

Les parasites de l'éperlan d'amérique (*Osmerus mordax*) anadrome du Québec et leur utilité comme étiquettes biologiques¹

A. FRÉCHET² ET J. J. DODSON

Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy (Qué.), Canada G1K 7P4

ET

H. POWLES

Gouvernement du Canada, Pêches et Océans, Région du Golfe, Direction de la Recherche, C.P. 15500, Québec (Qué.), Canada G1K 7Y7

Reçu le 7 septembre 1982

FRÉCHET, A., J. J. DODSON ET H. POWLES. 1983. Les parasites de l'éperlan d'amérique (*Osmerus mordax*) anadrome du Québec et leur utilité comme étiquettes biologiques. *Can. J. Zool.* **61**: 621-626.

La distribution des parasites *Glugea hertwigi*, *Diphyllbothrium sebago* et *Echinorhynchus salmonis* de l'éperlan permet d'appuyer les hypothèses amenées précédemment sur la description et la délimitation des populations de l'éperlan anadrome du Québec. Effectivement, il existe trois groupes majeurs d'éperlans limités aux régions du Saguenay, de la rive sud du fleuve Saint-Laurent et de la Baie des Chaleurs. De plus, la présence de certains parasites presque exclusifs aux éperlans provenant de Forestville et de Baie Comeau confirme l'existence d'un quatrième groupe.

FRÉCHET, A., J. J. DODSON, and H. POWLES. 1983. Les parasites de l'éperlan d'amérique (*Osmerus mordax*) anadrome du Québec et leur utilité comme étiquettes biologiques. *Can. J. Zool.* **61**: 621-626.

Distribution of smelt parasites *Glugea hertwigi*, *Diphyllbothrium sebago*, and *Echinorhynchus salmonis* support previous hypotheses that three groups of anadromous smelt occur in Quebec waters. These groups are associated with three geographical areas: the Saguenay fjord, the south shore of the St. Lawrence estuary, and Chaleur Bay. Furthermore, the presence of two parasites almost exclusive to the smelt sampled in Forestville and Baie Comeau confirms the existence of a fourth group.

Introduction

L'utilité de parasites comme étiquettes biologiques pour la séparation de populations de poissons est reconnue (Kabata 1963; Margolis 1965). Leur usage présente de nombreux avantages. Au point de vue logistique d'abord, contrairement aux méthodes conventionnelles d'étiquetage, une seule sortie en mer est nécessaire. Certain types de poissons s'y prêtent particulièrement bien, les poissons de fond à accès difficile comme le sébaste (Sinderman 1961) de même que des espèces comme l'éperlan à niveau trophique bas, donc à nombres élevés. Les conclusions auxquelles l'étude des parasites peut nous amener sont diverses. Ainsi une surveillance à long terme de l'intensité d'infestation permet de prévoir des mortalités endémiques (Nepszy et Dectair 1972). La bonne connaissance du cycle vital du parasite permet de situer l'hôte dans la chaîne alimentaire ou du moins de la faune qui y est associée (Kennedy 1978; Gibson 1972; Scott 1969), de même certaines relations phylogénétiques peuvent être faites (Delisle et Veilleux 1969). Enfin, on peut arriver à une estimation du mélange durant l'année, de même que des preuves du "homing" (Margolis 1965).

Leur utilisation requiert néanmoins certaines précautions mises de l'avant par Kabata (1963). Premièrement, le parasite doit avoir une distribution géographique hétérogène et une fréquence d'apparition assez élevée. Deuxièmement, l'endoparasite de préférence doit avoir un cycle vital simple et le plus spécifique possible. Troisièmement, il doit avoir une persistance assez grande chez l'hôte, même si certains travaux ne s'intéressent qu'à un certain stade de vie (Hare et Burt 1976). Quatrièmement, le parasite ne doit pas présenter des cycles annuels d'abondance. Enfin, une condition dont les paramètres sont rarement connus, c'est que les conditions environnementales ne soient pas limitantes face à la distribution du parasite sur toute la zone d'échantillonnage. Ceci est important particulièrement si l'hôte étudié est anadrome ou catadrome. Par exemple, Pippy (1969) a pu identifier le tributaire d'origine de smolts de *Salmo salar* grâce à l'acanthocéphale *Pomphorhynchus laevis*, mais leur utilité comme étiquette biologique pour les adultes est dépendante de la survie du parasite une fois que le poisson a atteint la mer.

En ce qui concerne les déplacements de l'éperlan anadrome du Québec, les travaux de marquage menés par Magnin et Beaulieu (1965) ont révélé que l'éperlan pouvait effectuer des migrations de l'ordre de 50 à 100 milles (1 mille = 1,6093 km). A. Fréchet *et al.* (1983) ont défini trois groupements d'éperlans anadromes du Québec basés sur des observations de caractères méristiques, de croissance et de fécondité à l'échelle de

¹Contribution au programme du Groupe interuniversitaire de recherche océanographique du Québec (GIROQ).

²Nouvelle adresse: Pêches et Océans, Canada, Direction de la Recherche, C.P. 15500, 901 Cap Diamant, Québec (Qué.), Canada G1K 7Y7.

TABLEAU 1. Occurrence et (pourcentage) des divers parasites observés sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent (N = nombre de poissons observés)

Site	Date ^a	N	<i>Diphyllobothrium sebageo</i>	<i>Glugea</i> sur l'estomac	<i>Glugea</i> sur l'intestin	<i>Echinorhynchus salmonis</i>
Baie-Comeau	29-08-79	120	6 (5,0%)	34(28,3%)	—	77(51,0%)
	02-08-80	100	12(12,0%)	48(48,0%)	—	67(67,0%)
Forestville	12-06-79	181	11(6,1%)	35(19,3%)	—	6(3,3%)
	23-08-79	200	29(14,5%)	34(17,0%)	—	86(43,0%)
	03-08-80	100	10(10,0%)	26(26,0%)	—	46(46,0%)
Saint-Siméon	20-07-79	70	—	20(28,6%)	—	—
	21-07-79	70	2(2,9%)	27(38,6%)	—	—
	22-07-79	62	—	16(25,8%)	—	—
	05-08-80	100	—	13(13,0%)	—	1(1,0%)
Saint-Irénée	03-09-79	105	—	29(27,6%)	—	—
	11-10-80	100	—	24(24,0%)	4(4,0%)	—

^aJour-mois-année.

frayères situées au niveau du fjord Saguenay, de la rive sud du fleuve Saint-Laurent et de la Baie des Chaleurs. De plus, un groupement supplémentaire a été identifié pour les poissons provenant de la pêche commerciale de la rive nord du fleuve Saint-Laurent (Forestville et Baie Comeau) qui se séparait nettement, basé sur les caractéristiques de croissance et de méristiques, des éperlans capturés sur les diverses frayères.

Le but de ce travail est de voir si une hétérogénéité dans la distribution géographique des divers parasites de l'éperlan permet de confirmer les groupements délimités précédemment (A. Fréchet *et al.*, travail en cours).

Matériel et méthodes

Un total de 4659 éperlans adultes répartis sur 38 échantillons provenant soit de la pêche commerciale, ou de frayères, ont été obtenus pour les années 1979 et 1980 (tableau 1). Ils provenaient du Saguenay, de la rive nord et sud du fleuve Saint-Laurent ainsi que de la Baie des Chaleurs (fig. 1). Les résultats présentés ici font partie d'un cadre de recherche sur la séparation des populations d'éperlans (A. Fréchet *et al.*, travail en cours).

Immédiatement après leur capture, les éperlans étaient congelés pour le transport en laboratoire. L'effet de la congélation sur la longueur standard des poissons a été compensé en utilisant la régression: $Y = 1,07 \times 2,38^X$ ($R^2 = 0,986$, $N = 140$). Une simple observation du poisson permettait de noter la présence ou l'absence des trois principaux parasites de même que leur site d'infestation. Seuls les parasites (ou kystes) visibles à l'œil nu et à fréquences élevées ont été retenus pour analyse. Aucune valeur d'intensité (nombre de parasites par hôte) de l'infestation n'a été notée. Une série de tests de χ^2 ($p = 0,05$) ont été effectués pour tester l'égalité des taux d'infestation par site d'échantillonnage pour chaque parasite.

³ Y = longueur standard frais, X = longueur standard congelé.

Résultats

L'hôte

Osmerus mordax (Mitchill 1815) est un osmériidé anadrome de la côte Atlantique. Il se présente depuis le New Jersey jusqu'au Labrador. Certaines populations landlockées indigènes se rencontrent au New Hampshire, Maine, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Terre-Neuve, Québec (Delisle et Veilleux 1969) ainsi qu'en Ontario. De plus, certaines populations ont vu leur aire de distribution augmenter grâce à des peuplements de rivières et de lacs, par exemple; ceux du bassin des Grands Lacs (Hubbs et Lagler 1958; Van Oosten 1936). Son alimentation carnivore consiste essentiellement d'amphipodes, euphausiacés et de vers marins. Il est la proie de morues, saumons, phoques, cormorans et de goélands.

Dans les résumés des parasites de l'éperlan de l'Amérique du Nord, Hoffman (1967) ainsi que Margolis et Arthur (1979) mentionnent plusieurs types, protozoaires, trématodes, cestodes, nématodes, acanthocéphales, copépodes et crustacés.

Les parasites

Certains parasites qui, pour des raisons d'occurrences éphémères ou alors associées à la montaison, n'ont pu servir comme étiquettes biologiques. La larve du nématode *Phocanema decipiens* a été observée de façon sporadique (9 sur 4659) dans la cavité entérique. Le cycle vital de ce parasite passe de mysidacés à l'éperlan ou à la morue (*Gadus morhua*) et enfin à l'hôte définitif qu'est le phoque commun (*Phoca vitulina*) ou le phoque gris (*Halichoerus grypus*). Les œufs seraient alors relâchés avec leurs fèces (Scott 1953, 1954).

Certains copépodes parasites des branchies ont été observés seulement durant les mois de mai et juin, alors que les éperlans procédaient à la remontée des rivières

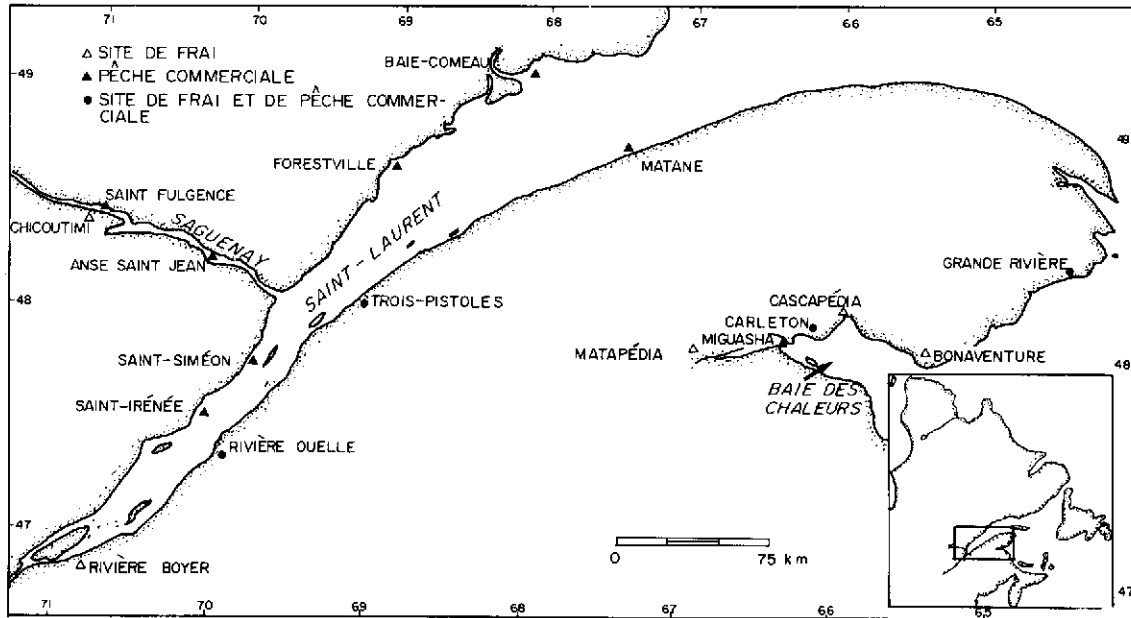


FIG. 1. Sites d'échantillonnage de l'éperlan anadrome.

pour frayer. Cette occurrence saisonnière et la difficulté de les observer les rendent inutilisables comme étiquettes biologiques. Aucune identification n'a été faite, mais il s'agirait possiblement de *Engrasilus funduli* déjà observé chez l'éperlan de la côte Atlantique (Bere 1930). L'ergrasilose a déjà été observé comme ayant un effet sur le facteur de condition et peut mener éventuellement à la mort de l'hôte définitif, la tanche (*Tinca tinca*) (Schäperclaus 1954).

Trois parasites sont d'un intérêt pour la séparation des populations d'éperlans du Québec, *Glugea hertwigi* (Weissenberg 1911), *Echinorhynchus salmonis* (Müller 1780) et *Diphyllobothrium sebago* (Ward 1910). L'occurrence de ces divers parasites par classe de longueur standard de l'éperlan (fig. 2) indique que l'infestation se maintient sur l'ensemble du stade adulte. La forme de cette distribution est similaire à celle de l'ensemble des individus observés (fig. 3) et indique donc un taux d'infestation relativement constant. Cette distribution homogène rencontre alors une des conditions mises de l'avant par Kabata (1963) pour l'utilisation rationnelle de parasites comme étiquettes biologiques.

En ce qui concerne les éperlans du Saguenay, on a noté une absence virtuelle des divers parasites mentionnées précédemment sur un ensemble de 621 poissons échantillonnés entre le 20 juillet 1979 et le 26 juin 1980. Ils provenaient d'une frayère située à Chicoutimi ($N = 200$) et de la pêche commerciale de Saint-Fulgence ($N = 100$) et trois échantillons de l'Anse Saint-Jean ($N = 321$). Seulement cinq spécimens représentant 0,8% des

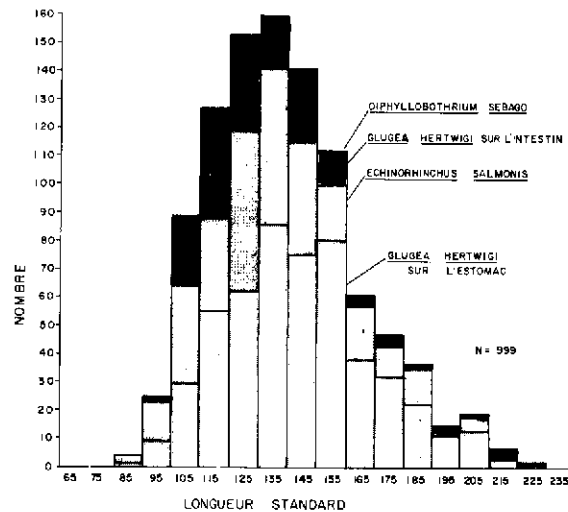


FIG. 2. Distribution de l'occurrence des parasites d'éperlan en fonction des classes de longueur standard d'éperlans. N = nombre d'éperlans avec parasites observés.

poissons échantillonnés sur le Saguenay possédaient au moins un kyste de *Glugea hertwigi* sur l'estomac.

Glugea hertwigi

Glugea hertwigi est un protozoaire microsporidien qui s'attaque principalement au système digestif de l'éperlan et occasionnellement aux gonades. Selon Hoffman (1967), *G. hertwigi* serait spécifique à l'éperlan.

TABLEAU 2. Occurrence et (pourcentage) des divers parasites observés sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent

Site	Date ^a	N	<i>Diphyllbothrium sebago</i>	<i>Glugea</i> sur l'estomac	<i>Glugea</i> sur l'intestin	<i>Echinorhynchus salmonis</i>
Matane	02-09-79	12	—	2(16,6%)	—	—
	03-09-79	60	1(1,7%)	1(1,7%)	—	24(40,0%)
Trois-Pistoles	27-06-79	200	—	42(21,0%)	—	—
	12-05-80	151	1(0,7%)	26(17,2%)	2(1,3%)	—
	26-05-80	88	—	15(17,1%)	—	—
	04-10-80	100	2(2,0%)	33(33,0%)	—	—
Rivière Ouelle	03-05-79	51	—	6(11,8%)	—	3(5,9%)
	04-05-80	43	1(2,3%)	9(20,9%)	—	1(2,3%)
	22-09-80	100	2(2,0%)	36(36,0%)	—	—
Rivière Boyer	23-04-80	14	—	1(7,1%)	—	—
	30-04-80	92	1(1,0%)	12(0,3%)	—	—

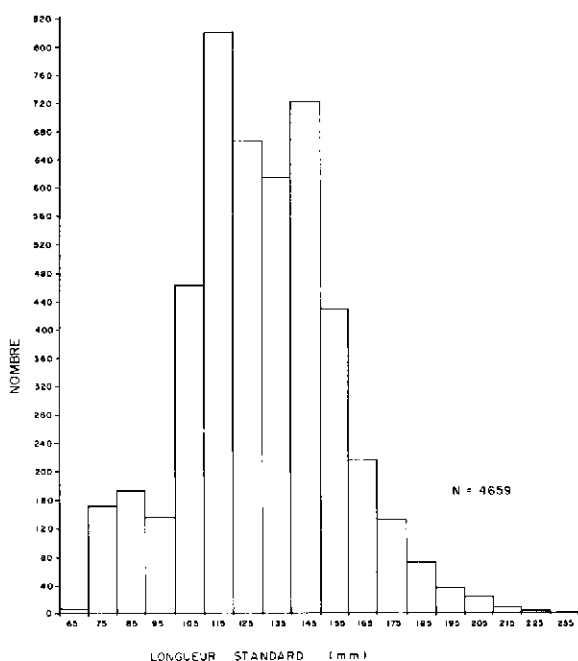
^aJour-mois-année.

FIG. 3. Distribution de longueurs standard de l'ensemble d'éperlans échantillonnés. N = nombre total d'éperlans observés.

L'absence d'hôte intermédiaire facilite donc son usage comme étiquette biologique. Certains cas de mortalités massives post-frai lui ont été attribués (Nepszy et Dechtiar 1972). Au Québec, les études de Delisle (1969) et Delisle et Veilleux (1969) ont porté sur sa distribution en eau douce de même que certains cas d'infestations massives.

Ce parasite est caractéristique des éperlans du fleuve Saint-Laurent, quoique les échantillons provenant de la rive nord (tableau 1) présentent un taux global plus élevé d'infestation que ceux provenant de la rive sud (tableau 2). Une variation dans le site de son infestation chez

l'hôte a été notée ici; les échantillons provenant du fleuve Saint-Laurent présentent une nette dominance d'infestation au niveau de l'estomac (tableaux 1 et 2), alors que les échantillons provenant de la Baie des Chaleurs se caractérisent par la présence de *G. hertwigi* sur l'intestin (tableau 3). On n'a observé qu'un seul poisson sur 609 ayant *G. hertwigi* à la fois sur l'estomac et sur l'intestin. Les taux se sont maintenus assez constants sur l'ensemble des 2 années d'échantillonnage.

Une différence significative a été observée chez les spécimens recueillis à Trois-Pistoles ($\chi^2 = 8,27$) et Rivière Ouelle ($\chi^2 = 8,15$) quant au degré d'infestation de *G. hertwigi* sur l'estomac (tableau 2). Certaines apparitions éphémères de ce parasite hors de son site caractéristique ont été notées, 5 poissons sur 621 provenant du Saguenay (sur l'estomac), 4 sur 100 de Saint-Irénée (sur l'intestin) et 2 sur 151 à Trois-Pistoles (sur l'intestin).

Echinorhynchus salmonis

Cet acanthocéphale à distribution circumpolaire se retrouve aussi bien en eaux douces qu'estuariennes. Son cycle vital présente de nombreuses variations, débutant généralement par l'infestation d'amphipodes tels *Pontoporeia affinis* pour aboutir éventuellement chez des poissons anadromes comme l'éperlan ou des salmonidés (Brownell 1970). Il est ingéré au stade cystacante pour ensuite se transformer en adulte. On le retrouve exclusivement dans la lumière de l'intestin où il s'attache grâce aux crochets de son probociste.

Pour l'éperlan du Québec, sa distribution à l'échelle géographique semble limitée presque exclusivement aux échantillons de Forestville et Baie Comeau (tableau 1), les taux élevés persistant sur toute la période d'échantillonnage. L'échantillon de 181 éperlans pris à Forestville le 12 juin 1979 présente un taux bas. Une infestation massive (40%) a été observée à Matane (tableau 2).

TABLEAU 3. Occurrence et (pourcentage) des divers parasites observés sur la Baie des Chaleurs

Site	Date ^a	N	<i>Diphylobothrium sebago</i>	<i>Glugea</i> sur l'estomac	<i>Glugea</i> sur l'intestin	<i>Echinorhynchus salmonis</i>
Grande Rivière	19-05-79	200	—	1(0,5%)	18(9,0%)	—
	23-05-79	200	—	2(1,0%)	9(4,5%)	—
	23-05-80	200	—	1(0,5%)	13(6,5%)	—
	29-05-80	200	—	—	14(7,0%)	—
	16-09-80	100	—	—	6(6,0%)	—
Bonaventure	19-05-80	184	—	2(1,1%)	9(4,9%)	—
	28-05-80	200	—	—	12(6,0%)	—
Cascapédia	11-06-79	200	—	—	3(1,5%)	—
Carleton	13-09-80	100	—	1(1,0%)	—	—
Miguasha	04-02-80	200	—	8(4,0%)	2(1,0%)	—
Matapédia	02-05-80	135	—	8(5,9%)	1(0,7%)	—

^aJour-mois-année.

Diphylobothrium sebago

Il s'agit ici d'un cestode pseudophyllidéen qui se retrouve chez l'éperlan au stade pléroceroïde (Meyer et Robinson 1963; Meyer et Vik 1963). On l'observe sous forme enkystée dans la musculature de l'éperlan. Le cycle vital du parasite inclut des copépodes du genre *Cyclops* où on a réussi à obtenir des infestations en nourrissant de coraciidies. Elles se transforment ensuite en procercoïdes qui sont ensuite ingérés par l'éperlan pour devenir pléroceroïdes. L'éperlan serait par la suite mangé par les goélands qui complètent ainsi le cycle permettant la maturation du pléroceroïde en adulte. Les œufs seraient relâchés par les fèces des goélands.

Sa distribution suit de près celle d'*Echinorhynchus salmonis*, elle se situe sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent en aval de l'embouchure du Saguenay. Le nombre de poissons infestés est néanmoins plus faible. Ce parasite présente certains cas d'infestation sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent.

Discussion

La distribution hétérogène de parasites de l'éperlan anadrome du Québec permet d'en distinguer les diverses populations. Le fjord du Saguenay se distingue par l'absence de ces parasites, ceci n'excluant pas la possibilité d'existence d'autres espèces. Sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent, en aval du Saguenay (Forestville et Baie Comeau), les échantillons présentent un fort taux d'infestation d'*Echinorhynchus salmonis* et du cestode *Diphylobothrium sebago*, ce qui laisse croire à l'existence d'une population distincte. Ceci est cohérent en vue des résultats obtenus auparavant à l'aide des caractéristiques méristiques et de croissance (A. Fréchet *et al.*, travail en cours).

La question de l'appartenance des éperlans échantillonnés à Saint-Siméon et Saint-Irénée à une population

donnée reste entière. Les valeurs de croissance et de méristiques mesurées précédemment (A. Fréchet *et al.*, travail en cours) pour ces échantillons démontraient les mêmes caractéristiques que celles enregistrées pour les poissons frayant à Chicoutimi. L'absence de *Diphylobothrium sebago* et de *Echinorhynchus salmonis* chez les éperlans de ces échantillons appuie d'ailleurs cette hypothèse. Par contre, un taux élevé d'infestation du microsporidien *Glugea hertwigi* sur l'estomac est incohérent avec cette hypothèse.

L'ensemble du fleuve Saint-Laurent se distingue de la Baie des Chaleurs par la présence de *Glugea hertwigi* sur l'estomac, alors que les échantillons provenant de la Baie des Chaleurs s'identifient à la présence de *Glugea hertwigi* sur l'intestin. On peut envisager une variation intra-spécifique du site d'infestation de *G. hertwigi* pour expliquer ce patron inusité. Néanmoins ces observations confirment les résultats obtenus auparavant à l'aide de caractéristiques méristiques, de croissance et de fécondité (A. Fréchet *et al.*, travail en cours) qui permettaient de séparer les éperlans provenant de ces deux régions géographiques.

Les échantillons présentant un faible taux d'infestation d'un parasite donné peuvent être considérés comme étant le reflet d'une faible émigration d'individus provenant du site caractéristique de ce parasite (Margolis 1965). Citons à cet effet l'occurrence éphémère du parasite *G. hertwigi* sur l'intestin des éperlans échantillonnés à Trois-Pistoles et Saint-Irénée. L'observation du sort de ces mêmes individus classifiés précédemment (A. Fréchet *et al.*, travail en cours) sur la base de leurs patrons de croissance et valeurs méristiques indique bien qu'ils partagent plutôt les caractéristiques des poissons de la Baie des Chaleurs même s'ils ont été échantillonnés sur le fleuve Saint-Laurent.

L'occurrence de certains poissons parasités par *Diphylobothrium* et *Echinorhynchus* hors des échantillons

de Baie Comeau et Forestville peut être considérée aussi comme représentative du degré de mélange des divers groupes durant la saison estivale.

Les quelque 24 poissons (40%) de Matane infestés par *Echinorhynchus salmonis* dans leurs intestins sont tout aussi mal assignés à une région sur la base de leur compte méristique et de croissance que ceux de Forestville et de Baie Comeau. Ceci serait la seule indication d'un groupe de poissons chevauchant le fleuve Saint-Laurent entre Baie Comeau, Forestville et Matane.

En ce qui concerne les différences significatives des taux d'infestation de *G. hertwigi* sur l'estomac des éperlans échantillonnées à Trois-Pistoles et Rivière Ouelle, deux hypothèses peuvent être considérées. Ceci pourrait bien être le reflet de la migration automnale (Marcotte et Tremblay 1948; Magnin et Beaulieu 1965) vers l'amont de la population plus en aval et plus infestée. Il se pourrait aussi que ce soit dû à une augmentation annuelle du taux d'infestation de *G. hertwigi* chez ces éperlans, car les plus hauts taux proviennent d'échantillons de 1980. Dans un tel cas, une mortalité endémique serait à craindre éventuellement. La même augmentation s'observe aussi à Baie Comeau et Forestville entre 1979 et 1980.

Remerciements

Nous remercions Esther Bonneau, Alain Gagné et Denis Croteau pour leur assistance au laboratoire et sur le terrain. Sincères remerciements à tous les pêcheurs qui ont collaboré à l'étude. Les identifications préliminaires furent faites par le D^r M. Beverley-Burton de l'université de Guelph. Ce travail a pu être réalisé grâce à l'aide financière du Gouvernement du Canada, ministère de Pêches et Océans, Région du Golfe, ainsi que des subventions du Fonds de la Formation de chercheurs et d'action concertée (FCAC) au Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (GIROQ).

BERE, R. 1930. The parasitic copepods of the fish of the Passamaquoddy region. *Contrib. Can. Biol. Fish. New Ser.* **5**: 423-430.

BROWNELL, W. N. 1970. Comparison of *Mysis relicta* as possible intermediate hosts for the acanthocephalan *Echinorhynchus salmonis*. *J. Fish. Res. Board Can.* **27**: 1864-1866.

DELISLE, C. 1969. Bimonthly progress of a non-lethal infection by *Glugea hertwigi* in young-of-the-year smelt, *Osmerus eperlanus mordax*. *Can. J. Zool.* **47**: 871-876.

DELISLE, C., et C. VEILLEUX. 1969. Répartition géographique de l'éperlan arc-en-ciel *Osmerus eperlanus mordax* et de *Glugea hertwigi* (Sporozoa: microsporidia) en eaux douces, au Québec. *Nat. Can.* **96**: 337-358.

FRÉCHET, A., J. J. DODSON et H. POWLES. 1983. Use of variation in biological characters for the classification of anadromous rainbow smelt (*Osmerus mordax*) groups. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **40**. Sous presse.

GIBSON, D. I. 1972. Flounder parasites as biological tags. *J. Fish. Biol.* **4**: 1-9.

HARE, G. M., et M. D. B. BURT. 1976. Parasites as potential biological tags of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in the Miramichi river system, New Brunswick. *J. Fish. Res. Board Can.* **33**: 1139-1143.

HOFFMAN, G. L. 1967. Parasites of North American freshwater fishes. University of California Press, Berkeley, CA.

HUBBS, C. L., et K. F. LAGLER. 1958. Fishes of the Great Lakes region. University of Michigan Press, Ann Arbor, MI.

KABATA, Z. 1963. Parasites as biological tags. *Int. Comm. Northwest Atlantic Fish. Spec. Publ. No. 4*, pp. 31-37.

KENNEDY, C. R. 1978. The biology, specificity and habitat of the species of *Eubothrium* (Cestoda: Pseudophyllidea), with reference to their use as biological tags: a review. *J. Fish Biol.* **12**: 393-410.

MAGNIN, E., et G. BEAULIEU. 1965. Quelques données sur la biologie de l'éperlan *Osmerus eperlanus mordax* (Mitchill) du Saint-Laurent. *Nat. Can.* **92**(3-5): 81-105.

MARCOTTE, A., et J.-L. TREMBLAY. 1948. Notes sur la biologie de l'éperlan *Osmerus mordax* (Mitchill) de la province de Québec. *Contrib. Stn. biol. Saint-Laurent, Can. No. 18*.

MARGOLIS, L. 1965. Parasites as an auxiliary source of information about the biology of pacific salmon (Genus *Oncorhynchus*). *J. Fish. Res. Board Can.* **22**(6): 1387-1395.

MARGOLIS, L., et J. R. ARTHUR. 1979. Synopsis of the parasites of fishes of Canada. *Bull. Fish. Res. Board Can.* No. 199.

MEYER, H. C., et E. S. ROBINSON. 1963. Description and occurrence of *Diphyllobothrium sebago* (Ward, 1910). *J. Parasitol.* **49**(6): 969-973.

MEYER, M. C., et R. VIK. 1963. The life cycle of *Diphyllobothrium sebago* (Ward, 1910). *J. Parasitol.* **49**(6): 962-968.

NEPSZY, S. J., et 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.

PIPPY, J. H. C. 1969. *Pomphorhynchus laevis* (Zoega) Müller, 1776 (Acanthocephala) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and its use as a biological tag. *J. Fish. Res. Board Can.* **26**: 909-919.

SCOTT, D. M. 1953. Experiments with the harbour seal *Phoca vitulina* a definitive host of a marine nematode, *Porrocaecum decipiens*. *J. Fish. Res. Board Can.* **10**(8): 539-547.

——— 1954. Experimental infection of Atlantic cod with a larval marine nematode from smelt. *J. Fish. Res. Board Can.* **11**: 894-900.

SCOTT, J. S. 1969. Trematode populations in the Atlantic argentine, *Argentina silus*, and their use as biological indicators. *J. Fish. Res. Board Can.* **26**: 879-891.

SCHÄPERCLAUS, D. M. 1954. *Fishkrankheiten*. Akademischer Verlag, Berlin.

SINDERMAN, C. J. 1961. Parasitological tags for redbfish of the western north Atlantic. *Int. Comm. Northwest Atlantic Fish. Spec. Rep. Ser.* **3**: 111-117.

VAN OOSTEN, J. 1936. The dispersal of smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), in the Great Lakes region. *Trans. Am. Fish. Soc.* **66**: 131-138.