la rive sud de l'estuaire, depuis l'abandon de la rivière Boyer. Il fraie également dans l'embouchure du ruisseau de l'Église et dans la rivière Fouquette. Cette dernière pourrait bien subir le même sort que la rivière Boyer, vu la mauvaise qualité

de ses eaux et les projets de développement d'élevage porcin dans la région. On suppose qu'il fraie aussi directement dans le fleuve. L'aire de rétention des larves est associée à la zone de turbidité maximale de l'estuaire, où il y a quantité de nourriture et peu de prédateurs. Toutefois, des études génétiques récentes ont révélé que la contribution des reproducteurs de la rive sud au stock de larves dans ce milieu était à peu près nulle, les larves étant associées à la population de la rive nord.

Suite à ces observations, l'habitat de reproduction a semblé être un point critique dans le cycle vital de l'éperlan anadrome de la rive sud. En effet, les facteurs limitants identifiés dans son cas sont majoritairement associés de près aux qualités de cet habitat. La mauvaise qualité de l'eau, un substrat recouvert d'algues, l'effet des vagues et des marées ainsi qu'une superficie réduite de la frayère sont autant de facteurs qui peuvent, soit empêcher carrément la reproduction soit augmenter considérablement la mortalité des oeufs. La pêche sur les frayères peut également être une entrave au bon déroulement de la fraie. L'importance de la zone intertidale pour les juvéniles a également été révélée.

Le déclin en abondance de l'éperlan arc-en-ciel anadrome dans le fleuve pourrait être relié à la perte de l'importante frayère qu'était la rivière Boyer. L'adaptabilité de l'éperlan ainsi que les caractéristiques de son cycle vital permettent de supposer qu'une restauration de cet habitat pourrait être suivie d'une recolonisation. Si effectivement la perte de cette frayère a pu créer de graves difficultés au sein de la population de la rive sud, sa réutilisation pourrait possiblement aboutir à un recouvrement des effectifs.

L'éperlan anadrome occupe une place importante dans la chaîne trophique, étant un poisson-fourrage pour les espèces piscivores mais aussi un indicateur biologique important de l'état de santé du fleuve et de ses tributaires. Son rétablissement pourrait faire revivre la pêche sportive sur les quais, activité qui était fort prisée il y a quelques années et dont l'apport socio-économique serait certes considérable. Sa contribution aux revenus de certains pêcheurs commerciaux n'est pas non plus à dédaigner, même s'il n'est pas une espèce-cible. Les scientifiques voient en lui un sujet d'étude des plus passionnants tant au niveau de la dynamique des populations

et de la biogéographie qu'au niveau de la structure des stocks et des voies de spéciation. Des interventions visant l'amélioration et la protection des habitats de fraie pourraient favoriser le rétablissement de la population d'éperlan arc-en-ciel anadrome de la rive sud de l'estuaire.

9. AUTEURE

M^{me} Marie Giroux
SINFIBEC, *EXPERTS-CONSEIL*
175, rue du Fleuve
Pointe-au-Père (Québec) G5M 1K5

Tél. : (418) 722-6493
(Biologiste diplômée de l'Université Laval)

REMERCIEMENTS

Je remercie MM. Michel Huot, Serge Tremblay, Guy Trecia et Guy Verreault pour leur révision du texte ainsi que de leurs commentaires. Je remercie également M. Louis Bernatchez de m'avoir fait part de ses réflexions. Merci à M. Claude Brassard qui a initié les premières démarches en vue de la rédaction de ce rapport.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- ABLE, K.W. 1978. Ichthyoplankton of the St. Lawrence estuary: composition, distribution, and abundance. *J. Fish. Res. Board Can.* 35: 1318-1531.
- ARNAC, M. et C. LASSUS. 1985. Accumulation de quelques métaux lourds (Cd, Cu, Pb et Zn) chez l'éperlan (*Osmerus mordax*) prélevé sur la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent. *Water Res.* 19(6): 725-734.
- BABY, M.-C., L. BERNATCHEZ and J.J. DODSON. 1991. Genetic structure and relationships among anadromous and landlocked populations of rainbow smelt, *Osmerus mordax*, Mitchill, as revealed by mtDNA restriction analysis. *J. Fish Biol.* 39 (suppl. A): 61-68.
- BAILEY, M.N. 1964. Age, growth, maturity and sex composition of the American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), of western Lake Superior. *Trans. Am. Fish. Soc.* 78: 382-395.
- BEAULIEU, H. 1985. Rapport sur la situation du bar rayé (*Morone saxatilis*). Association des biologistes du Québec et ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune. Publ. 4 : 53 p.
- 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.
- BERGERON, P. et Y. MÉNARD. 1993. Structure de la population d'éperlan arc-en-ciel anadrome (*Osmerus mordax*) durant la fraye en 1990, 1991 et 1992 dans trois rivières de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Québec. Rapp. tech. 93-xx. 45 p.
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 et de la faune, Québec. 87 p.
- BERNARD, L. 1961. Oui, ça mord! Perspectives.
- BERNATCHEZ, L. 1992. Comparaison de l'ADN mitochondrial des éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) frayant dans les régions de Beaumont, de Rivière-Ouelle et de la Baie-des-Chaleurs. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de Québec, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent—Gaspésie—Îles-de-la-Madeleine, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. Rapp. Tech. xi+ 27p.

1995. A role for molecular systematics in defining evolutionary significant units in fishes. Pages 114-132 *In* J. L. Nielsen, ed. Evolution and aquatic ecosystem: defining units in population conservation. American Fisheries Society Symposium 17, Bethesda, Maryland.
- BERNATCHEZ, L. et M. GIROUX. 1991. Guide des poissons d'eau douce du Québec et leur distribution dans l'est du Canada. Éd. Broquet Inc. xxiv + 304 p.
- BERNATCHEZ, L., S. MARTIN, A. BERNIER, S. TREMBLAY, G. TRENZIA, 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. Ministère des Pêches et Océans, Direction de la gestion de l'habitat du poisson. vi + 45 p.
- BERNATCHEZ, L. and S. MARTIN. 1996. Mitochondrial DNA diversity in anadromous rainbow smelt, *Osmerus mordax* Mitchell: a genetic assessment of the member-vagrant hypothesis. *J. Can. Sci. Halieut.* 53.
- BERVOETS, L., J. COECK and R.F. VERHEYEN. 1990. The value of lowland rivers for the conservation of rare fish in Flanders. *J. Fish Biol.* 37: 223-224.
- BORCHARDT, D. 1988. Long-term correlation between the abundance of smelt, (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.), year classes and abiotic environmental conditions during the period of spawning and larval development in the Elbe River. *Arch. FischWiss.* 38(3): 191-202.
- BRASSARD, C. et R. TARDIF. 1994. Observations sur les sites de reproduction de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) des rivières Ouelle et Fouquette. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. 20 p.
- BRASSARD, C. et G. VERREAULT. 1995. Indice de la qualité de l'habitat de reproduction de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome de l'estuaire du Saint-Laurent. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. ? p.
- BROWN, R.W. and W.W. TAYLOR. 1995. Effects of a recreational dip-net fishery on rainbow smelt egg deposition. *N. Am. Jour. Fish. Man.* 15: 165-169.
- BUREAU D'ÉCOLOGIE APPLIQUÉE. 1991. Enquête socio-biologique sur la pêche à l'éperlan arc-en-ciel dans l'estuaire du Saint-Laurent. 75 p.
- CALDERON, I. et C. BRASSARD. 1995. Étude sur l'exploitation et l'habitat de reproduction de l'éperlan arc-en-ciel *Osmerus mordax* de la Baie de Sept-Îles. Corporation de la protection de l'environnement de Sept-Îles pour Pêches et Océans Canada, Saint-Laurent Vision 2000. 33 p.

- CARRIER, D., R. BOSSÉ et G. TRENCIA. 1982. Étude de la fraye de l'éperlan en 1982 à la rivière Boyer, comté de Bellechasse, et synthèse des renseignements sur la fraye compilés depuis 1978. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Québec. 22 p.
- CHEN, M.Y. 1970. Reproduction of American Smelt (*Osmerus mordax*) (Mitchill) Doctoral dissertation, University of Waterloo, Ontario.
- CLAVEAU, Dr. R. 1995. Rapport sur les maladies des animaux de la faune. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Direction de la santé animale. 18 p.
- COURTOIS, R., M. SIMONEAU et J.J. DODSON. 1982. Interactions multispécifiques : répartition spatio-temporelle des larves de capelan (*Mallotus villosus*), d'éperlan (*Osmerus mordax*) et de hareng de l'Atlantique (*Clupea harengus harengus*) au sein de la communauté planctonique de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 1164-1174.
- COURTOIS, R. et J.J. DODSON. 1986. Régime alimentaire et principaux facteurs influençant l'alimentation des larves de capelan (*Mallotus villosus*), d'éperlan (*Osmerus mordax*) et de hareng (*Clupea harengus harengus*) dans un estuaire partiellement mélangé. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 968-979.
- DAUVIN, J.-C. and 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. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 60: 1-12.
- DODSON, J.J., J.-C. DAUVIN, R.G. INGRAM and B. d'ANGLEJAN. 1989. Abundance of larval rainbow smelt (*Osmerus mordax*) in relation to the maximum turbidity zone and associated macroplanktonic fauna of the middle St. Lawrence estuary. Estuaries. Vol. 12, N^o. 2: 66-81.
- DOMBECK, M. P. and J. E. WILLIAMS. 1995. Roles, responsibilities, and opportunities for the bureau of land management in aquatic conservation. Pages 430-433 In J.L. Nielsen, éd. Evolution and aquatic ecosystem: defining units in population conservation. American Fisheries Society Symposium 17, Bethesda, Maryland.
- DUDNIK, Yu. I. and F.G. SHCHUKINA. 1990. Spawning of rainbow smelt, *Osmerus mordax dentex*, in the rivers of northwest Sakhalin. Vop. Ikhtiol. 30 (1): 151-154.
- DUTIL, J.-D. et M. FORTIN. 1983. La communauté de poissons d'un marécage intertidal de l'estuaire du Saint-Laurent. Nat. Can. (Rev. Écol. Syst.), 110: 397-410.

- EVANS, D.O. and D.H. LOFTUS. 1987. Colonization of inland lakes in the Great Lakes region by rainbow smelt, *Osmerus mordax*: their freshwater niche and effects on indigenous fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44 (Suppl. 2): 249-266.
- FOX, Jr. W.W. and M.F. NAMMACK. 1995. Conservation guidelines on significant population units: responsibilities of the National Marine Fisheries Services. Pages 419-422 *In* J. L. Nielsen, ed. *Evolution and aquatic ecosystem: defining units in population conservation*. American Fisheries Society Symposium 17, Bethesda, Maryland.
- FRÉCHET, A., J. J. DODSON and H. POWLES. 1983a. Use of variation in biological characters for the classification of anadromous rainbow smelt (*Osmerus mordax*) groups. *Ca. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 718-727.
- 1983b. Les parasites de l'éperlan d'Amérique (*Osmerus mordax*) anadrome du Québec et leur utilité comme étiquettes biologiques. *Can. J. Zool.* 61: 621-626.
- GAGNON, M., J.J. DODSON, M.E. COMBA and K.L.E. KAISER 1990. Congener-specific analysis of the accumulation of polychlorinated biphenyls (PCBs) by aquatic organisms in the maximum turbidity zone of the St. Lawrence estuary, Québec, Canada. *The science of total environment*. 97/98 : 739-759.
- HOOVER, E.E. 1936. The spawning activities of fresh water Smelt, with special reference to the sex ratio. *Copeia* n° 2, pp. 85-91.
- HUTCHINSON, P. and D.H. MILLS. 1987. Characteristics of spawning-run smelt, *Osmerus eperlanus*, from a Scottish river, with recommendations for their conservation and management. *Aqua. Fish. Manag.* 18: 249-258.
- IVANOVA, M.N. and S.N. POLOVKOVA. 1972. Types of Grounds and spawning ecology of the landlocked Smelt (*Osmerus eperlanus* [L.]) in the Rybinsk Reservoir. *Journal of Ichthyology*. Vol. 12, N°. 4: 625-633.
- JACQUAZ, B., F. MONGEAU, Y. LAVERGNE et G. OUELLETTE. 1991. Caractérisation de l'éperlan arc-en-ciel de l'estuaire moyen du fleuve Saint-Laurent. *Pêches et Océans Canada et ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche*. viii + 22 p.
- JOHNSTON C.E. and J.C. CHEVERIE. 1988. Observations on the diel and seasonal drift of eggs and larvae of anadromous Rainbow smelt, (*Osmerus mordax*), and Blueback herring, (*Alosa aestivalis*), in a coastal stream on Prince Edward Island. *Canadian field-Naturalist* 102(3): 508-514.
- KENDALL, W.C. 1926. The smelts. *Bull. U.S. Bur. Fish.* 42, pp. 317-375.
- KING, T.L. and J.L. LUDKE. 1995. A national biological service perspective on defining unique units in population conservation. Pages 425-429 *In* J.L. Nielsen, éd. *Evolution and aquatic ecosystem: defining units in population conservation*. American Fisheries Society Symposium 17, Bethesda, Maryland.

- LACHO, G. 1991. Stomach content analyses of fishes from Tuktoyaktuk Harbour, N.W.T., 1981. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 853: iv + 10 p.
- LANGLOIS, T.H. 1935. Notes on the spawning habits of the atlantic smelt. Copeia n° 3, pp.141-142.
- LANTEIGNE, J. and D.E. McALLISTER. 1983. The pygmy smelt, *Osmerus spectrum* Cope, 1870. A forgotten sibling species of eastern North American fish. Syllogeus 45: 1-32.
- LAPRISE, R. and J.J. DODSON. 1989a. Ontogeny and importance of tidal migrations in the retention of larval smelt *Osmerus mordax* in a well-mixed estuary. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 55: 101-111.
- 1989b. Ontogenic changes in the longitudinal distribution of two species of larval fish in a turbid well-mixed estuary. J. Fish. Biol. 35: 39-47.
- LARDEUX, F. 1986. Éléments de dynamique de population de l'éperlan (*Osmerus eperlanus*) dans l'estuaire de la Loire. J. Rech. Océanogr. Vol. 11, n°1, 25-28.
- LEGAULT, R.O. et C. DELISLE. 1968. La fraye d'une population d'éperlans géants, *Osmerus eperlanus mordax*, au lac Heney, Comté de Gatineau, Québec. J. Fish. Res. Board Can. 25(9): 1813-1830.
- LEMIEUX, C. et G. MICHAUD. 1995. Mise en valeur de l'habitat de poisson de la Réserve nationale de faune de l'Isle-Verte (1994). Rapport conjoint Société de conservation de la baie de l'Isle-Verte et Groupe Environnement Shooner pour la Direction de la gestion de l'habitat du poisson (DGHP), ministère des Pêches et des Océans Canada, 41 p. + 3 annexes.
- LETT, P.F. and A.C. KOHLER. 1976. Recruitment: a problem of multispecies interaction and environmental perturbations, with special reference to Gulf of St. Lawrence Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*). J. Fish. Res. Board Can. 33: 1353-1371.
- LÉVESQUE, S. 1991. Étude du potentiel de neuf tributaires comme site de fraie pour l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome de l'estuaire Sud du St-Laurent. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Bas-St-Laurent. 56 p.
- MAGNIN, E. et G. BEAULIEU. 1965. Quelques données sur la biologie de l'éperlan (*Osmerus eperlanus mordax*) (Mitchill) du Saint-Laurent. Nat. Can., Vol. XCII, N°s 3-5: 81-105.
- MAITLAND, P.S. and A.A. LYLE. 1990. Practical conservation of British fishes: current action on six declining species. J. Fish Biol. 37: 255-256.

- MANDRAK, N.E. 1992. Postglacial dispersal of freshwater fishes into Ontario. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 70: 2247-2259.
- MARCOTTE, A. et J.-C. TREMBLAY. 1948. Notes sur la biologie de l'éperlan de la province de Québec. Université Laval. Québec.
- MARKING, L.L., T.D. BILLS and J.J. RACH. 1983. Chemical control of fish and fish eggs in the Garrison diversion unit, North Dakota. *North American Journal of Fisheries Management* 3: 410-418.
- MASSICOTTE, B., G. VERREAULT et L. DÉSILETS. 1990. Structure des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire du Saint-Laurent et possibilité d'utilisation pour un suivi environnemental. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 1752: VII + 27 p.
- McALLISTER, D.E. 1963. A revision of the smelt family, *Osmeridae*. National Museum of Canada. Bull: 191. Biological series: 71. 1-53.
- McDOWALL, R.M., B.M. CLARK, G.J. WRIGHT and T.G. NORTHCOTE. 1993. Trans-2-cis-6-nonadienal: the cause of cucumber odor in osmerid and retro-pinnid smelts. *Trans. Am. Fish. Soc.* 122: 144-147.
- McKENZIE, R.A. 1964. Smelt life history and fishery in the Miramichi River, New Brunswick. *F.R.B.C 1964, Bull* 144.
- McPHAIL, J.D. and C.C. LINDSEY. 1970. Freshwater fishes of Northwestern Canada and Alaska. *Fish. Res. Board Can. Bull:* 173.
- MÉLANÇON, C. 1973. Les poissons de nos eaux. Éditions du jour inc. 455 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DU QUÉBEC. 1993. Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce. 120 p.
- MÖLLER, H. and U. SCHOLZ. 1991. Avoidance of oxygen-poor zones by fish in the Elbe River. *J. Appl. Ichthyol.* 7, 176-182.
- MONGEAU, J.-R., V. LEGENDRE, J. LECLERC et J. BRISEBOIS. 1979. Les salmonidés des eaux de la plaine de Montréal. 2. Biométrie, biogéographie, 1970-1975, et registre des pêches, 1941-1976. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. *Rapp. tech.* 06-28.
- MURAWSKI, S.A. and C.F. COLE. 1978. Population dynamics of anadromous smelt. *Osmerus mordax*, in a Massachusetts river system. *Trans. Am. Fish Soc.* 107 (4): 535-542.

- NELLBRING, S. 1989. The ecology of smelts (Genus *Osmerus*): A literature review. *Nordic J. Freshw. Res.* 65:116-145.
- NEPSZY, S.J. and A.O. DECHTIAR. 1972. Occurrence of *Glugea hertwigi* in Lake Erie rainbow smelt (*Osmerus mordax*) and associated mortality of adult smelt. *J. Fish. Res. Board Can.* 29: 1639-1641.
- NIELSEN, J.L., éd. 1995. Evolution and aquatic ecosystem: defining units population conservation. American Fisheries Society Symposium 17, Bethesda, Maryland.
- OUELLET, P. and J.J. DODSON. 1985a. Dispersion and retention of anadromous rainbow smelt (*Osmerus mordax*) larvae in the middle estuary of the St. Lawrence River. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 332-341.
- 1985b. Tidal exchange of anadromous rainbow smelt (*Osmerus mordax*) larvae between a shallow spawning tributary and the St. Lawrence estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 1352-1358.
- PAQUET, G. 1964. Inventaire physique et ichtyologique de la rivière Ouelle et de la grande Rivière, comté de Kamouraska, été 1964. MTCP, Travaux en cours en 1964. 4: 85-107.
1977. Étude physique et inventaire ichtyologique sommaires du bassin hydrographique de la rivière Boyer, 1971. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Travaux en cours (1974-1977) 10:185-207.
- PELLETIER, C. 1993. Inventaire de frayères d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) dans les rivières Fouquette et Kamouraska, printemps 1993. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, 7 p.
- ROBINS, C.R., G.C. RAY, J. D. DOUGLASS and R. FREUND. 1986. A field guide to atlantic coast fishes of North America. Peterson field guides. xi + 354 p.
- ROBINS, C.R., R.M. BAILEY, C.E. BOND, J.R. BROOKER, E.A. LACHNER, R.N. LEA and W.B. SCOTT. 1991. Common and scientific names of fishes from the United States and Canada. American Fisheries Society. 5^e éd. Spec. Publ. :20.
- 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. halieut. aquat.* n° 2057:vi + 56 p.
- ROBITAILLE, J.A., F. MARCOTTE et G. TRENCIA. 1990. Plan de restauration du bassin versant de la rivière Boyer et de l'habitat de fraie de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la

- pêche, Service d'aménagement et d'exploitation de la faune, Direction régionale de Québec. Rapp. tech. xi + 49 p.
- ROBITAILLE, J.A., L. CHOINIÈRE et Y. VIGNEAULT. 1991. Identification des populations de poissons d'intérêt économique en situation précaire dans le réseau du Saint-Laurent et sélection des espèces pour des interventions immédiates. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1810: ix + 24 p.
- ROBITAILLE, J.A., L. CHOINIÈRE, G. TRENCHIA et G. VERREAULT. 1994. Pêche sportive de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 1991. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Directions régionales de Québec et du Bas-Saint-Laurent—Gaspésie—Îles-de-la-Madeleine. Rapp. Tech. ix + 69 p.
1995. Pêche sous la glace de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) à l'Île-Verte pendant l'hiver 1991-1992. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Directions régionales de Québec et du Bas-Saint-Laurent—Gaspésie—Îles-de-la-Madeleine. Rapp. Tech. ix + 27 p.
- ROTHSCHILD, B.J. 1961. Production and survival of eggs of the American Smelt (*Osmerus mordax*) (Mitchill), in Maine. Trans. Am. Fish. Soc. 90 (1) 42-48.
- RUPP, R.S. 1959. Variation in the life history of the American Smelt in inland waters of Maine. Trans. Americ. Fish. Soc. Vol. 88, No. 4: 241-252
1965. Shore-spawning and survival of eggs of the American Smelt. Trans. Amer. Fish. Soc. 94: 160-168.
- RUPP, R.S. et M.A. Redmond. 1966. Transfer studies of ecologic and genetic variations in the american smelt. Ecology 47 (2): 253-259.
- SCOTT, W.P. et E.J. CROSSMAN. 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Bulletin Canadien des sciences halieutiques et aquatiques, n° 184, 1026 p.
- SMITH, G., J. ROSENFELD and J. PORTERFIELD. 1995. Processes of origin and criteria for preservation of fish species. Pages 43-57 In J.L. Nielsen, éd. Evolution and aquatic ecosystem: defining units in population conservation. American Fisheries Society Symposium 17, Bethesda, Maryland.
- SPEAR, M. 1995. Consideration in defining the concept of a distinct population segment of any species of vertebrate fish or wildlife. Pages 423-424 In J.L. Nielsen, éd. Evolution and aquatic ecosystem: defining units in population conservation. American Fisheries Society Symposium 17, Bethesda, Maryland.
- SPRENGEL, G. and H. LÜCHTENBERG. 1991. Infection by endoparasites reduces maximum swimming speed of european smelt *Osmerus eperlanus* and european eel *Anguilla anguilla*. Dis. aquat. Org. 11: 31-35.

- STEPHENSON, R.L. and I. KORNFIELD. 1990. Reappearance of spawning atlantic herring (*Clupea harengus harengus*) on Georges Bank population resurgence not recolonization. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 1060-1064.
- TARDIF, F. 1984. Rapport sur la situation de l'esturgeon noir au Québec (*Acipenser oxyrinchus*). Association des biologistes du Québec et ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune. Publ. 6: 27 p.
- TARDIF, R. 1995. Recherche de frayères d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) entre La Pocatière et Bic, printemps 1994. 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, 19 p.
- TAYLOR, E.B. and P. BENTZEN. 1993. Evidence for multiple origins and sympatric divergence of trophic ecotypes of smelt (*Osmerus*) in northeastern North America. Evolution, 47(3): 813-832.
- TAYLOR, E.B. and J.J. DODSON. 1994. A molecular analysis of relationships and biogeography within a species complex of Holarctic fish (genus *Osmerus*). Molec. Ecol. 3: 235-248.
- TREMBLAY, S. et G. MERCIER. 1993. Capture de géniteurs d'éperlan arc-en-ciel à l'aide de la pêche à l'électricité dans l'anse Saint-Vallier. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Direction de la faune et des habitats. 5 p.
- TRENCIA, G. 1991. Vérification de la fraye de l'éperlan arc-en-ciel dans les tributaires du Saint-Laurent dans la région de Québec en 1989. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, 7 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 St-Laurent, un fleuve à récupérer. Collection Environnement et Géologie, Vol 11, Ass. Biol. Québec, pp. 472-496.
- TRENCIA, G., P.A. LANDRY, R. LAROCHE, D. LEMELIN et A. MICHAUD. 1993. La gestion de l'eau dans le bassin de la rivière Boyer. Colloque du CPVQ, St-Hyacinthe.
- VAN OOSTEN, J. 1947. Mortality of smelt *Osmerus mordax* (Mitchill), in lakes Huron and Michigan during the fall and winter of 1942-1943. Trans. Amer. Fish. Soc. 74 (1944): 310-337.
- VERREAULT, G. et R. TARDIF. 1989. L'éperlan arc-en-ciel anadrome de la rivière Ouelle : population et reproduction. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. Rapp. 89-11.

- VLADYKOV, V. D. 1946. Nourriture du marsouin blanc ou béluga (*Delphinapterus leucas*) du fleuve Saint-Laurent. Études sur les mammifères aquatiques-IV. Département des pêcheries, Québec. N^o.17.
- VLADYKOV, V.D. et A. MICHAUD. 1957. Les voyages de l'éperlan. Actualités marines,1(1): 15-19.
- WAGNER, W.C. 1972. Utilization of alewives by inshore piscivorous fishes in Lake Michigan. Trans. Amer. Fish. Soc. 101: 55-63.
- WILSON, E.O. 1992. The diversity of life. Norton, New-York. 424 p.
- WINTERS, G.H. 1976. Recruitment mechanisms of southern Gulf of St. Lawrence Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*). J. Fish. Res. Board Can. 33: 1751-1763.

AUTRES SOURCES PERTINENTES

Réjean Laprise

Département d'épistémologie
Université McGill, Montréal

Dany Pigeon

Département de biologie
Université Laval, Sainte-Foy

Yvan Turgeon

Ministère de l'Environnement et de la Faune
Direction de la faune et des habitats, Québec

ANNEXE SÉPARÉE

Recommandations de désignation et de conservation
pour l'éperlan arc-en-ciel anadrome (*Osmerus mordax*)

1. Statut proposé

Compte tenu de l'état actuel de la population d'éperlan anadrome de la rive sud de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, nous considérons qu'elle mérite le statut de population vulnérable. Cette population a connu un sérieux déclin de ses effectifs depuis les 30 dernières années : son aire de répartition a diminué, elle a perdu un habitat de reproduction majeur et l'un des trois encore utilisés est en mauvais état. Sa disparition n'est pas appréhendée à court terme étant donné qu'elle utilise encore d'autres frayères et que les individus ne sont pas affectés de maladie à des taux importants. Toutefois, la qualité des habitats de fraie apparaît comme étant un facteur limitant très important et de ce fait, leur détérioration pourrait rendre la survie de cette population très précaire.

Le Dr Louis Bernatchez, de l'Université Laval, qui étudie la génétique des populations et l'histoire évolutive de l'éperlan arc-en-ciel au Québec, admet la pertinence d'attribuer à la population du sud de l'estuaire le statut « vulnérable ». MM. Guy Trecia et Guy Verreault, biologistes au ministère de l'Environnement et de la Faune, à Québec et à Rivière-Ouelle respectivement, sont également en accord avec cette désignation. Ils considèrent cette population sérieusement en difficulté, principalement du fait qu'il ne reste plus que trois frayères dont une, la rivière Fouquette, est susceptible de ne plus répondre, à court ou à moyen terme, aux exigences de reproduction du poisson. À cela, Monsieur Trecia souligne les lacunes dans la compréhension des mécanismes comportementaux de ce poisson, particulièrement au niveau des phénomènes qui régissent le choix des frayères par les éperlans.

2. Mesures de conservation suggérées

2.1 Conservation de l'espèce

L'**interdiction de la pêche** sur les frayères devrait être maintenue aussi longtemps que la population ne se sera pas rétablie.

Le maintien du programme d'**incubation artificielle d'oeufs** d'éperlan amorcé depuis quatre ans est recommandé :

- afin qu'il puisse exercer un impact numérique important sur la population,
- en tant qu'outil permettant éventuellement le marquage des larves en vue de délimiter plus adéquatement leur habitat,
- afin de soutenir la recherche,
- et finalement, en vue d'une éventuelle réintroduction et d'accélérer la récupération des frayères abandonnées.

2.2 Conservation de l'habitat

La **restauration de la rivière Boyer**, qui semble jusqu'ici avoir été l'habitat critique de l'éperlan, est priorisée. Il est donc recommandé de continuer les mesures entreprises à date en vue de réduire l'enrichissement de l'eau et l'affaissement des berges (voir section 7.3).

La **protection de la rivière Fouquette** devrait être assurée. Les mêmes mesures d'intervention qu'à la rivière Boyer pourraient s'appliquer.

À la lueur des nouvelles connaissances acquises récemment sur l'habitat de reproduction idéal de l'éperlan, il conviendrait de **maximiser les frayères actuelles** ainsi que d'**accroître les superficies de frayères**. Il pourrait alors être tenté de favoriser la fréquentation de cours d'eau inutilisés mais ayant un potentiel certain. Ceci nécessiterait des techniques légères d'aménagement physique permettant, entre autres, un accès aux sites.

Il convient d'**intervenir auprès des agriculteurs** exerçant près des rivières Boyer et Fouquette afin de leur assurer les outils ainsi que la formation nécessaires leur permettant :

- de **mieux gérer leurs ressources**,
- d'**adopter une approche intégrée par bassin versant** afin de permettre la restauration et la préservation des habitats essentiels à l'éperlan.

3. Recommandations pour la recherche

On ne sait pas encore ce qui régit la reconnaissance ou l'évitement d'une frayère. Quel est l'élément essentiel qui attire l'éperlan sur un site de reproduction? Ou encore, qu'est-ce qui le repousse systématiquement? Pourquoi précisément ne pénètre-t-il plus dans la rivière Boyer pour se reproduire? Ce sont autant de questions qui mériteraient des réponses afin de mieux orienter les mesures de restauration des frayères et d'augmenter les chances de réussite d'une recolonisation artificielle.

Suite aux nouvelles connaissances acquises dernièrement sur l'éperlan par le biais d'étude génétique ayant permis d'en identifier des populations distinctes, il conviendrait d'apporter une attention particulière à l'identification des larves de la rive sud ainsi qu'à l'habitat qu'elles exploitent. Deux objectifs principaux se détachent de cette recommandation :

- 1⁰ Identifier et délimiter l'habitat fréquenté par les larves de la population de la rive sud afin de le protéger et d'en définir les principaux paramètres.
- 2⁰ Mettre en place une évaluation annuelle de l'abondance de ces larves pour en suivre et en interpréter les variations, en particulier en regard des efforts de restauration qui sont mis en place afin d'en évaluer l'impact sur la population de la rive sud.

Les techniques de biologie moléculaire (ADN mitochondrial) permettraient de vérifier la présence des larves provenant de la rive sud dans la zone de rétention connue

dans l'estuaire, d'évaluer leur abondance par rapport à celle des larves de la rive nord et d'en exercer un suivi. Des techniques de marquage permettraient aussi leur identification et leur suivi après leur dévalaison. À partir de ces techniques, il serait aussi possible d'identifier d'autres zones de concentration des larves et des juvéniles. Ces mesures nécessiteraient un suivi annuel à long terme.

Enfin, un suivi plus serré de la population des reproducteurs aiderait à identifier les causes des variations interannuelles de leur abondance sur les frayères.

Figure 4. Débarquements commerciaux déclarés d'éperlans arc-en-ciel de 1961 à 1993 dans le Saint-Laurent (tirée de Berger et Trencia 1994)