

- R E M E R C I E M E N T S -

L'auteur tient à exprimer sa gratitude au regretté Professeur Roméo O. Legault, O.M.I., qui l'orienta dans ce travail en plus de coopérer activement à toutes les phases expérimentales. MM. Roy Webster, Gérard Lafrenière, le Rév. Père L.A. Walker, O.M.I.; Yves Delisle, et Bernard Roberge, pour n'en nommer que quelques-uns, apportèrent une aide technique appréciable.

Par leurs conseils et leurs critiques constructives, les docteurs J. Vaillancourt et S.U. Qadri du Département de Biologie de l'Université d'Ottawa, ont sûrement amélioré la présentation du présent travail.

Je remercie également le Dr R.G. Ferguson du Lake Erie Fisheries Research Station, Wheatley, Ontario, qui me conseilla tout au long du présent travail.

MM. Vianney Legendre, Clément Veilleux ainsi que tous les chefs de districts du Service de la Faune du Québec, ont particulièrement coopéré dans l'élaboration de la carte de répartition géographique de l'Eperlan. Cette compilation aurait été impossible sans l'utilisation d'une série imposante de publications, de documents inédits et de correspondance sur l'éperlan dulcaquicole au Québec, colligés par monsieur Vianney Legendre, Directeur du Laboratoire de Recherches de Montréal, Service de la Faune du Québec.

Les conseils du Dr W.E. Ricker sur l'interprétation des courbes de capture d'Eperlan d'âges 2 et 3, ainsi que sur la détermination de la population totale initiale, furent très utiles.

L'aide technique de MM. Ben-Tchavtchavadze, Maurice et Luc Macot, tant pour la photographie que la présentation des illustrations, fut d'une valeur précieuse.

A

DENISE ET MARIO

et aussi en

Hommage au regretté ROMÉO O. LEGAULT, Ph.D.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	15
MATÉRIAUX ET MÉTHODES	
Méthodes de captures utilisées	19
CHAPITRE I <u>Physique et Chimie du Lac Heney</u>	
Histoire géologique et hydrographie du Lac Heney et ses environs	21
Bathymétrie, stratification thermique et turbidité de l'eau	24
Chimie de l'eau	25
CHAPITRE II <u>Statut Taxonomique des deux populations sympatriques</u>	
Statut taxonomique	27
Caractères diagnostiques	27
CHAPITRE III <u>Histoire Naturelle et Taux de Croissance</u>	
Technique de détermination de l'âge	29
Longueur et poids. Méthode proportionnelle directe.	30
Fraye (population d'éperlans géants et nains).....	32
Désignation des stades de maturité	36
CHAPITRE IV <u>Ecologie, Comportement et Mouvement</u>	
Nourriture, méthode de Thompson	37
Mortalité et population; stations permanentes	37
Flottaison-submersion	39
Mortalité naturelle	41
Répartition géographique	42
Parasite: Méthode d'examen pour <i>Glugea hertwigi</i> : chez les éperlans nains, d'âge 0 et adultes	43
Méthode d'étiquetage de Shiraishi	44
<u>RÉSULTATS</u>	
CHAPITRE V <u>Physique et Chimie du Lac Heney</u>	
Stratification thermique, gel et dégel, transparence de l'eau	47
Chimie de l'eau	55
CHAPITRE VI <u>Statut Taxonomique des deux populations sympatriques</u>	
Difformités des branchiospines	57
Morphométrie, nombre de vertèbres	60
Taxonomie biochimique	61

CHAPITRE VII

Histoire Naturelle et Taux de Croissance

Courbes de croissance, relations poids-longueur	63
Méthode proportionnelle directe	67
Reproduction; fraye (pop. d'éperlans géants)....	70
Date et site de la fraye, fréquence des sexes, oeufs sur les frayères, index de maturité	72
Fécondité relative et totale, diamètre des oeufs, rapport inter-gonadal	83
Reproduction; fraye (pop. d'éperlans nains)....	91
Site et date de la fraye, désignations des stades de maturité, organes perlés et oeufs	91
Fécondité relative, totale, index de maturité, diamètre des oeufs, température de fraye	94

CHAPITRE VIII

Ecologie, Comportement et Mouvement

Nourriture; Eperlans géants et nains. Fréquence d'occurrence des aliments en pourcentage, répartition volumétrique	99
Mortalité et population (Eperlan nain).....	107
Evaluations à la mi-mortalité, flottaison vs submersion	111
Mortalité massive totale, classes d'âges affectées par la mortalité massive, taux de mortalité naturelle et de survie	115
Population totale initiale d'éperlans nains d'âge 2 et 3, courbes de capture	116
Répartition géographique	117
Parasites (<u>Glugea hertwigi</u>)	121
Réaction à la lumière (Phototaxie)	125
Données estivales; migration verticale nocturne.	128
Données hivernales; migration nocturne pré-fraye.	131
Séparation selon les classes d'âges	134
Mouvements hivernaux de rotation, vitesse de déplacement	135

DISCUSSION	140
------------------	-----

CONCLUSIONS GÉNÉRALES	152
-----------------------------	-----

AUTEURS CITÉS	155
---------------------	-----

APPENDICE	162
-----------------	-----

LISTE DES FIGURES

	Page
1. Site géographique du lac Heney et de ses environs. Copie des cartes 31 G/*13W (Low), 31 J/4W (Bouchette), Nat. Topo. Syst.	18
2. Limites de la Mer Champlain (d'après Coleman, 1922).	22
3. Hydrographie de la région Hull-Ottawa illustrant les bassins de drainage Nord et Sud de la rivière Outaouais (Pointillé). Une subdivision en sous-bassins de drainage du bassin de la rivière Gatineau situe hydrographiquement le lac Heney.	23
4. Position des 45 lignes de sondage utilisées pour le tracé de la carte bathymétrique du lac Heney.	26
5. Formation de la "shiny line" à indice de réfraction différent des annuli. Partie supérieure: Écaille d'un éperlan nain d'âge (3+). Notez les "shiny lines" pointées par l'extrémité des indicateurs (X53). Partie inférieure: Écaille d'un éperlan géant d'âge (3+), (X 35).	31
6. Représentation bathymétrique de la Baie Northfield du lac Heney situant les cinq localités étudiées.	34
7. Emplacement B de la Baie Northfield démontrant les positions des huit filets maillants.	35
8.1 Partie du rivage d'une station de cent pieds montrant des éperlans nains morts échoués sur la grève.	
8.2 Chaloupe sur la rive du lac Heney pleine d'éperlans morts, que la vague a emportés.	
8.3 Amas d'éperlans morts recueillis après leur dénombrement dans quelques stations.	40
8.4 Évaluation du nombre d'éperlans morts par la méthode des pesées.	
9. Méthode d'étiquetage; Petit hameçon No. 12 inséré à la périphérie des muscles dorsaux à l'avant de la nageoire dorsale. Des fils de soie de différentes couleurs sont attachés à l'oeillet de l'hameçon.	46
10. Carte bathymétrique du lac Heney. Sondage et dessin effectués par l'auteur.	48
11. Établissement progressif de la thermocline au printemps 1966 et écarts de températures pouvant se produire selon les années.	49
12. Établissement progressif de la thermocline au printemps 1967. L'eau de surface demeure froide plus longtemps qu'au cours de 1965 et 1966.	50

	Page
13. Variations de températures mensuelles maxima-minima entre 0 à 60 pieds de profondeur de septembre 1964 à août 1965.	52
14. Température quotidienne de l'eau à trois pieds de profondeur, de la débâcle du 13 mai, pour les années 1966 et 1967.	53
15. Temps et durée de la fraye des deux populations d'éperlans du lac Heney par rapport à la débâcle.	55
16. Difformités des branchiospines des éperlans du lac Heney. Toutes les illustrations de branchiospines proviennent d'éperlans géants sauf deux.	58
17. Courbes de croissance des éperlans géants et nains du lac Heney. Comparaisons, selon l'âge, des longueurs et poids des deux populations.	64
18.1 Taille relative de trois individus appartenant à des populations allopatriques d'éperlans dits géants, normaux et nains. Ces éperlans sont des adultes du même âge (4+).	65
18.2 Exemple typique de deux populations sympatriques d'éperlans géants et nains, telles que rencontrées au lac Heney.	
19. Relations poids-longueur chez les deux populations d'éperlans géants et nains du lac Heney.	66
20. Schéma de l'interprétation scalimétrique chez les éperlans géants et nains du lac Heney.	68
21. Relations poids-longueur chez les éperlans nains (jeunes de 1' année (0+), des mois de juin à septembre 1967.	71
22. Pourcentage des mâles et des femelles guais, durant toute la période de fraye.	76
23. Répartition des sexes au cours de la période de fraye de 1967, au lac Heney.	78
24. Index de maturité des gonades mâles et femelles du 2 février au 30 mars 1967.	82
25. Fécondité et longueur totale des éperlans géants du lac Heney. (Échelle log. log.).	87
26. Détermination de la date de la fraye des éperlans nains pour l'année 1966 basée sur la maturation des gonades.	92
27. Détermination de la date de la fraye des éperlans nains pour l'année 1967 basée sur la maturation des gonades.	93

- 28.1 Ovaire gauche d'éperlan nain du lac Heney infesté par plusieurs kystes (nodules) à Glugea hertwigi. Dans certains cas extrêmes d'infestation, on rencontre une castration parasitaire causée par ce parasite (X 2).
- 28.2 Cavité générale d'un éperlan nain femelle du lac Heney. Notez les kystes de Glugea hertwigi infestant le péri-toine, la région stomacale, les caeca pyloriques ainsi que l'ovaire gauche et l'intestin postérieur (X 3). 95
- 28.3 Tube digestif d'éperlan, montrant des kystes à Glugea le long de sa paroi. (X 2.5).
- 28.4 Kystes à Glugea hertwigi de 2 mm de diamètre soudés à l'assise externe de l'intestin postérieur. Notez les petits kystes de quelques dixièmes de mm ainsi qu'un gros kyste de 3 mm occluant l'anus. Ce dernier kyste peut produire un blocage mécanique lors de l'expulsion des oeufs au cours de la fraye (X 4.0).
29. Éperlan nain adulte de sexe mâle portant des oeufs d'éperlans collés à ses organes perlés bien développés. Spécimen capturé le 1er mai 1967. 96
30. Fréquence d'occurrence saisonnière (en pourcentage) des aliments trouvés dans les estomacs d'éperlans géants adultes. 101
31. Répartition des aliments en volume, selon les saisons, chez 400 éperlans géants adultes. Le diamètre des cercles compare le degré de plénitude des estomacs. 102
32. Fréquence d'occurrence saisonnière (en pourcentage) des aliments trouvés dans les estomacs d'éperlans nains adultes. 104
33. Répartition des aliments en volume, selon les saisons, chez 400 éperlans nains adultes. Le diamètre des cercles compare le degré de plénitude des estomacs. 105
34. Total des éperlans morts ayant échoué dans les cinq stations du lac Heney, du 12 au 31 mai 1965. 109
35. Total des éperlans morts ayant échoué dans les quinze stations du lac Heney, du 1er au 31 mai 1966 et 1967. 110
- 36.1 Éperlans nains morts ayant échoué sur le fond des grèves dans 1 à 3 pieds de profondeur. 113
- 36.2 Éperlans nains morts, submergés sous 20 pieds d'eau.
37. Taux de flottaison et de submersion des 4,709 éperlans nains capturés à la seine le 16 mai 1967. Dénombrements effectués toutes les douze heures. 114

38.	Courbes de capture des deux populations d'éperlans du lac Heney. Les 243 éperlans géants et 216 éperlans nains sur lesquels nos calculs sont basés, ont été capturés aux filets maillants au cours de l'été 1967. Ces populations sont non-exploitées par les sportifs et les pêcheurs commerciaux.	119
39.	Répartition géographique de l'éperlan dulcaquicole, <u>Osmerus eperlanus mordax</u> dans les principaux bassins hydrographiques du Québec.	122
40.	Gros plan des principaux bassins hydrographiques du Québec, où on retrouve des concentrations de plans d'eau contenant de l'éperlan dulcaquicole.	123
41.	Taux d'infestation par <u>Glugea hertwigi</u> au niveau d'une population d'éperlans jeunes de l'année et nombre moyen de nodules par individu du 22 juin au 30 septembre 1967. Expérience comprenant 2,923 individus d'âge 0.	126
42.	Variations mensuelles dans le pourcentage d'infestation de <u>Glugea hertwigi</u> chez une population d'éperlans nains adultes. Cent spécimens furent examinés mensuellement de septembre 1964 à septembre 1965.	127
43.	Courbe de température en relation avec la migration verticale des éperlans nains adultes, au cours des nuits du 17-18, 24-25, et 27-28 juillet 1965.	129
44.	Migration nocturne pré-fraye des éperlans nains durant les nuits du 20, 21 et 22 avril 1965, au large d'une frayère. Capture des spécimens à la pêche électrique.	132
45.	Migration nocturne pré-fraye des éperlans nains durant les nuits du 20, 21 et 22 avril 1966 au large d'une frayère. Capture des spécimens à la pêche électrique.	133
46.	Diagramme journalier des mouvements des éperlans nains dans la baie Northfield au cours de l'hiver 1966.	136

- Figures en appendice -

1.	No. 1	Filet maillant de 1½ pouce (mailles étirées) avec éperlans géants emmaillés par les dents.	163
	No. 2	Cisco, <u>Coregonus artedii</u> et éperlans géants <u>Osmerus eperlanus mordax</u> emmaillés par le corps dans un filet de 1½ pouce (mailles étirées en nylon 140/3).	
2.	No. 1	Pêche électrique sous la glace montrant les électrodes de cuivre avant d'être introduites sous l'eau.	

No. 2	Batterie d'automobile de 12 volts D.C. raccordée à un transformateur 110 volts A.C. menant aux électrodes.	
No. 3	Captures d'éperlans nains par cette méthode de pêche électrique.	164
No. 4	Vue de proche des électrodes pénétrant dans la fenêtre d'observation perforée à travers la glace.	
3. No. 3	Technicien ouvrant la drague d'Eckman qui sert à échantillonner le fond du lac.	
No. 4	Technicien perforant une fenêtre d'observation à travers la glace à l'aide d'une scie mécanique.	
No. 5	Trotteuse sous glace (ice jigger) et vrille mécanique (ice auger) servant à l'installation des filets maillants sous la glace.	165
No. 6	Équipement utilisé pour l'analyse chimique de l'eau: pH mètre, bouteille à échantillonnage d'eau, trousse de Hach Chemical Co. pour l'oxygène et l'anhydride carbonique.	
No. 7	Bassin de 8'x3'x3' alimenté à même l'eau du lac par une pompe à eau (flèche) et servant de bassin de réserve pour les éperlans adultes nains utilisés pour étiquetage.	
4.	Vue postérieure latérale de l'échantillonneur DeGiusti. Le treillis métallique à l'arrière est moins de 1 mm et peut donc retenir des oeufs d'éperlans (Photographie R.G. Ferguson).	166
5.	Bassin de 8'x3'x3' servant à étudier le taux de flottaison et de submersion des éperlans moribonds.	167
6.	Radiographies d'éperlans géants utilisées pour le dénombrement des vertèbres.	168
7.	Répartition des sexes, au cours de la période de fraye de 1945, Grande-Rivière, Gaspé, Québec (d'après Marcotte et Tremblay, 1948).	169

- LISTE DES TABLEAUX -

I.	Nombre total de spécimens capturés, selon différentes méthodes de pêche, dans les trois parties du lac Heney, entre les mois de mai 1964 à mai 1968.	19
II.	Dates auxquelles le lac Heney a gelé et dégelé au cours des années 1964 à 1968, ainsi que l'épaisseur relative de la glace à différentes dates.	54
III.	Rapport analytique de certains facteurs chimiques de l'eau de 1966 à 1967.	56

IV.	Comparaison entre certains caractères méristiques et morphométriques chez les deux populations d'éperlans nains et géants <u>Osmerus eperlanus mordax</u> du lac Heney.	59
V.	Variation des longueurs calculées à différents âges, en fonction des classes d'âges servant au calcul.	69
VI.	Rapport des sexes et stades de maturité des gonades entre le 2 février et le 17 mars 1967.	73
VII.	Rapport des sexes et stades de maturité des gonades entre le 18 mars et le 12 avril 1967.	74
VIII.	Évolution dans le degré de maturité des ovaires de 165 femelles.	84
IX.	Évolution dans le degré de maturité des testicules de 70 mâles.	85
X.	Nombre d'oeufs présents chez 30 femelles, à maturité (Stades 4 et 5), les 18, 20 et 23 mars 1967.	86
XI.	Nombre d'oeufs présents chez sept femelles adultes d'âge 3, capturées dans les échantillonnages de février et mars 1967.	89
XII.	Rapports intergonadaux chez les éperlans géants du lac Heney, au cours de la période de maturation (stade 3).	90
XIII.	Fécondités relatives et totales et l'index de maturité chez 10 femelles naines aux stades de maturité 3 pour le 10 mars et 4, pour le 10 avril.	97
XIV.	Nombre d'estomacs trouvés complètement vides (0) sur cent contenus stomacaux, examinés au cours des quatre saisons, chez les deux populations d'éperlans du lac Heney.	106
XV.	Taux de mortalité naturelle des populations non exploitées d'éperlans géants et nains du lac Heney.	118
XVI.	Nombre et pourcentage d'éperlans nains observés ou recapturés au cours de cinq nuits d'expériences dans la baie Northfield du lac Heney, les 11, 12, 17 et 18 février 1966.	137

- Tableau en appendice -

I.	Répartition géographique de l'éperlan dulcicole dans les principaux bassins hydrographiques du Québec, avec précisions sur le nom officiel, le comté provincial, la longitude, la latitude, la source d'information ainsi que certaines remarques sur les plans d'eau en question.	172
----	--	-----

- R É S U M É -

Deux populations sympatriques d'éperlans Osmerus eperlanus mordax furent trouvées cohabitant dans le lac Heney, comté de Gatineau, Québec: on les nomment éperlans nains et éperlans géants.

L'étude en cours rapporte des comparaisons taxonomiques et écologiques entre ces deux populations. Il existe entre 79 et 100% de séparation entre les éperlans géants et nains chez huit des douze caractères diagnostiques analysés, dont le nombre de branchiospines, le nombre de vertèbres, etc.

Des données obtenues à partir de 1556 éperlans géants adultes, démontrent que la fraye de ces derniers s'effectue sous la glace, dans 20 à 40 pieds de profondeur et ce, du 17 mars au 12 avril 1967. Par contre, d'après le degré de maturation des gonades, les éperlans nains frayent du 22 avril au 10 mai approximativement et dans 1 à 2 pieds de profondeur, sur les plages de sable et de gravier. Il y a donc impossibilité temporelle de croisement entre les deux formes. C'est pourquoi nous suggérons que ces deux populations sont intègres génétiquement.

A 5 ans, les éperlans nains ont un poids moyen de 8 gr et une longueur moyenne totale de 12 cm tandis que les éperlans géants pèsent 74 gr et mesurent près de 23 cm en moyenne.

Sur 800 examens de contenus stomacaux, nous avons trouvé que les éperlans géants se nourrissent d'animaux appartenant à un niveau trophique plus élevé que les éperlans nains qui consomment quasi exclusivement du plancton. Le cannibalisme des éperlans géants envers les nains joue un rôle important dans leur menu et cela surtout en hiver.

Une mortalité massive affectant les éperlans nains entre les 16 et 22 mai 1965, 1966 et 1967 décima plus de 10 et 12 millions d'individus de 2 et 3

ans en 1966 et 1967. D'après notre courbe de capture et certains facteurs de correction, près de 55% des individus de 2 et 3 ans survivent à cette mortalité printanière annuelle.

La répartition géographique de l'éperlan dulcaquicole au Québec est présentée pour la première fois, et démontre que 128 plans d'eau actuellement connus contiennent ce poisson. Sur ce nombre 42 lacs possèdent des éperlans introduits par l'homme, et les autres plans d'eau sont reconnus comme hébergeant une population autochtone.

Quant au parasite Glugea hertwigi qui infeste les éperlans nains et géants du lac Heney, nous indiquons que sur 2,923 éperlans d'âge 0 analysés, près de 93.2% étaient infestés en moins de quatre mois de vie. L'examen post-mortem de 1,200 éperlans nains adultes révèle une variation saisonnière dans le taux d'infestation. Le maximum d'infestation de 75% est situé en mai et juin.

L'étiquetage de 872 éperlans nains adultes au cours de l'hiver 1966 révéla que ceux-ci se déplacent dans un mouvement de rotation en direction sud-nord et ouest-est dans la baie Northfield. De plus, une migration nocturne des éperlans nains mâles s'effectue avant la fraye, au large d'une frayère. Ce phénomène fut observé en 1965 et 1966.

Nous concluons donc que ces deux populations sont reproductivement isolées et que les autres différences taxonomiques et écologiques sont suffisamment importantes pour proposer que ces deux populations sont distinctes et représentent une ou deux invasions d'éperlans marins ayant déjà des caractères divergents.

- A B S T R A C T -

Two sympatric smelt populations coexist in Lake Heney, Gatineau County, Quebec. One population is called "giant" and the other "stunted". The present study reports comparisons between some aspects of their life history and ecology. The taxonomic status of these two populations is stated. They are referred as sub-species populations. Eight out of the twelve diagnostic characters analysed, show 70 to 100% of separation between giants and stunted smelts. The taxonomic results support the ecologic divergence reported.

A discussion on "small smelt - large smelt" theory is included. The data obtained from 1556 giant specimens collected with 8 gill nets set up under the ice between 20 to 40 feet deep (March 17, to April 12, 1967) permitted the determination of the time and site of spawning. The spawning time and site in the "dwarf" form being between April 22 to May 10, on sand and gravel shores, there is a marked difference between the two populations concerning that particular aspect. Therefore, the two populations are reproductively isolated by temporal and geographical factors. This forms with the rate of growth and food selectivity, one of the most important findings in proving the ecologic integrity of the two forms.

At five years old, stunted smelts have an average weight of 8 gr and an average total length of 12 cm. On the other hand, for the same age class the difference is tremendous among giants being 74 gr in weight and 23 cm in length.

On 800 stomach analyses, we found out that the giant smelts feed upon a higher trophic level than do the stunted ones which feed almost exclusively on plankton. Cannibalism of the stunted smelts by the giants is very common and plays an important role in the winter diet of this last form.

A massive mortality affecting stunted smelts, decimated 10 and 12 millions of individuals between May 16 to 22 of 1966 and 1967. After our catch curve, close to 55% of the individuals of class age 2 and 3 escaped this catastrophic annual mortality.

A geographic distribution of the freshwater smelts in Quebec bodies of water shows that there are 128 lakes and rivers actually known containing smelts. Out of this number, 42 contain introduced smelts. The other populations are known to be autochthonous. A geographic distribution map, based on the Quebec hydrography is presented.

Concerning Glugea hertwigi (Sporozoa; Microsporidēa) a parasite specific to smelt, the young-of-the-year fishes get the infestation a month after hatching, and before attaining four months old, 93.2% are infested. The rate of infestation on 1,200 stunted adult smelts has been surveyed monthly from September 1964 to September 1965. A seasonal variation in the rate of infestation has been shown, the maximum of 75% being in May and in June.

The tagging of 872 adults stunted smelts during the winter of 1966 demonstrated a South-North and West-East rotation movement in Northfield Bay. A nightly pre-spawning migration of the stunted smelts was also observed in 1965 and 1966 in the vicinity of a spawning ground.

We conclude that these two populations are reproductively isolated, and that the other important taxonomic and ecologic differences are sufficient enough to propose that they represent one or two marine smelt invasions with divergent characters already differentiated.

- I N T R O D U C T I O N -

Par son site géographique et sa faune aquatique particulière, le lac Heney ou Petit lac Poisson Blanc est un plan d'eau douce de choix pour l'étude de l'éperlan arc-en-ciel Osmerus eperlanus mordax (Mitchill), (McAllister, 1963). Couvrant une superficie de 3,075 acres, sa profondeur moyenne est de 60 pieds et sa profondeur maximum de 115 pieds. Il est situé à 70 milles au nord d'Ottawa dans le bassin de drainage de la rivière Gatineau tributaire de la rivière Outaouais. La longitude nord du lac Heney est de $75^{\circ}54' - 75^{\circ}57'$ et la latitude ouest de $45^{\circ}59' - 46^{\circ}04'$. Il est entouré de plusieurs lacs à éperlans (fig. 1) dont les principaux sont les lacs Pémichangan, Trente-et-un milles et Green.

Le lac Heney semble cependant le seul à héberger deux populations sympatriques d'éperlans, Osmerus eperlanus mordax, après maints échantillonnages des autres plans d'eau environnants. Par populations sympatriques, on entend des populations qui vivent dans un même plan d'eau, sans barrières géographiques. Il arrive dans certains cas que l'intégrité génétique soit établie, dans de telles populations. D'après nos observations quant au site et à la période de fraye, le lac Heney abrite des populations reproductivement isolées, donc qui ne peuvent se croiser.

C'est au cours des quatre dernières années (1964-1968) que les deux populations d'éperlans coexistant dans le lac Heney furent l'objet d'études attentives et soutenues. Au cours de cette étude, ces deux populations seront désignées: éperlans nains et éperlans géants. La découverte de la population d'éperlans géants par l'auteur, ne remonte qu'en novembre 1964, telle que citée dans McAllister (1966).

En hiver comme en été, des travaux sur le terrain nous ont permis d'observer des phénomènes écologiques qui se veulent irréguliers, incontrôlables et imprévisibles tels que les périodes de fraye et de mortalité massive printanière.

Brooks and Deevey (1963) citent dans *Limnology in North America*: "The lake population of Osmerus are of further interest to freshwater ecologists because these smelt of both New England and Canada fall into two distinct size categories." Kendall (1927) Greene (1929) et Zilliox et Youngs (1958) sont également du même avis.

Le cas du lac Heney n'échappe pas à cette distinction. Depuis Kendall (1927) seulement Rupp (1959, 1966, 1968) s'est opposé à l'hypothèse des deux "races" mais il n'a jamais expérimenté sur des populations qui vivent dans un même lac (sympatrique). Les étendues d'eau connues où il y a coexistence de deux populations lacustres d'éperlans sont très rares, surtout aussi loin de la mer et à l'intérieur des terres. C'est pourquoi nous avons vu là, au lac Heney, un projet de recherche original. C'est pour nous l'occasion de prendre position en faveur de l'hypothèse des deux "races ou populations" en appuyant sur certains aspects peu exploités de l'histoire naturelle des deux populations, comme la période et le site de la fraye, la productivité, l'index de maturité, le diamètre des oeufs et autres caractéristiques en rapport avec la reproduction.

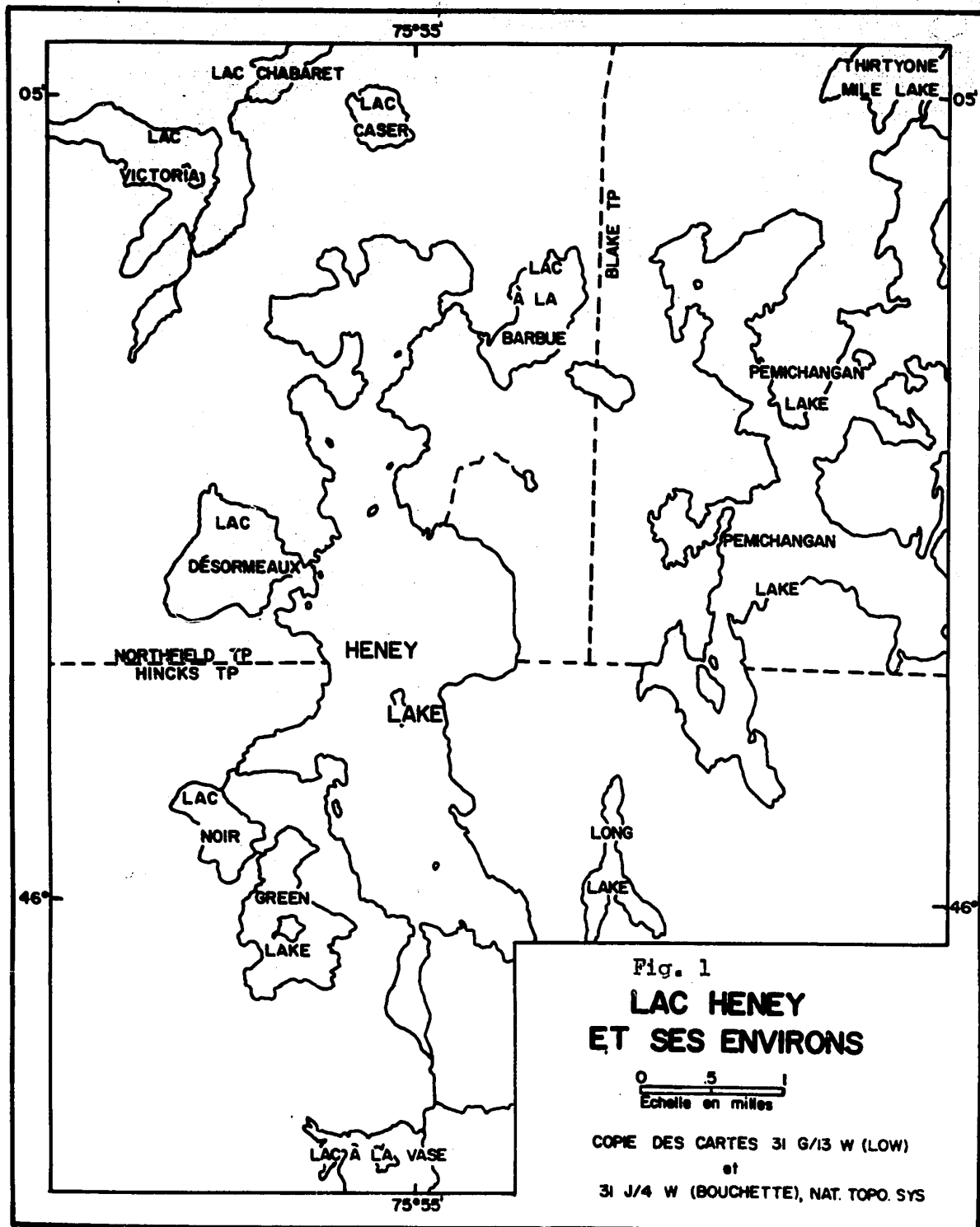
Le statut taxonomique de ces deux populations sympatriques est également pris en considération.

De plus, les courbes de croissance, les relations poids-longueur, les variations de régime alimentaire, les études relatives à la mortalité naturelle, aux mouvements hivernaux et aux migrations, complètent sommairement

les aspects couverts sur les éperlans du lac Heney. Seule la répartition géographique de cette espèce en eau douce, est abordée au niveau de la Province de Québec.

Selon l'opinion de Vibert et Lagler (1961): "L'étude rationnelle d'espèces de poissons comportant ainsi plusieurs races, différant par leur époque de reproduction et leur lieu de fraye, ne peut être menée à bien qu'à la condition d'être conçue en fonction de chacune de ces races et non en fonction de l'espèce dans son ensemble."

Ce travail tient donc compte de l'aspect comparatif entre les deux populations d'éperlans du lac Heney, et permet de mesurer adéquatement les différences écologiques rencontrées. Plusieurs idées sur les méthodes d'aborder une telle étude, furent pigées dans un plan d'étude établi par Koster (1955).



MATÉRIAUX ET MÉTHODES

Méthodes de capture utilisées.

12,387 spécimens furent capturés entre les mois de mai 1964 et mai 1968 dans les différentes parties du lac Heney (tableau I).

TABLEAU I - Nombre total de spécimens capturés selon différentes méthodes de pêche, dans les trois parties du lac Heney entre les mois de mai 1964 et mai 1968.

<u>Années</u>	<u>Éperlans géants</u>			<u>Éperlans nains</u>			<u>Total</u>
	<u>Nord</u>	<u>Centre</u>	<u>Sud</u>	<u>Nord</u>	<u>Centre</u>	<u>Sud</u>	
1964-1965	3	6	134	300	764	450	1,657
1965-1966	2	8	92	412	46	1,677	2,237
1966-1967	2	22	1,590	350	68	514	2,546
1967-1968	-	2	427	101	147	5,270	5,947
Total	7	38	2,243	1,163	1,025	7,911	-
Grand total		2,288			10,099		12,387*

* Les spécimens morts ou moribonds collectionnés à la main ou à l'épuisette, au cours de la mortalité massive annuelle, ne sont pas comptés dans ce tableau.

Plusieurs méthodes de capture furent exploitées, dont la pêche au filet maillant en toute saison et la pêche électrique durant l'hiver. Des échantil-

lonnages à l'aide de filets maillants (mailles étirées de $\frac{3}{4}$ et $1\frac{1}{2}$ pouce) ainsi que des filets maillants expérimentaux possédant cinq sections de 25 pieds chacune (mailles étirées respectives de $\frac{3}{4}$ ", $1\frac{1}{2}$ ", 2", $2\frac{1}{2}$ " et 3") permirent la collection de chacune des classes d'âge des deux populations. Les filets de $\frac{3}{4}$ " pour les éperlans nains et de $1\frac{1}{2}$ " pour les éperlans géants se sont avérés les plus efficaces (fig. 1, appendice).

Durant l'été, à la nuit tombante, les jeunes de l'année de la population d'éperlans nains étaient attirés par une source lumineuse et capturés à l'aide d'une épuisette. En hiver, la pêche électrique sous la glace donne de bons résultats, et on emploie le même procédé de phototaxie positive (fig. 2, appendice) pour attirer les éperlans.

Au printemps, lors de la mortalité massive annuelle, des bancs d'éperlans étaient facilement capturés à la seine ou au jet de l'épervier.

Très peu d'éperlans furent capturés à l'aide de verveux ou de cages dans les ruisseaux du lac, ces deux populations ne frayant pas dans les tributaires.

CHAPITRE I

Physique et Chimie du lac Heney.

-Histoire géologique et hydrographie du lac Heney et ses environs.

Les facteurs géologiques reliés à la formation du lac Heney, ainsi que l'hydrographie de la région, ont un rôle capital à jouer dans la découverte et la survie des deux populations d'éperlans dans ce plan d'eau.

La région de l'Outaouais possède une faune piscicole des plus intéressantes. Dymond (1939) cite: "This is due to the wide variety of ecological conditions and to the geological history of the area."

Il y a environ 9,000 ans, la Mer Champlain recouvrait la portion est de l'Ontario, région adjacente au Québec, et s'étendait tout au long de la rivière Outaouais jusqu'à la tête du lac Témiscamingue (Coleman, 1922). La figure 2 montre les limites de la Mer Champlain et situe le lac Heney dans ce contexte. Les éperlans dulçaquicoles que l'on retrouve maintenant dans ces régions, sont considérés comme les descendants des éperlans marins de la Mer Champlain qui, en fait, n'était qu'un bras de l'Océan Atlantique. Quand la mer s'est retirée pour donner naissance au présent système hydrographique de la région Hull-Ottawa (fig. 3), elle laissa certains poissons et crustacés "reliques" comme l'éperlan, le chabot des profondeurs, Myoxocephalus thompsonii (Delisle et Van Vliet, 1968), Mysis relicta et autres, pour n'en nommer que quelques-uns habitant le lac Heney. On a retrouvé des dépôts marins à 690 pieds d'altitude au-dessus du niveau de la mer, dans la région d'Ottawa (Radforth, 1944), ce qui confirme l'invasion et la régression de la Mer Champlain. D'ailleurs Gardiner (1966) rapporte des éperlans fossilisés dans la région d'Ottawa et Elson (1969) expose bien jusqu'à quelle altitude le Québec était submergé par la mer tard au cours de l'ère Quaternaire.

FIGURE 2 -Limites de la Mer Champlain

(d'après Coleman, 1922). Voir ligne pleine.

Le site du lac Heney, indiqué par
la flèche, y est proportionnellement
représenté.

Le lac Heney était fort probablement
compris à l'intérieur des limites maxi-
mum de la mer de Champlain. Voir ligne pointillée.
(d'après Glacial map of Canada, Geological
Survey of Canada, 1968, no. 1253 A).

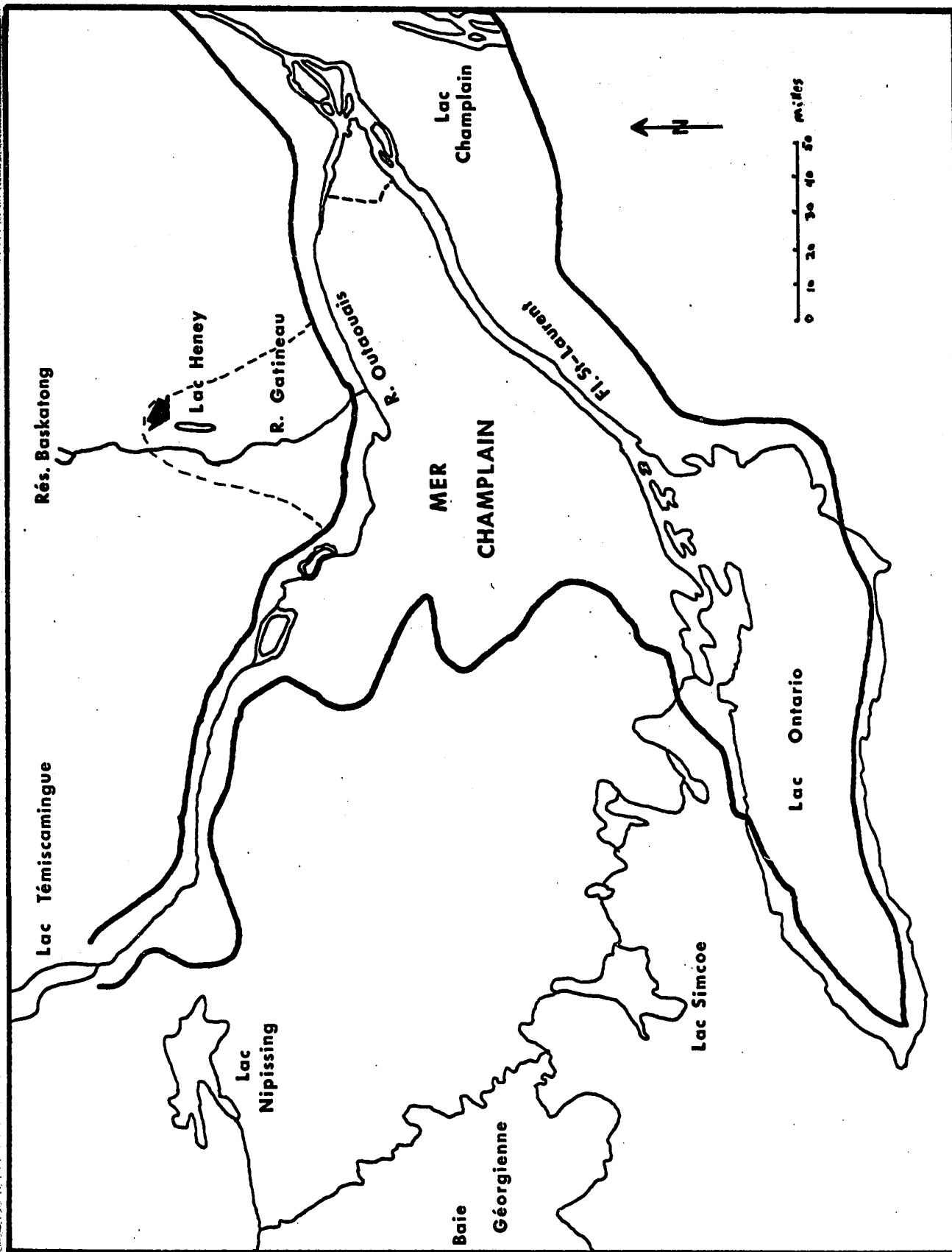


FIGURE 3

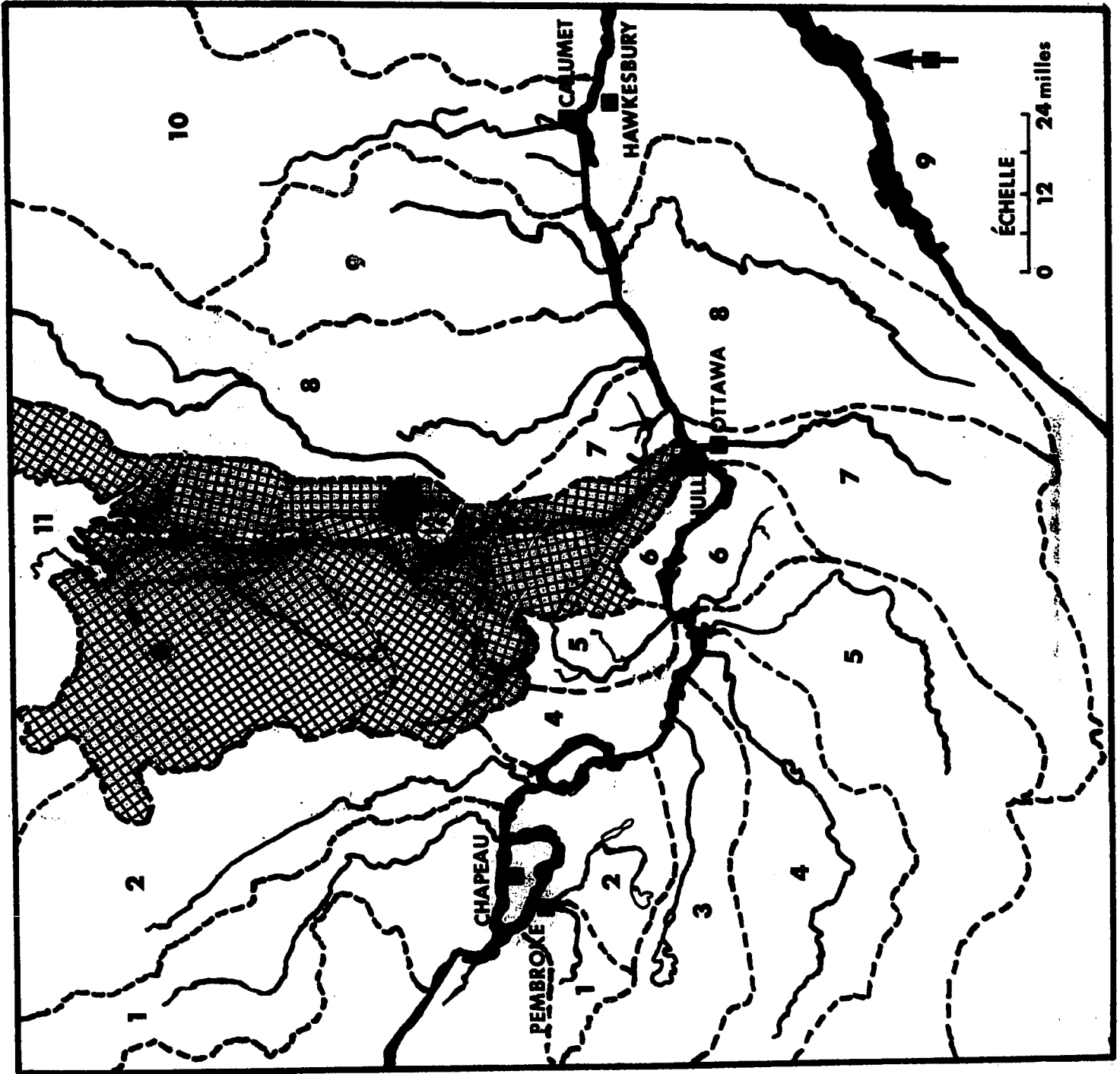
- Hydrographie de la région Hull-Ottawa illustrant les bassins de drainage Nord et Sud de la rivière Outaouais (pointillé). Une subdivision en sous-bassins de drainage du bassin de la rivière Gatineau, située hydrographiquement le lac Heney. L'orientation du quadrillage indique les sous-bassins de drainage du bassin de la rivière Gatineau et la pointe de flèche, le lac Heney.

Tributaires Nord de la rivière Outaouais

- 1 Rivière Noire
- 2 Rivière Coulonge
- 3 Rivière Gatineau
- 4 Aucune rivière importante
- 5 Rivière Quyon
- 6 Aucune rivière importante
- 7 Rivière Blanche
- 8 Rivières du Lièvre et Kiamika
- 9 Rivière de la petite Nation
- 10 Rivières du Diable, Rouge et Kinongé
- 11 Réservoir Baskatong
- 12 Lac Heney

Tributaires Sud de la rivière Outaouais

- 1 Indian River
- 2 Lakes Doré et Muskrat
- 3 Bonnechere River
- 4 Madawaska River
- 5 Mississippi River
- 6 Carp River
- 7 Rideau River and Canal
- 8 South Nation River
- 9 Fleuve Saint-Laurent.



Bathymétrie, stratification thermique et turbidité de l'eau du lac Heney.

Afin de pouvoir échantillonner adéquatement, délimiter l'aire de distribution locale des deux populations d'éperlans, le premier pas entrepris fut le tracé de la carte bathymétrique du lac Heney. Ce travail n'avait jamais été fait en détail, Francoeur et al (1935) n'ayant fait qu'un sondage à la main. A l'aide d'un sondeur acoustique "Bendix", quarante-cinq lignes de sondage (fig. 4) furent tracées sur ce lac de 4.8 milles carrés, d'une largeur maximum et minimum de 1.6 mille et de .4 mille respectivement. La longueur maximum du lac est de 5.8 milles et son contour de 19.4 milles. Choisisant préféablement les journées calmes, l'embarcation fut maintenue à une vitesse uniforme, et les profondeurs enregistrées à intervalles réguliers.

La superficie du lac fut calculée au planimètre, et la profondeur moyenne selon la méthode de Welch (1948).

La température de l'eau fut mesurée à l'aide d'un thermistor électrique (microohms $^{\circ}\text{C}$) ou d'un thermomètre à renversement Nigretti and Zambra. En surface, les températures ont été prises avec un thermomètre à mercure. Les mêmes thermomètres furent toujours utilisés. Durant le mois de mai des années 1965, 1966 et 1967, la température fut notée quotidiennement au même endroit de la Baie Northfield (fig. 4, voir étoile). Au cours des autres mois et principalement au printemps et à l'automne, des températures bi-mensuelles furent notées.

La transparence de l'eau fut prise avec le disque de Secchi, qui garde l'avantage de la simplicité.

Chimie de l'eau.

Des raisons telles que la stratification, la stagnation et autres font que la teneur d'un plan d'eau en oxygène dissout varie et peut s'abaisser sous la normale soit en dessous de 5 ppm. Cela peut entraîner une hausse catastrophique des mortalités. Les informations qui suivent se rapportent surtout au chapitre de l'Ecologie, Comportement et Mouvement, qui traite entre autres, de la mortalité printanière annuelle de l'éperlan nain. Nous pourrions établir si l'équilibre chimique du lac est normal et a un rôle à jouer dans la mortalité printanière des éperlans nains. (fig. 3, no. 6, appendice).

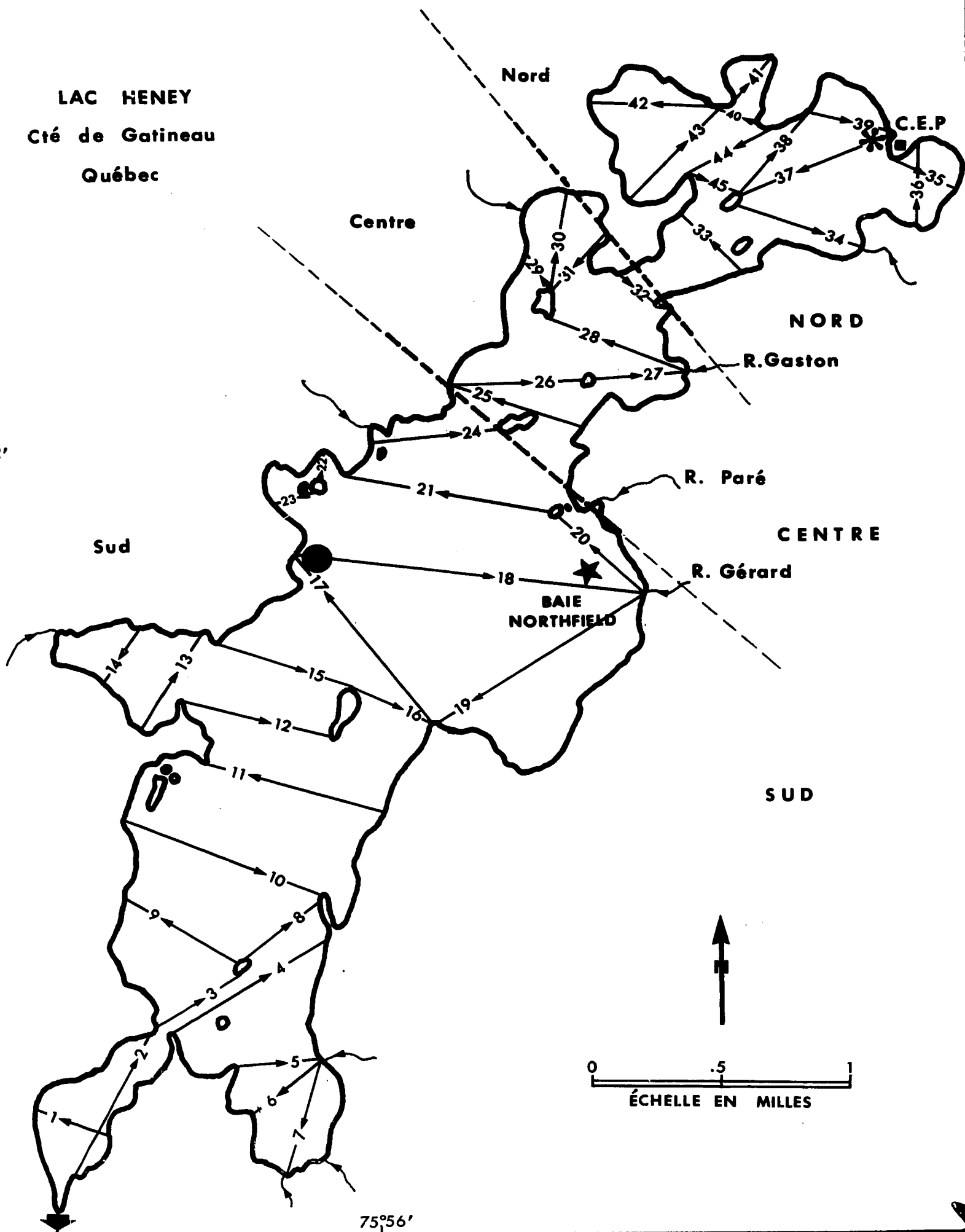
Les tests chimiques suivants furent faits saisonnièrement avec l'aide de la trousse portative DR-E1 de Hach chemical Co.: Oxygène dissout, anhydride carbonique dissout, alcalinité, cuivre, nitrate, fer, dureté totale et pH. La teneur en oxygène fut faite sur des échantillons prélevés à des profondeurs allant jusqu'à 110 pieds, au cours de l'hiver et du printemps 1966 et 1967. Les résultats obtenus en rapport avec la teneur en oxygène dissout et les autres analyses seront par la suite rapportés et discutés. Les analyses étaient faites sur place immédiatement ou quelques heures plus tard. Afin de corroborer nos résultats, des échantillons d'eau furent analysés à trois reprises par la division du traitement des minéraux du Ministère des Mines et des Relevés Techniques à Ottawa.

Van Oosten (1944), lors de la mortalité catastrophique de l'éperlan aux lacs Huron et Michigan en 1942-43, avait également envisagé, sans succès, cette possibilité d'une déficience chimique de l'eau.

FIGURE 4 Position des 45 lignes de sondages utilisées
pour le tracé de la carte bathymétrique du
lac Heney.

- ★ : Station de la baie Northfield.
- * : Station du Camp d'Éducation Physique.
- : Station de la "baie des millions".
- ▼ : Tributaires et Émissaire.
- C.E.P. : Camp d'Éducation Physique.

LAC HENEY
Cté de Gatineau
Québec



CHAPITRE II

- Statut Taxonomique des deux populations sympatriques.

McAllister (1966) rapporte avoir trouvé plusieurs différences après une étude taxonomique de 30 spécimens des deux populations d'éperlans du lac Heney. La différence la plus significative résidait dans le nombre de branchiospines. Les spécimens utilisés pour cette brève étude, avaient été fournis par l'auteur et demeurent la propriété du Musée National des Sciences Naturelles à Ottawa.

Cette étude servit de point de départ à la nôtre, que nous voudrions plus complète quant au nombre de caractères et de spécimens étudiés. La simple considération du nombre de caractères diagnostiques utilisés et leur degré de séparation, ne permettent pas de juger si on a affaire à une espèce différente. Nous utilisons donc nos résultats taxonomiques uniquement pour corroborer nos résultats écologiques. Il ne sont qu'un atout de plus dans l'évaluation des affinités entre les deux populations.

Caractères diagnostiques

Douze caractères diagnostiques, dont huit méristiques et quatre morphométriques, ont été étudiés comparativement chez les deux populations. Tous les prélèvements furent effectués sur le côté gauche du poisson, et les mensurations faites selon Legendre (1952). Chez cinquante spécimens de chacune des deux populations, les caractères suivants ont été étudiés: nombre de rayons dorsaux; nombre de rayons anaux; nombre de rayons pectoraux; nombre d'écailles totales au long de la ligne latérale; nombre

d'écailles perforées au long de la ligne latérale; nombre de branchiospines sur le premier arc branchial supérieur et inférieur; nombre de branchiospines difformes; nombre de vertèbres; profondeur du corps/longueur standard; longueur de la tête/longueur standard; profondeur du pédoncule caudal/longueur de la tête ainsi que le diamètre de l'orbite de l'oeil/longueur de la tête. Le comptage des vertèbres a été opéré à l'aide d'un appareil radiographique Philips Practix du type XB 1020/00. Cet appareil a un temps d'exposition de .04 à 5.0 secondes, et un pouvoir de 45 à 100kv. Les radiogrammes furent examinés selon la méthode proposée par Sutherland (1958).

CHAPITRE III

Histoire Naturelle et Taux de Croissance.

Technique de détermination de l'âge.

Les écailles sont, de loin, le matériel le plus utilisé pour la détermination de l'âge des poissons. A cet effet (Chugunova 1963) fut consulté. On préleva des écailles sur plusieurs centaines de spécimens des deux populations selon la méthode expliquée par Lagler (1952). Ces écailles, montées entre deux lames de plastique ou de verre, furent examinées à l'aide d'un binoculaire stéréoscopique ou d'un projecteur à écailles fabriqué selon Schoumacher (1964), suivant la méthode de la "shiny-line" expliquée par McKenzie (1958). Un projecteur à microfilm (Microcard reader Model FR-5) fut également utilisé pour lire l'âge sur les grosses écailles. Afin d'obtenir une lecture précise des écailles, nous tenions compte de la formation des annuli qui corrobore la formation de la "shiny-line". Le laminoir à écailles s'est avéré peu satisfaisant pour l'impression des écailles d'éperlans. Les petites écailles des spécimens nains sont particulièrement difficile à manipuler avec cet appareil. Des essais furent faits selon la méthode de Smith (1954).

La méthode de McKenzie (1958) démontre la formation d'une ligne de croissance dont l'indice de réfraction diffère de celle des annuli.

Cette ligne appelée "shiny-line" est bien visible sur les écailles d'éperlans du lac Heney; elle se forme immédiatement après le dernier circulus de chaque année (fig. 5). Ces photos d'écailles types, montrent la partie antérieure des écailles orientée vers le bas et indiquent comment elles servent à déterminer l'âge des éperlans.

Les éperlans capturés au cours des mois d'avril et mai sont toujours considérés comme ayant complété leur année de croissance et l'âge est lu comme suit: 1, 2, 3, 4, 5, ou 6 ans.

Ceux qui sont capturés après la fraye (été, automne, hiver) sont considérés comme étant en voie de compléter leur année. (Exemple: 2+ = spécimen de plus de deux ans, mais de moins de trois ans.)

Longueur et poids

La longueur donnée sera toujours la longueur totale exprimée au dixième de centimètre. Ces mesures ont été obtenues à l'aide d'une planche à mesurer de 30cm conçue à cet effet. Le poids est exprimé en grammes dans toutes nos pesées et pour les adultes nos lectures sont précises au dixième de gramme. Le poids des jeunes de l'année est exprimé au milligramme près.

Tous les spécimens furent pesés et mesurés à l'état frais ou peu de temps après leur congélation. Par la même occasion, on prélevait les écailles.

Méthode proportionnelle directe.

En matière de diagnose écologique, il y a avantage à effectuer les comparaisons relatives à la croissance de deux populations sur la base des longueurs moyennes calculées à l'achèvement du dernier annulus.

On admet que la croissance linéaire de l'écaille est directement proportionnelle à la croissance en longueur du poisson. Connaissant la longueur du poisson à la capture, la longueur de son écaille à partir du foyer (rayon),

FIGURE 5 Formation de la "shiny-line" à indice de
réfraction différent des annuli.

Partie supérieure

Ecaille d'un éperlan nain d'âge (3+). Notez
les "shiny-lines" pointées par l'extrémité des
indicateurs (x53).

Partie inférieure

Ecaille d'un éperlan géant d'âge (3+), (x35).



et les longueurs des divers anneaux (discontinuité entre deux zones annulaires de croissance annuelle) de son écaille, on en déduit les longueurs du poisson correspondant à ces divers anneaux par l'équation donnée par Vibert et Lagler (1961):

$$\frac{\text{Longueur de l'écaille à la capture } (l_t) \quad (\text{Rayon})}{\text{Longueur du poisson à la capture } (p_t)} = \frac{\text{Longueur d'un anneau de l'écaille } (l_1)}{\text{Longueur du poisson à l'époque "X" qui est la période } (p_1) \text{ de la formation de cet anneau.}}$$

Le plus grand rayon de l'écaille est utilisé comme longueur de l'écaille. La relation réelle entre la croissance de l'écaille et celle du corps du poisson, n'est pas rigoureusement assimilable à une relation proportionnelle directe. Cependant, nous estimons avec Carlander (1956) qu'on peut utiliser avec confiance la méthode proportionnelle directe.

Matériel et méthodes concernant la reproduction.

Fraye (population d'éperlans géants).

Au début d'avril 1966, c'est-à-dire avant la débâcle, nous avons capturé des spécimens guais (spent), sous la glace, dans la baie Northfield. C'est dans cette partie du lac Heney que nous avons effectué notre travail en 1967. La figure 6 indique les cinq points de prélèvement. Les recherches ont été beaucoup plus intenses dans l'emplacement B, parce que c'est là que furent capturés des spécimens guais en 1966. Arbitrairement limité à neuf acres, l'emplacement B (fig. 7) s'étend du rivage à l'isobathe de 40 pieds et comprend la décharge du ruisseau Gérard. L'accès au ruisseau fut contrôlé

par un verveux ouvert vers le lac et ça à partir du 15 mars, alors que le ruisseau et le lac étaient encore recouverts de glace. A cet endroit situé au centre de la baie Northfield, le substratum de glaise est recouvert d'une mince couche de sable et de débris.

A l'emplacement B, huit filets maillants de 100' x 6' (mailles étirées 1" x 1½") ont pêché continuellement du 6 février au 12 avril. Ces filets furent étendus à l'aide d'une trotteuse sous glace (ice jigger) enfilée dans des fenêtres de 3' x 4' percées dans la glace à l'aide d'une vrille mécanique (ice auger) (fig. 3), no. 5 appendice). Leur orientation et leur profondeur de pêche sont indiquées sur la figure 7. Ils ont été visités 15 fois entre le 2 février et le 17 mars et 19 fois entre le 18 mars et le 2 avril. Des observations ont été faites durant six nuits entre le 10 et le 28 mars par deux fenêtres de 3' x 4' percées à travers la glace dans la zone de moins de 10 pieds de profondeur. Après la débâcle, un échantillonneur DeGiusti (fig. 4, appendice) a été trainé sur le fond de l'emplacement B. Cet instrument est muni d'un treillis métallique assez fin pour retenir des oeufs d'éperlans. Dans les autres emplacements, c'est-à-dire, A, C, D et E, les zones de 10, 20 et 30 pieds furent échantillonnées avec des filets maillants les 24, 25 et 28 mars, dates qui coïncident avec la période où les spécimens capturés dans la localité B augmentaient considérablement en nombre.

Aux mêmes dates, la zone de moins de 10 pieds de profondeur, dans chacune de ces quatre localités, fut l'objet d'observations nocturnes faites à partir de fenêtres perforées dans la glace. La décharge du ruisseau Paré située dans la localité A fut étudiée comme celle du ruisseau Gérard, décrite précédemment. Il est à noter que ces deux ruisseaux ont un débit très négligeable à cette période de l'année.

FIGURE 6 Représentation bathymétrique de la Baie
Northfield du lac Heney, situant les cinq
localités étudiées.

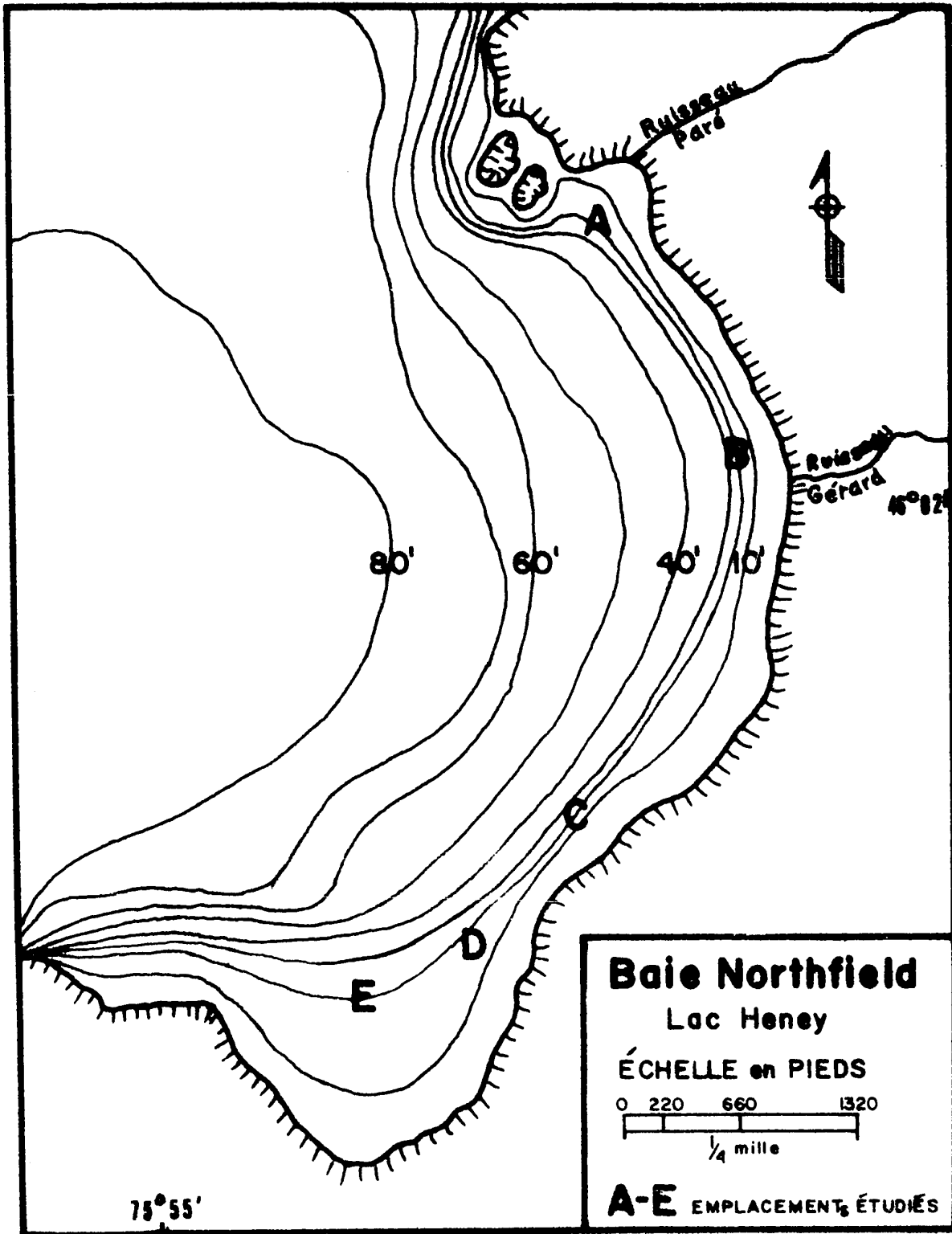
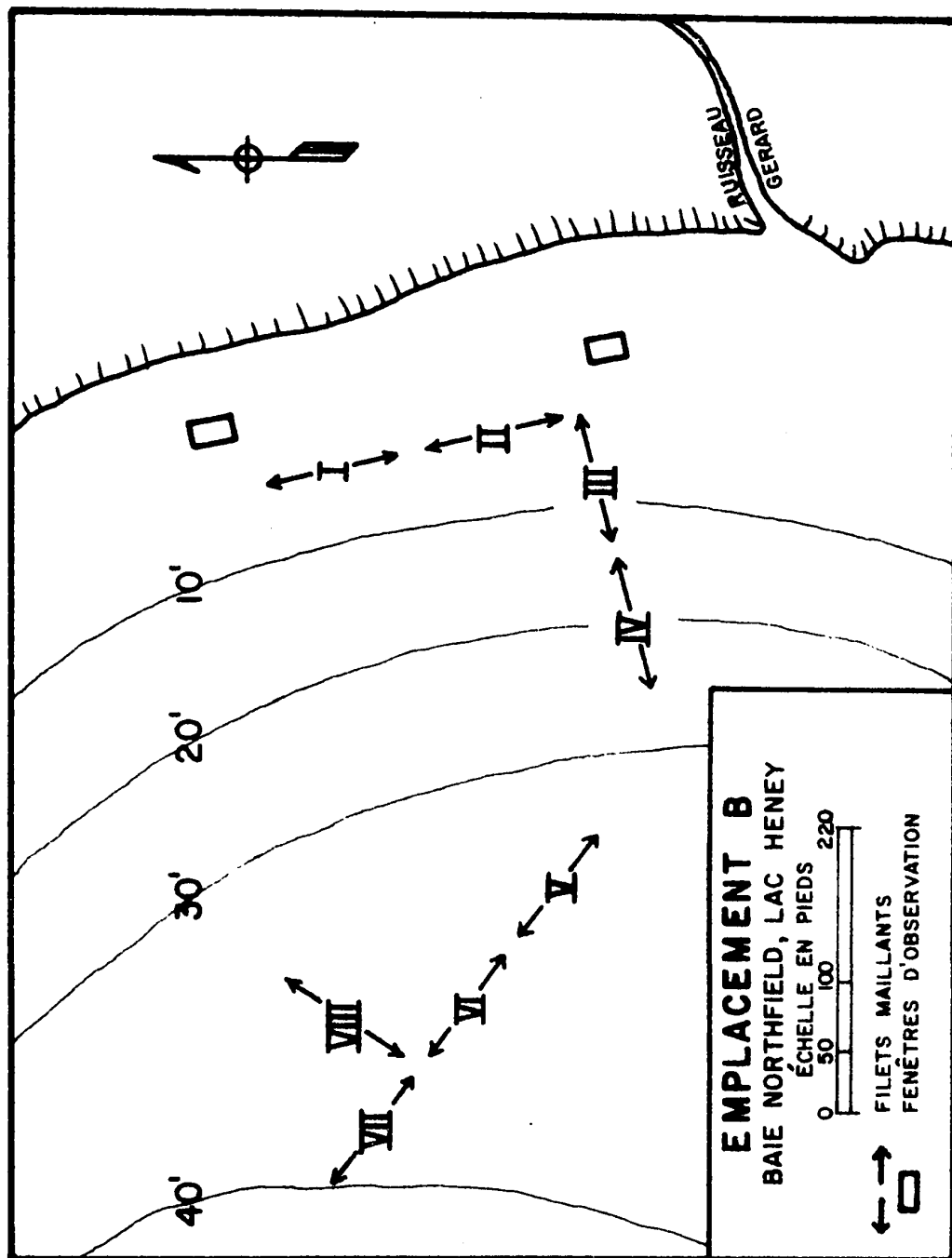


FIGURE 7 Emplacement B de la Baie Northfield dé-
montrant les positions des huit filets
maillants.



Au total, 870 mâles et 686 femelles ont été capturés, ils ont tous été examinés sur place, ou congelés en vue d'une étude ultérieure.

Fraye (population d'éperlans nains).

Parce que les éperlans nains frayent sur les plages de sable et de gravier du lac Heney pendant la débâcle, l'étude de leur reproduction s'est avérée difficile. Des masses de glace en "chandelles" recouvrent sporadiquement les frayères rendant impossible l'établissement de stations permanentes comme nous l'avons fait avec la population d'éperlans géants. Certaines frayères sont cependant connues. On connaît aussi la date précise de la fraye pour les années 1966 et 1967, et cela d'après les stades de maturation des gonades observés du 23 avril au 11 mai 1966 et du 20 avril au 12 mai pour l'année 1967.

Au moins cinquante éperlans furent examinés quotidiennement en vue de l'établissement du pourcentage des stades de maturité. La pêche électrique effectuée au même endroit (C.E. P., fig. 4) durant les nuits du 19 au 20 et du 20 au 21 avril 1965, rendit possible la capture d'éperlans nains aux stades 3 et 4. Ceci nous permit de confirmer nos résultats obtenus en 1966 et 1967 sur la date et le site de la fraye.

Désignation des stades de maturité.

Vladykov (1956) reconnaît sept stades de maturation des gonades. Nous avons appliqué la nomenclature suivante à notre étude:

- Stade 0: Spécimen immature n'ayant pas encore frayé.
- Stade 1: Période de repos ou de la latence des gonades, "quiescent".
- Stade 2: Période d'ébauche de développement.
- Stade 3: Période active de maturation.
- Stade 4: Période de maturité.
- Stade 5: Période de reproduction ou de fraye.
- Stade 6: Période post-fraye ou quai "spent".

CHAPITRE IV

Écologie, Comportement et Mouvement.

Nourriture; méthode de Thompson

La méthode de Thompson (1959) employée également par Ferguson (1965) dans l'examen de contenus stomacaux d'éperlans du lac Erié, fut utilisée.

Par la méthode de Thompson, on évalue le volume du contenu stomacal. On a attribué la valeur 0 à un estomac vide et 10 à un estomac plein. Après identification de chacun des items compris dans l'estomac, on établit leur importance selon le degré de plénitude déterminé auparavant. Selon l'importance de l'organisme ingéré, on procéda à l'identification du genre.

Au cours de l'année 1966-67, 800 estomacs furent examinés par groupe de 66 mensuellement, à l'exception du mois de décembre où 74 estomacs furent examinés. Ils furent prélevés dans chacune des deux populations adultes d'éperlans. Les résultats furent groupés par saison: janvier, février et mars, mois d'hiver; avril, mai et juin, mois de printemps; juillet, août et septembre, mois d'été, et octobre, novembre et décembre, mois d'automne. Le nombre de 400 estomacs examinés chez les éperlans nains et de 400 chez les éperlans géants, nous semble représentatif des différences trouvées dans le régime alimentaire des deux populations adultes d'éperlans du lac Heney. Il est entendu que les jeunes de l'année et les individus d'un an des deux populations ont un régime passablement identique, et c'est pourquoi notre étude n'a porté que sur les éperlans adultes.

Mortalité et population.

Stations permanentes: (Inventaire des classes d'âges affectées).

En vue de démontrer l'importance de la mortalité printanière, affectant

les éperlans nains du lac Heney, cinq stations permanentes de cent pieds de longueur furent établies le long des rives du lac en 1965. En 1966 et 1967, à la même période de l'année, soit au mois de mai, le nombre de stations permanentes fut porté à quinze. Quotidiennement, durant le temps de la mortalité, soit plus d'un mois, des dénombrements directs de spécimens morts et moribonds furent effectués. Deux équipes de travail ont effectué ces dénombrements tous les matins.

En plus, deux estimations des éperlans nains, morts sur toutes les grèves du lac, furent établies en 1966 et 1967, afin d'obtenir une approximation du nombre total d'individus décimés parmi les classes d'âges en cause. On attachait beaucoup d'importance à ces estimations, car on est conscient que les quinze stations ne reflètent pas le nombre total d'éperlans décimés sur la surface totale du lac. Ces estimations furent réalisées au plus fort de la mortalité.

La figure 8. 1 illustre une partie du rivage d'une station de cent pieds. Tous les éperlans morts étaient quotidiennement comptés et enlevés des stations. Un échantillonnage de ces éperlans nains était gardé à chaque jour pour vérification de l'état des gonades et de l'infestation par Glugea hertwigi (Sprozoa: Microsporidia).

Les numéros 2, 3 et 4 de la figure 8, montrent l'importance de la mortalité à la mi-mai. A cette période de l'année, les spécimens étaient pesés plutôt que d'être comptés un à un. (fig. 8).

La direction et la force des vents, prédominance ouest ou nord-ouest en cette saison, ont été prises en considération. C'est pourquoi la plupart des stations étaient situées sur le côté est du lac Heney.

Seuls les éperlans moribonds ou morts récemment (branchies encore rouges) étaient comptés car le mouvement des vagues apportait dans nos stations, en certaines occasions, des spécimens morts ailleurs plusieurs jours auparavant. Ce risque d'erreur, a particulièrement été surveillé.

Flottaison-submersion.

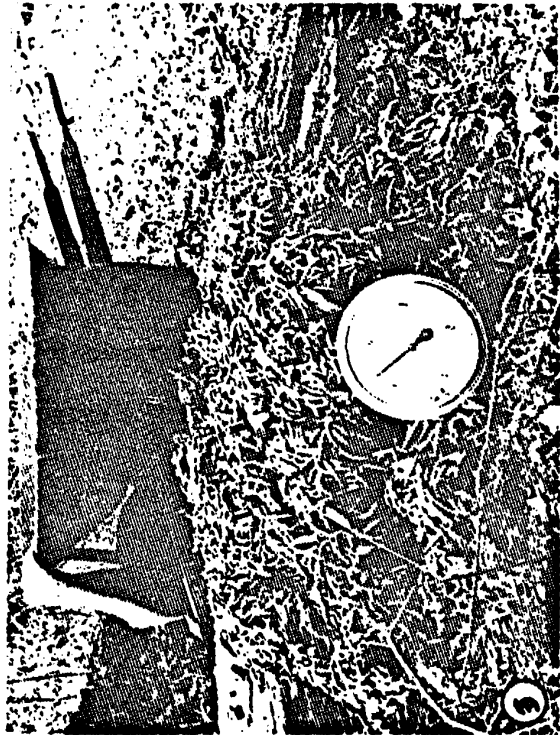
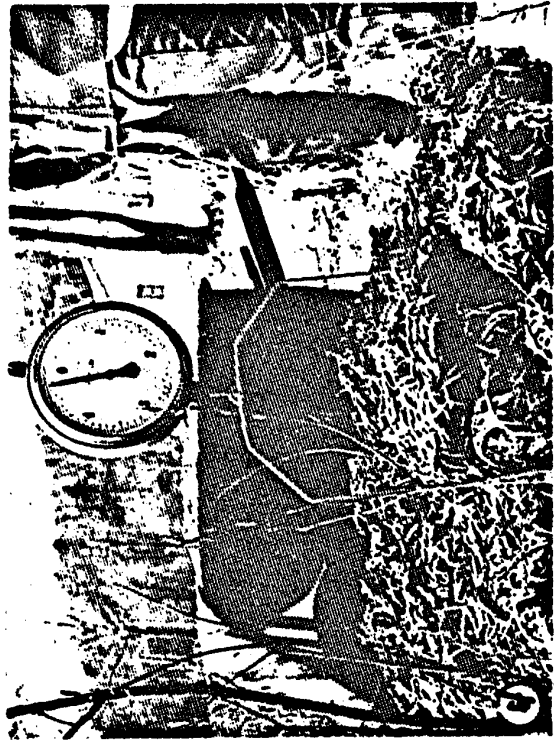
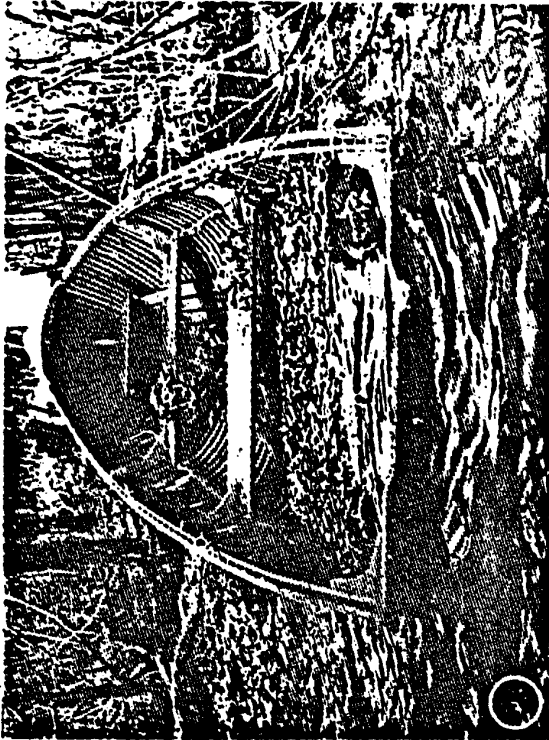
Dans un tel inventaire par dénombrement direct, il faut également tenir compte du taux de flottaison et de submersion des poissons. C'est pour quoi une expérience de la sorte fut menée dans un bassin de 8' x 3' x 3' placé dans six à huit pouces d'eau sur une rive du lac. Le bassin fut placé au soleil afin de reproduire les conditions auxquelles sont exposés les éperlans mourants (fig. 5, appendice) et une circulation d'eau, à même l'eau du lac, fut installée. 4,709 éperlans adultes nains furent capturés en trois coups de seine vers 19:00 heures le 16 mai 1967 dans la baie Northfield. Quelques jours avant le sommet de la mortalité, il est relativement facile de seiner de grandes écoles d'éperlans, qui au point du jour et à la nuit tombante, nagent près de la rive dans deux à trois pieds d'eau*.

Ces spécimens furent immédiatement mis dans le bassin et aux 12 heures, on compta le nombre de spécimens morts au fond et en surface du bassin. Les éperlans morts qui flottaient, furent transférés dans une cuve et on plaça ceux qui étaient submergés dans une autre cuve pour une deuxième vérification après douze heures. Ces spécimens étaient ensuite rejetés vingt-quatre heures après leur mort.

* Ce comportement ainsi que les mouvements près de la surface de l'eau entrent parmi les syndromes précédant la mortalité massive printanière.

FIGURE 8

- No. 1 Partie du rivage d'une station de cent
 pieds montrant des éperlans nains morts
 échoués sur la grève.
- No. 2 Chaloupe sur la rive du lac Heney pleine
 d'éperlans morts que la vague a emportés.
- No. 3 Amas d'éperlans morts recueillis après
 leur dénombrement dans quelques stations.
- No. 4 Evaluation du nombre d'éperlans morts par
 la méthode des pesées.



Mortalité naturelle.

Par mortalité naturelle on entend toute mort non causée par un processus de la pêche. (Ricker, 1958). Au lac Heney les populations d'éperlans ne sont pas exploitées par les pêcheurs en aucun temps de l'année, et selon la définition de Ricker il n'y a donc que des morts naturelles.

A partir de 459 captures des deux populations d'éperlans, nous avons déterminé le taux de survie, le taux de mortalité selon les classes d'âges, et le taux de mortalité naturelle de population selon la méthode de Ricker, (1958). Cet échantillonnage a été effectué au cours de l'été 1967 à l'aide de filets, toujours de mêmes mailles, afin d'éviter dans la limite du possible, la sélection des spécimens capturés. Les filets furent tendus dans les zones préférées des deux populations à cette période de l'année, afin d'obtenir un rendement de capture optimum.

Par taux de survie on entend le rapport entre le nombre de poissons vivants après une année, et le nombre initial multiplié par 100. Exemple: Eperlans géants d'âge III+: 86, d'âge IV+:45, d'âge V+:7. Donc: $45/86 \times 100 = 52.3\%$. La mortalité de classe, dans un tel cas est donc de 47.7%. La mortalité de population est obtenue en soustrayant de 100, le rapport multiplié par 100 entre la fréquence de capture des spécimens les plus âgés et celle des plus nombreux: Exemple: $100 - (7/86 \times 100) = 91.9\%$. Les résultats sont basés sur 243 éperlans géants et 216 éperlans nains des classes d'âges I à VI et les calculs effectués selon Ricker (1958).

Population totale initiale d'éperlans nains (Age 2 et 3).

Connaissant le nombre d'éperlans par classe d'âges, le nombre d'éper-

lans décimés par la mortalité catastrophique printanière, et le taux de mortalité naturelle, on peut obtenir une estimation de la population totale initiale d'éperlans nains habitant le lac Heney pour les classes d'âges en question.

Nous obtiendrons ainsi, pour 1967, une estimation minimum de la population totale initiale d'éperlans nains d'âge 2 et 3. Il faut cependant présumer qu'aucune autre cause de mortalité naturelle n'est survenue au cours des années antécédentes.

Répartition géographique.

La carte topographique qui a servi à l'élaboration des figures 39 et 40, est une adaptation de la carte numéro 3 des principaux bassins hydrographiques de la province de Québec, préparée au Bureau de l'Économie Forestière en 1966, Service forestier, Ministère des Terres et Forêts, Québec.

C'est la région de la vallée de l'Outaouais, la plus peuplée en éperlans dulçaquicoles au Québec, que nous avons surtout étudié au cours des cinq dernières années. Par la suite, une enquête effectuée en 1967 auprès des chefs de districts du Service de la faune du Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, compléta au niveau provincial, une classification systématique des principaux plans d'eau contenant de l'éperlan d'eau douce. (Delisle et Veilleux, 1969).

Dans le fleuve St-Laurent, l'extrémité sud-ouest de l'Île d'Orléans représente notre point limite entre l'eau douce et l'eau salée.

A cause de leur importance, nous n'avons pas assigné de numéro de bassin de drainage à la rivière Outaouais, au fleuve St-Laurent et ses élargissements, ainsi qu'au lac St-Jean et à son émissaire, la rivière Saguenay.

Les nappes d'eau rapportées dans ce travail représentent celles portées à notre connaissance jusqu'au mois de décembre 1968.

Parasites - (Méthode d'examen pour Glugea hertwigi chez les éperlans nains adultes et d'âge 0).

Glugea hertwigi est un protozoaire de la classe des sporozoaires (Microsporidia). On se bornera aux méthodes d'examen ayant trait à la détermination du taux d'infestation de Glugea hertwigi chez la population d'éperlans nains (jeunes de l'année et adultes). Nos données sur le site de l'infestation et sur d'autres aspects de la biologie de Glugea hertwigi infestant les éperlans adultes nains et géants du lac Heney feront l'objet d'un travail subséquent.

1) Age 0

Le 22 juin 1967, c'est-à-dire environ un mois et demi après l'éclosion, 134 jeunes de l'année furent capturés. Par la suite, une moyenne de 500 spécimens furent capturés bi-mensuellement jusqu'au 15 septembre. Le 30 septembre, l'échantillonnage fut de 162 spécimens. La méthode de capture met à profit le phototaxisme positif des jeunes de l'année. Une source artificielle de lumière blanche, pendant la nuit, attire en surface les jeunes de l'année présents dans les eaux environnantes, et cela surtout dans les zones où la profondeur n'excède pas 10 pieds. Ces jeunes sont alors capturés à l'aide d'une épuisette à mailles fines. Cette réaction était particulièrement remarquable dans une baie à l'ouest du lac Heney (fig. 4, voir cercle^{1,26}). C'est de cette baie que proviennent tous les spécimens utilisés pour cette étude.

Les poissons ainsi capturés étaient gardés vivants et examinés sur place afin de déterminer le nombre de kystes à Glugea. A l'état vivant, les jeunes de l'année sont assez transparents pour permettre le dénombrement des kystes logés dans les organes internes aussi bien qu'externes. Même si les tissus de ce poisson deviennent plus opaques à la fin de la saison, on peut encore estimer le nombre total de kystes.

Cette détermination du taux d'infestation chez les éperlans nains d'âge 0 dut se terminer le 30 septembre, malgré notre intention de suivre le progrès de l'infestation jusqu'au gel du lac. Pour des raisons inconnues, les jeunes de l'année avaient déserté leur habitat nocturne.

2) Adultes.

Quant aux éperlans nains adultes, cent spécimens furent examinés mensuellement, au cours d'une période d'une année (septembre 1964 à septembre 1965). Ces autopsies furent effectuées dans le but de trouver si une variation mensuelle s'établissait dans le taux d'infestation de Glugea hertwigi.

Méthode d'étiquetage de Shiraishi.

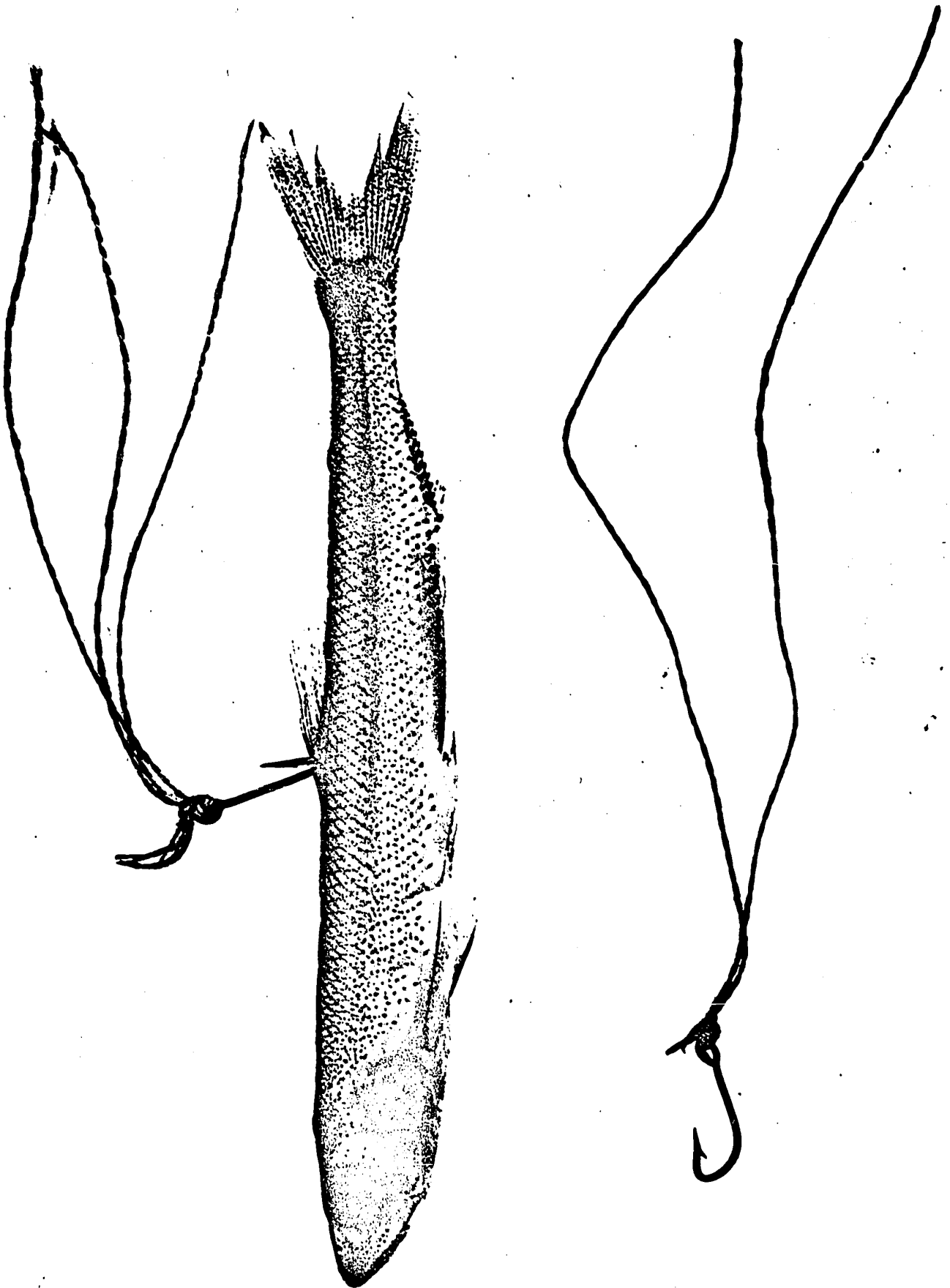
La méthode d'étiquetage de Shiraishi (1952-1953) a été utilisée pour l'étude des mouvements des éperlans nains adultes sous la glace de la baie Northfield. Cette méthode consiste à insérer un petit hameçon No. 12 dans les muscles dorsaux à l'avant de la nageoire dorsale (fig. 9). A l'oeillet de l'hameçon sont attachés des fils de soie de différentes couleurs. Chaque couleur correspond à la date de libération des individus marqués. La mortalité causée par cette méthode de marquage est élevée, mais sans importance pour nous puisqu'il s'agit uniquement de déterminer s'il y a un mouvement

hivernal directionnel des éperlans. L'expérience d'étiquetage fut faite dans la baie Northfield au cours de l'hiver 1966. Huit cent soixante-douze spécimens furent étiquetés et libérés lorsqu'ils semblaient en bonne condition physique.

En quatre nuits, soit les 11 et 12 février 1966 et les 17 et 18 du même mois, ces spécimens furent libérés à partir de 19:00 heures, par groupe de 50 individus et ce, à tous les quarts d'heure. Entre le temps de capture et d'étiquetage et la période de libération, les spécimens étaient gardés dans un bassin de 8' x 3' x 3' (fig. 3, no. 7 appendice) alimentés à même l'eau du lac. L'étiquetage ne semble en aucun point avoir influencé le comportement des éperlans ayant survécu à l'étiquetage.

Les observations ou les recaptures des spécimens étiquetés furent faites en dedans d'une période de 8 jours. A l'opposé de Shiraishi, les recaptures ne furent pas faites aux filets maillants, mais par pêche électrique combinée avec l'effet de phototaxie positive. Cette pêche électrique se fait à l'aide d'un transformateur qui redresse le courant continu (12V) d'une pile d'automobile en courant alternatif (110V). Le tout est relié à deux électrodes de cuivre de 6 pouces de longueur placés immédiatement sous la glace. (fig. 2, no. 4 appendice).

FIGURE 9 Méthode d'étiquetage: Petit hameçon No. 12
inséré à la périphérie des muscles dorsaux
à l'avant de la nageoire dorsale. Des fils
de soie de différentes couleurs sont attachés
à l'oeillet de l'hameçon (X2.5).



R É S U L T A T S

CHAPITRE V

Physique et Chimie du lac Heney.

La profondeur maximum du lac Heney est de 115 pieds, tandis que la profondeur moyenne du lac, calculée selon Welch (1948), est de 60 pieds.

La section Sud du lac est beaucoup plus profonde que la section Nord. C'est surtout dans la section Sud du lac qu'on a capturé des éperlans géants, tandis que les éperlans nains sont distribués dans les deux sections du lac (tableau 1, p. 19). La carte bathymétrique du lac (fig. 10) nous a aidé à délimiter l'habitat principal de l'éperlan géant au cours de l'été. Il se situe dans la section Sud du lac et plus précisément à l'intérieur de l'isobathe de quatre-vingt-dix pieds qui encercle la plus grosse île du lac. Cette distribution ne vaut que pour la saison estivale car on sait qu'au cours des autres saisons, avec les brassages de l'eau et la formation de la glace en hiver, les poissons vivant habituellement sous la thermocline, sont plus uniformément distribués dans le plan d'eau.

Stratification thermique.

Les courbes des figures 11 et 12 sur les changements de la température de l'eau, montrent la formation de la thermocline printanière pour les années 1966 et 1967. Elles sont d'une importance primordiale dans l'étude des phénomènes de reproduction et de la mortalité printanière. Elles seront discutées plus tard. Disons seulement que la figure 11 démontre les différences de température qui peuvent exister à la fin de mai

FIGURE 10 Carte bathymétrique du lac Heney. Sondage
et dessin effectués par l'auteur.

Le contour des îles n'a pas été respecté,
étant donné l'échelle de la carte et les
pentes abruptes à leur périphérie.

LAC HENEY

COMTÉ: GATINEAU

CANTONS: NORTHFIELD, III & IV;
HINCKS, V

ALTITUDE: 500 pieds

SUPERFICIE: 3,075 acres

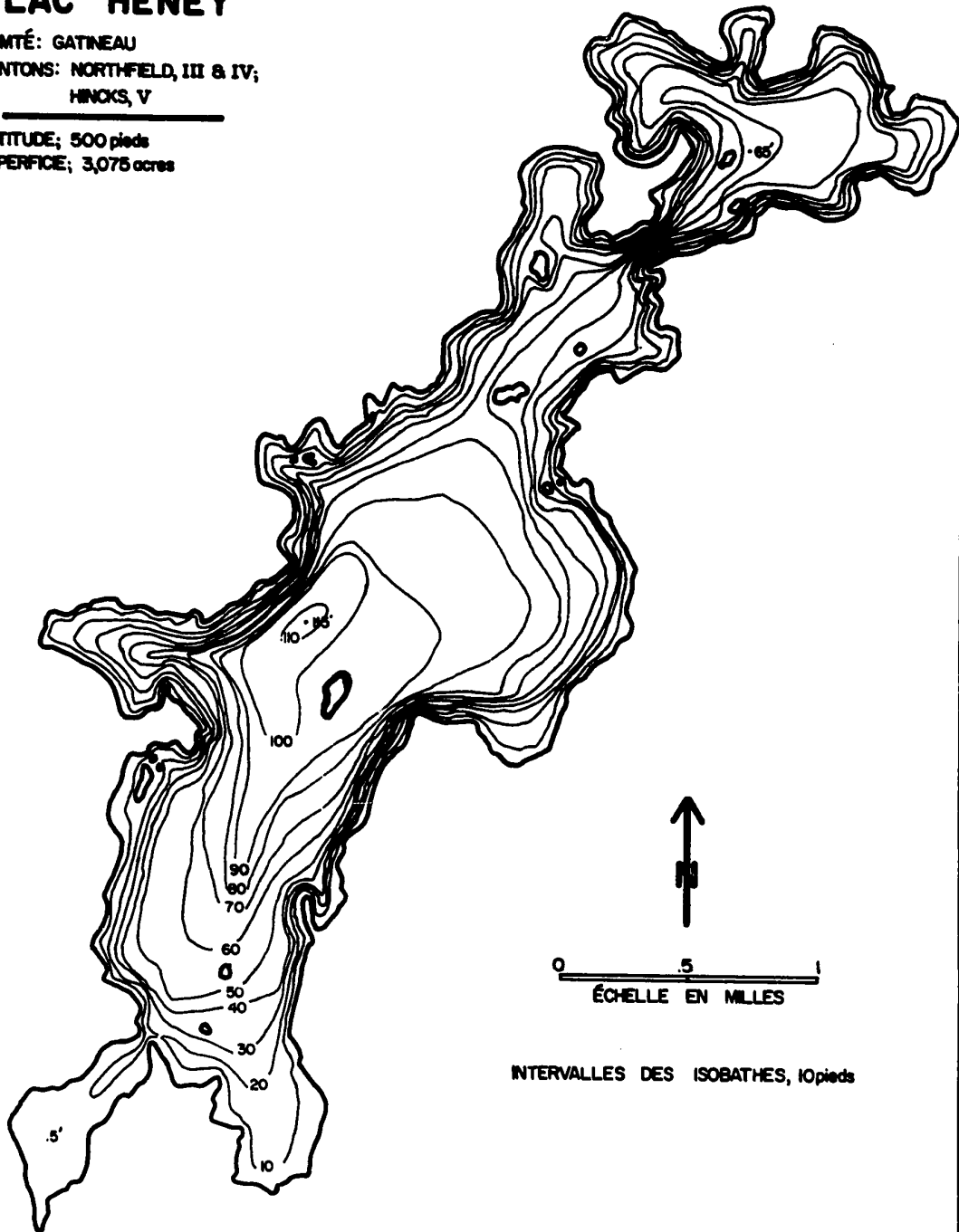


FIGURE 11 Établissement progressif de la thermocline
du printemps 1966 et écarts de températures
pouvant se produire selon les années.

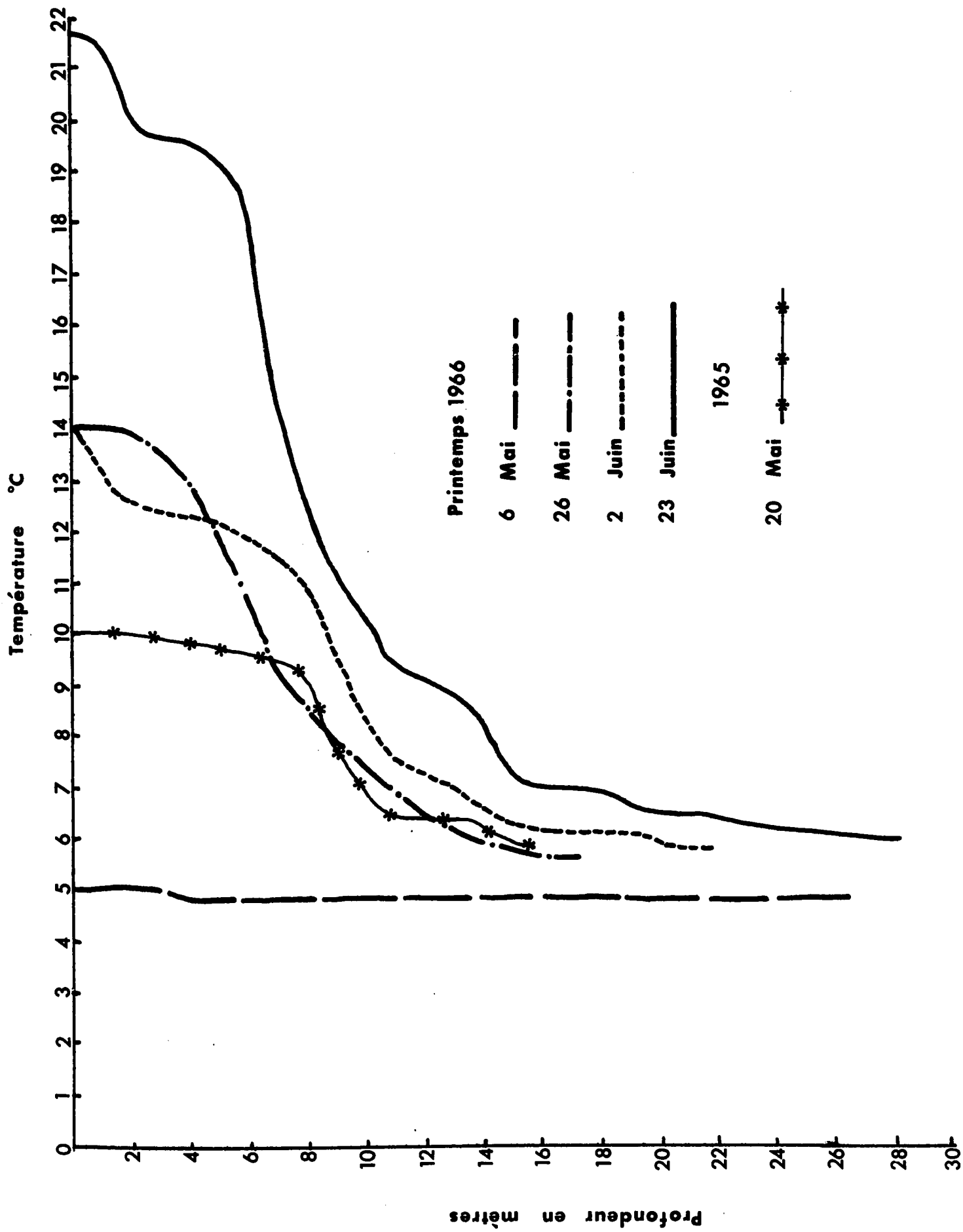
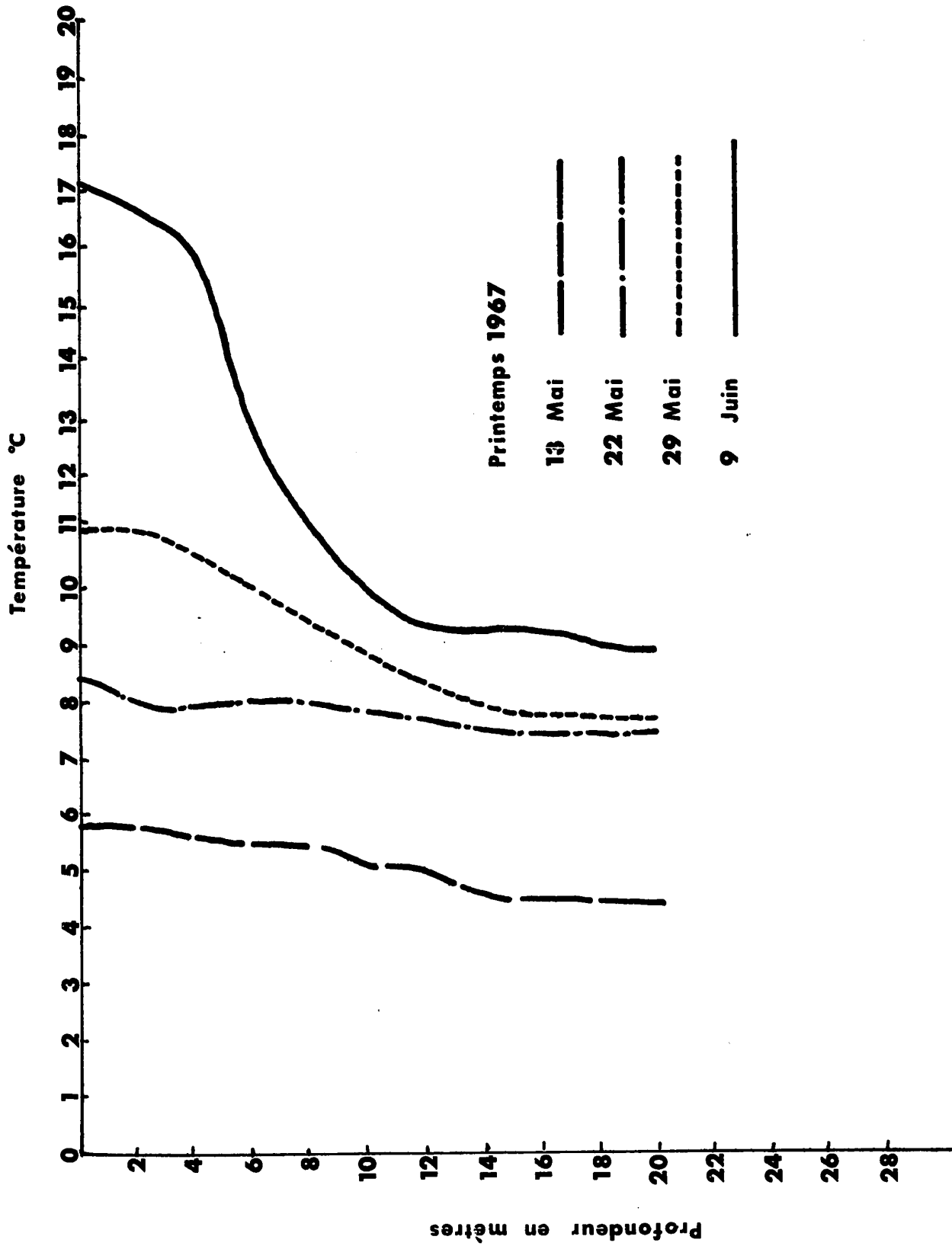


FIGURE 12

Établissement progressif de la thermocline
du printemps 1967. L'eau de surface demeure
froide plus longtemps qu'au cours de 1965
et 1968.



au cours d'années différentes. La figure 13 représente les variations de températures mensuelles maxima minima entre 0 et 60 pieds de profondeur, de septembre 1964 à août 1965. La température de surface atteint donc 23 C le 19 juin 1965, tandis que son minimum à 60 pieds de profondeur est de 6.6 C. Quant à la figure 14, elle nous renseigne sur les températures préférentielles de fraye de l'éperlan nain pour les années 1966 et 1967.

Gel et dégel.

Le tableau II donne les dates de gel et de dégel du lac Heney pour les années de 1964 à 1968. Des données supplémentaires sur l'épaisseur de la glace sont aussi enregistrées.

Rupp (1959) attache une grande importance sur la date de la débâcle en vue d'établir s'il y a une relation entre ce dernier facteur et la date de la fraye. La fraye de l'éperlan nain a toujours eu lieu pendant les dates des débâcles de 1965, 1966 et 1967 (fig. 15) ce qui n'est pas le cas pour la population d'éperlans géants qui les précèdent de plusieurs jours. Il y a donc une relation entre ces deux facteurs en ce qui concerne les éperlans du lac Heney.

Transparence de l'eau

En tout temps de l'année, le disque de Secchi peut être vu entre 10 et 18 pieds de profondeur. Il va sans dire qu'en dehors des perturbations passagères (crues), la transparence de l'eau constitue un indice partiel du type de plan d'eau. Une eau claire et froide caractérise un plan d'eau oligotrophique où existent des espèces telles que la truite de lac (C. namaycush), le cisco (C. artedii), le corégone (C. clupearformis), l'éperlan

FIGURE 13 Variations de températures mensuelles
maxima-minima entre 0 à 60 pieds de
profondeur, de septembre 1964 à août
1965

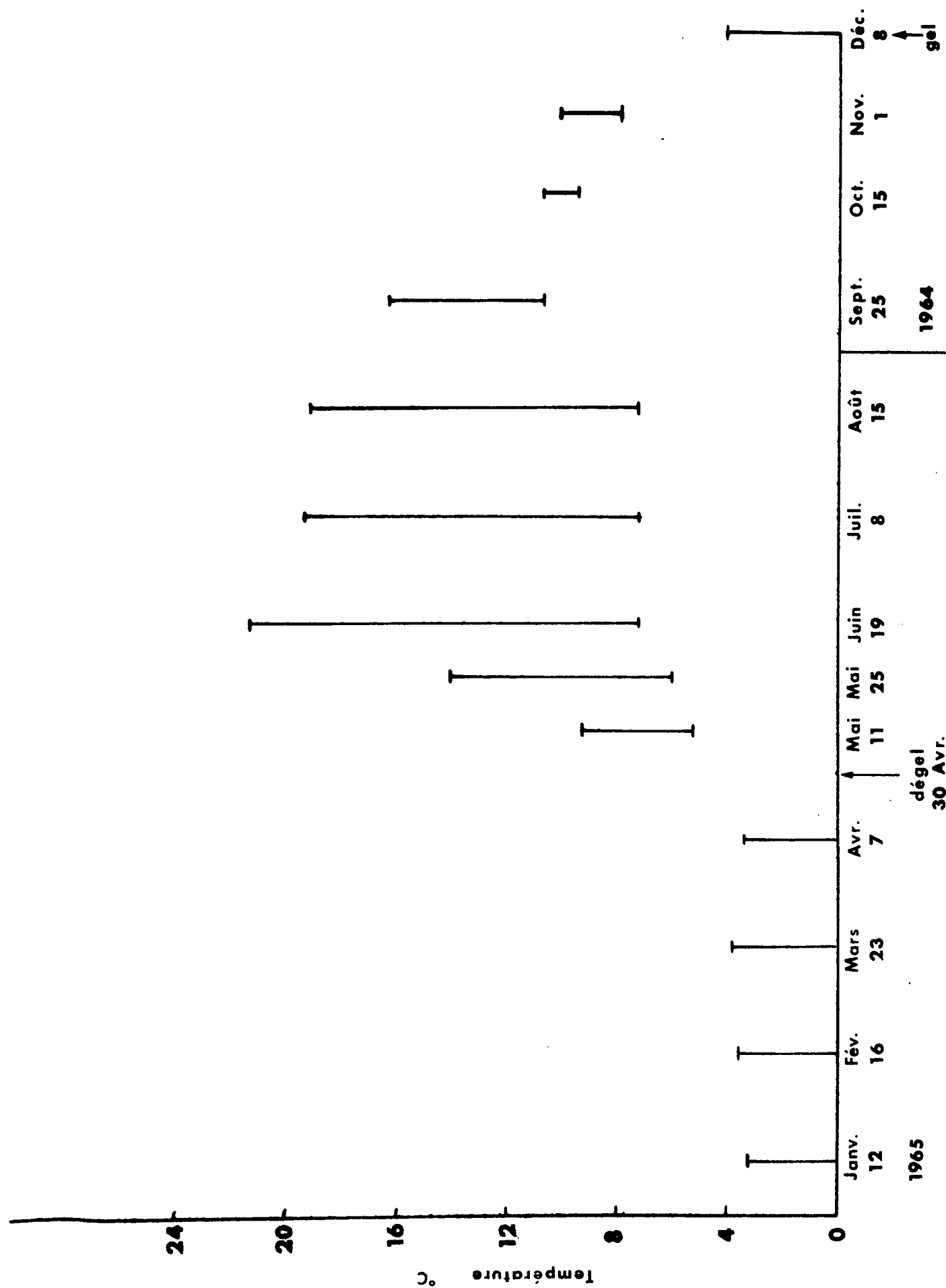


FIGURE 14 Température quotidienne de l'eau à
trois pieds de profondeur de la débâcle
au 13 mai pour les années 1966 et 1967.

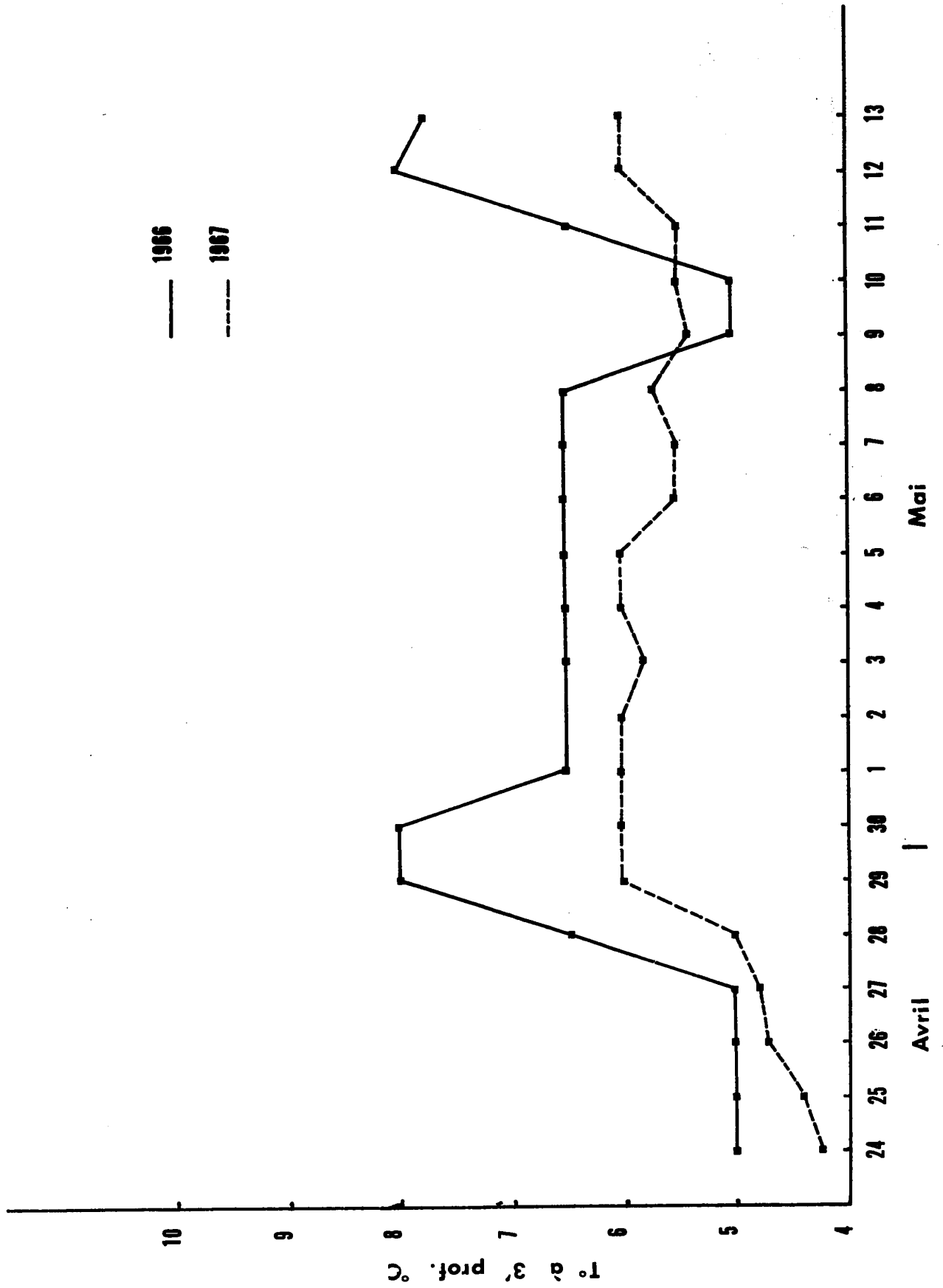


TABLEAU II - Dates auxquelles le lac Heney a gelé et dégelé au cours des années 1964 à 1968, ainsi que l'épaisseur de la glace à différentes dates.

		1964-65	1965-66	1966-67	1967-68
Gel		8 déc.	19 déc.	28 déc.	27 déc.
Dégel		1 mai	30 avril	23 avril	23 avril
Épaisseur de la glace	2"	11 dec.	22 dec.	-	-
	4"	18 dec.	-	5 janv.	-
	10"	-	4 janv.	-	-
	15"	10 janv.	14 janv.	15 janv.	-
	20"	20 janv.	26 janv.	25 janv.	-
	25"	28 janv.	6 fév.	10 fév.	-
	30"	3 fév.	20 fév.	1 mars	-
	15"	23 mars	20 mars	25 mars	-
	12"(3")*	15 avril	7 avril	6 avril	-
	10"(5")*	24 avril	21 avril	15 avril	-

* Il s'agit ici de 3 et 5 pouces de glace en "chandelles" recouvrant la glace solide.

(O. eperlanus mordax) et autres poissons dit pionniers. Le lac Heney entre dans ce genre de plan d'eau oligotrophique malgré sa faune planctonique relativement riche.

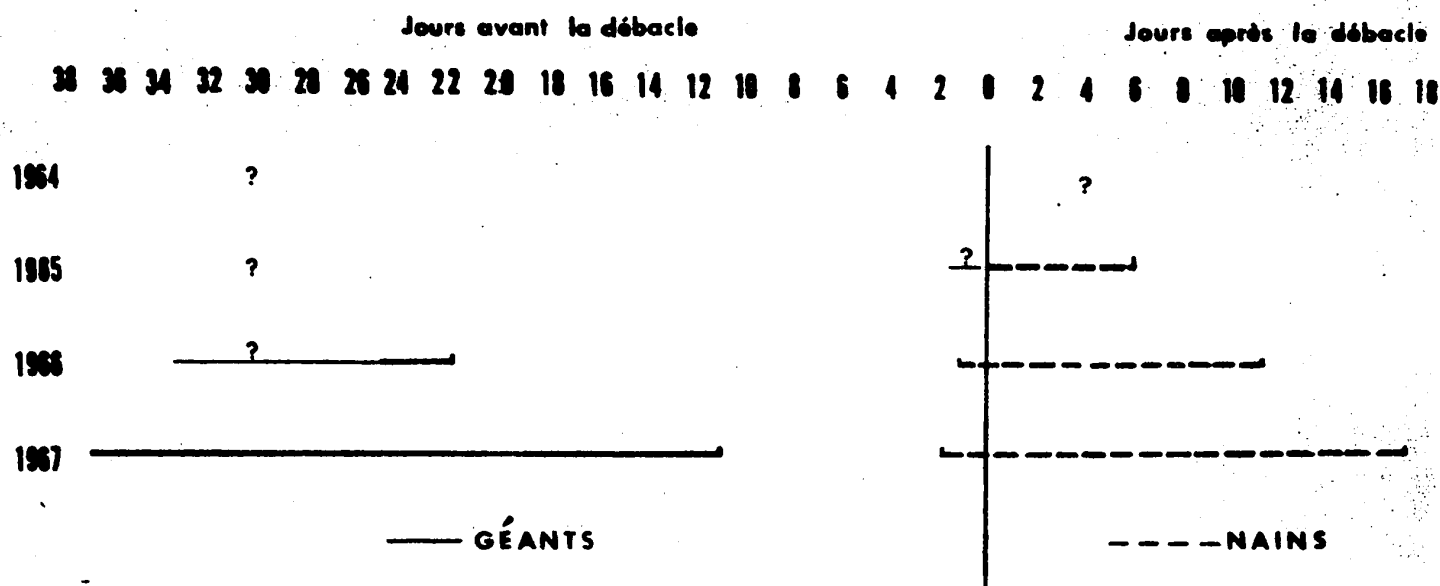


FIGURE 15 Périodes et durée de la fraye des deux populations d'éperlans du lac Heney par rapport à la débacle.

Chimie de l'eau.

L'analyse de l'eau fut faite principalement en vue d'établir qu'il n'y a aucun facteur chimique pouvant intervenir dans la mortalité printanière des éperlans nains. Quinze déterminations chimiques furent faites. Le tableau III présente les résultats de quelques-uns de ces tests.

Seule l'eau d'une zone à l'ouest de la grande île (fig. 10), à cent pieds de profondeur et à la base d'un talus de glaise, contenait 3 à 4 ppm d'oxygène. Ce talus de glaise n'est pas indiqué sur la carte bathymétrique. Sauf à cet endroit, l'oxygène dissout est en concentration suffisante en tout temps de l'année et à toutes profondeurs. La mortalité printanière des éperlans nains n'est probablement pas d'origine chimique, étant donné que les résultats obtenus n'ont rien d'anormaux d'après les normes de Rawson (1938).

TABLEAU III - Rapport analytique de certains facteurs chimiques de 1966
à 1967.

ANALYSES	Printemps 1966	Automne 1966	Hiver 1966-1967	Printemps 1967
T° eau (°C) au moment de l'analyse	19.0	23.0	4.0	10.0
Oxygène (60' prof.)*	12	14	10	13
Anhydride carbonique (60' prof.)	12.6	13.0	13.1	12.9
Alcalinité totale (CaCO ₃)	21.7	40.0	41.6	32.8
Cuivre	.15	.10	.12	.16
Fer	.31	.42	.31	.25
Nitrate	16.2	6.4	5.1	12.4
Dureté totale	65.7	70.0	53.0	60.0
pH	7.2	7.6	7.4	7.1

* Toutes les valeurs sont données en ppm.

CHAPITRE VI

Statut taxonomique des deux populations sympatriques.

Mayr (1963) écrit: "Since sympatry of natural populations indicates reproductive isolation, we can use the amount of morphological difference among sympatric species as a yardstick in the evaluation of the taxonomic status of related populations."

C'est dans cette optique que nous allons utiliser nos résultats taxonomiques.

Le tableau IV présente certains caractères méristiques et morphométriques des adultes des deux populations, et indique le pourcentage de séparation de chacun des caractères chez les deux populations ainsi qu'un test "chi carré". McAllister (1964) compare deux espèces parentes de Cottus de cette façon.

Difformités des branchiospines.

Malgré le chevauchement entre les deux populations quant au nombre de branchiospines, il est intéressant de noter que les nains possèdent plus de branchiospines que les géants. Cela va de pair avec leur diète plus planctonique que celle des éperlans géants qui se nourrissent surtout d'un niveau trophique plus élevé (Mysis, insectes, éperlans nains). Chose inusitée, 46 des 50 éperlans géants possédaient des branchiospines difformes, tandis que seulement trois éperlans nains sur 50 manifestaient ce même caractère. A maintes reprises, plusieurs branchiospines étaient déformées chez un même individu. Seules les 2e et 8e branchiospines

supérieures chez les nains, possédaient des formes rétrogrades, tandis que beaucoup d'autres difformités ont été notées chez les géants (fig. 16).

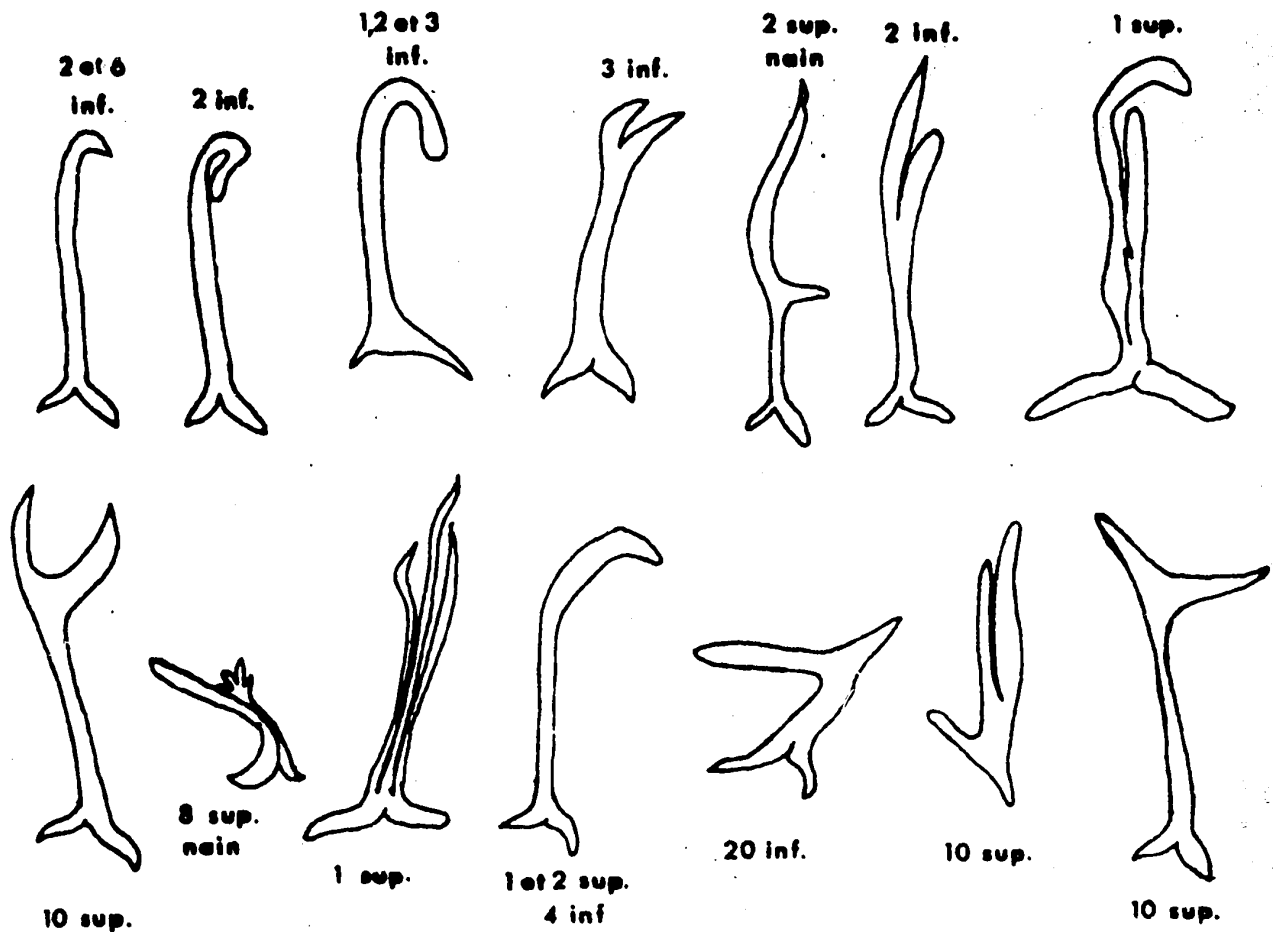


FIGURE 16 Difformités des branchiospines des éperlans du lac Heney. Toutes les illustrations de branchiospines proviennent d'éperlans géants sauf deux. Les chiffres indiquent que les branchiospines difformes furent trouvées seulement à ces endroits sur le premier arc branchial inférieur et supérieur.

TABLEAU IV

Comparaison entre certains caractères méristiques et morphométriques chez les deux populations d'éperlans nains et géants Osmerus eperlanus mordax du lac Heney.

Eperlan	Nbre de ray. dors.				Nbre de ray. an.			Nbre de ray. pect.				Ecailles perforées (L.L.)										Ecailles de la ligne lat.									
	40	41	42	43	46	47	48	40	41	42	43	42	43	44	45	46	47	48	49	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
Géant	0	23	23	4	2	20	28	1	1	44	7	0	2	42	9	10	7	6	4	0	0	1	4	10	8	8	7	6	3	3	
Nain	2	12	36	0	1	30	49	0	3	40	7	4	5	10	11	12	6	2	0	1	3	4	14	24	3	1	0	0	0	0	
	59% P > .05 de séparation				41% P > .05 de séparation			51% P > .05 de séparation				45% P > .05 de séparation										84% P < .004 de séparation									

BRANCHIOSPINES																				Différences				
Supérieures					Inférieures					Total					Normales					Anormales				
40	41	42	43		20	21	22	23	24	25	30	31	32	33	34	35	36	37						
Géant	6	20	24	0	3	30	14	3	0	0	3	3	10	28	3	3	0	0	4	46				
Nain	0	6	27	17	0	3	24	17	3	3	0	0	0	6	28	10	3	3	47	3				
	70% P < .004 de séparation				80% P < .004 de séparation					88% P < .004 de séparation					93% P < .004 de séparation									

Profondeur du corps / long. st.										Long. de la tête / long. st.										Prof. du pédoncule caudal / long. de la tête										
.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.20	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.20	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29							
Géant	0	0	4	18	14	8	2	2	2	13	19	11	3	2	8	4	6	10	6	4	0	0	0							
Nain	11	24	11	3	1	0	0	4	30	15	1	0	0	0	0	0	2	1	4	7	12	23	1							
	92% de séparation P < .004					82% de séparation P < .004					79% de séparation P < .004																			

Diamètre de l'orbite / long. de la tête										Vertèbres										
.17	.18	.19	.20	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30	60	61	62	63	64	May.	
Géant	2	4	8	24	6	6	0	0	0	0	0	0	0	5	25	19	1	62.32		
Nain							1	5	6	10	14	7	6	1	33	15	1	61.32		
	100% de séparation P < .004					79% de séparation P < .004														

Morphométrie.

Parmi les quatre caractères morphométriques analysés, seul le rapport du diamètre de l'orbite de l'oeil sur la longueur de la tête donne 100% de séparation. Chez les éperlans géants, le rapport entre le diamètre de l'orbite et la longueur de la tête est toujours plus grand que chez les nains. Pour les trois autres caractères morphométriques analysés, ils sont statistiquement différents (tableau IV).

Nombre de vertèbres.

Quant au nombre de vertèbres (fig. 6, appendice) on en trouve moins chez les nains que chez les géants.

Selon Taning (1951) et plusieurs autres auteurs dont Gravel (1967), le nombre de vertèbres est influencé par la température dans le processus du développement embryonnaire. Plus l'eau est froide, plus il y a de vertèbres et vice-versa. Les nains frayent plus tardivement que les géants, et l'oeuf en incubation est exposé à des températures supérieures à 40° (fig. 14). Selon cette règle, les nains devraient avoir moins de vertèbres que les géants. Cela est effectivement notre cas et il est ainsi difficile d'utiliser ce caractère en faveur de l'intégrité génétique des deux populations. A ce propos, les études de Lindsay (1962) sur G. aculeatus donnent des différences de l'ordre de .5 vertèbres et sont définitivement à consulter.

Autres caractères méristiques étudiés.

Quatre des autres caractères méristiques étudiés dont le nombre de rayons dorsaux, anaux, pectoraux, ainsi que le nombre d'écailles perforées

le long de la ligne latérale, n'ont aucune valeur significative. Cependant, il existe 81% de séparation entre les éperlans géants et nains en ce qui concerne le nombre d'écaillés le long de la ligne latérale.

Taxonomie biochimique

Mayr (1964) insiste sur le fait qu'en systématique les caractéristiques biologiques ou non-morphologiques dérivant du comportement, de la physiologie, de la biochimie ou de l'écologie du poisson, sont d'une importance capitale. Dans cette optique des spécimens des deux populations furent expédiés par l'intermédiaire du Dr D.E. McAllister au Dr H. Tsuyuki de l'Office des Recherches sur les Pêcheries du Canada à Vancouver. Ce dernier cite: "the 'giant' and 'stunted' specimens of Osmerus eperlanus mordax, are somewhat but not sufficiently different in their muscle protein to distinguish them."

Par la suite, grâce à l'intervention de M. J.P. Guerrier, le Dr Erwin Golberg du Department of Biological Sciences Northwestern University, Evanston, Ill. analysa des spécimens des deux populations spécialement pour l'enzyme LDH (déhydrogénase lactique). Il écrit: "It appears that both races contain five isoenzymes of LDH. In addition, the giant race has two more LDH bands on polyacrylamide gels which are not apparent in the pygmy smelt." Ces résultats furent obtenus à partir d'extraits du coeur, des testicules, des ovaires et des yeux prélevés dans les deux populations. Enfin, à la demande du Dr V.D. Vladykov, le Dr Paul Odense* analysa certains spécimens des deux populations d'éperlans du lac Heney. Il détermina le contenu en AAT (aminotransférase aspartique) en MDH (déhydrogénase malique) et en Estérases. Odense (1966) trouva différents génotypes chez le hareng

* (Laboratoire d'Halifax de l'Office des Recherches sur les Pêcheries du Canada)

à partir de semblables analyses mais pour le moment aucun résultat positif n'est ressorti des tests ci-haut mentionnés.

De plus, Geraci (1969, résultats non publiés) trouva peu d'activité due à la thiaminase chez les éperlans géants du lac Heney. Par ailleurs, la thiaminase abonde chez les éperlans nains du lac Heney tout comme chez ceux du lac Erié, et on assiste à une destruction rapide de la thiaminase (Vitamine B₁) chez ces populations.

Une étude cytotaxonomique proposée par le Dr Henry E. Booke est en cours. Il sera intéressant de voir si les karyotypes des deux populations diffèrent (Booke, 1968).

Il n'est pas question pour l'instant de conclure à l'efficacité de ces nouvelles méthodes d'analyses, car elles sont encore pour la plupart, au stade expérimental. Nous avons cru bon d'en mentionner l'existence afin que le lecteur soit averti de notre intention d'exploiter toutes les ressources qui pourraient aider à distinguer les deux populations.

CHAPITRE VII

Histoire Naturelle et Taux de Croissance.

Courbes de croissance.

Les courbes de croissance (fig. 17) des deux populations sympatriques prennent une certaine importance, si on considère le nombre restreint d'auteurs qui ont abordé un tel sujet. Cette figure compare, selon l'âge, les longueurs et les poids des éperlans nains et géants. Une différence de croissance frappante existe entre les deux populations sympatriques du lac Heney, et la figure 18.2 aide à visualiser cette disproportion en présentant deux spécimens dont un éperlan nain et un géant du même âge (4+). Des précisions sur le phénomène des populations allopatriques et sympatriques sont contenues au chapitre VIII, Ecologie (répartition géographique), et dans Delisle et Veilleux (1969).

Relations poids-longueur (Age I à VI).

La figure 19 représente les relations poids-longueur existant entre les deux populations d'éperlans du lac Heney d'après des données empiriques. Il est clair que les relations poids-longueur diffèrent de beaucoup entre la population d'éperlans géants et celle des nains, celle-ci n'atteignant jamais plus de 12 cm de longueur totale. En relation avec ce dernier point, les différences de longueurs trouvées au lac Heney (fig. 17), sont comparables à celles rapportées par Zilliox and Youngs (1958) chez les deux populations d'éperlans du lac Champlain. Dans ce dernier cas, des spécimens géants et nains de 3 ans, ont 23.3 et 15.8 cm respectivement. Il faut en

FIGURE 17 Courbes de croissance des éperlans géants
et nains du lac Heney. Comparaisons, selon
l'âge, des longueurs et poids des deux po-
pulations.

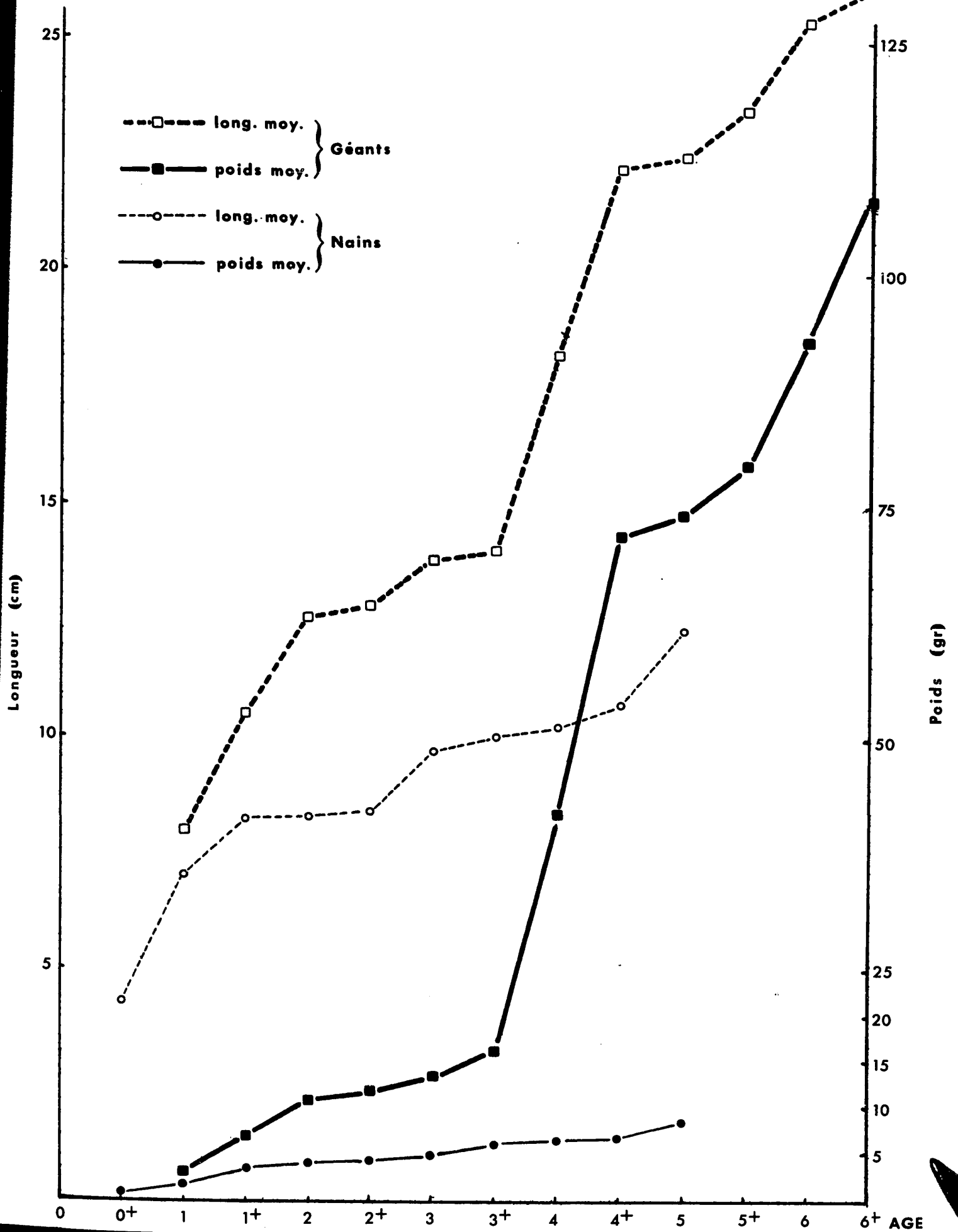


FIGURE 18 No. 1 Taille relative de trois individus appartenant à des populations allopatriques d'éperlans dits géants, normaux et nains.

Ces éperlans sont des adultes du même âge (4+). Eperlan géant en provenance du lac St-Simon, éperlan normal du lac Meach et éperlan nain du lac Pémichangan. Il n'y a pas de population d'éperlans normaux au lac Heney.

No. 2 Exemple typique de deux populations sympatriques d'éperlans géants et nains, telles que rencontrées au lac Heney.

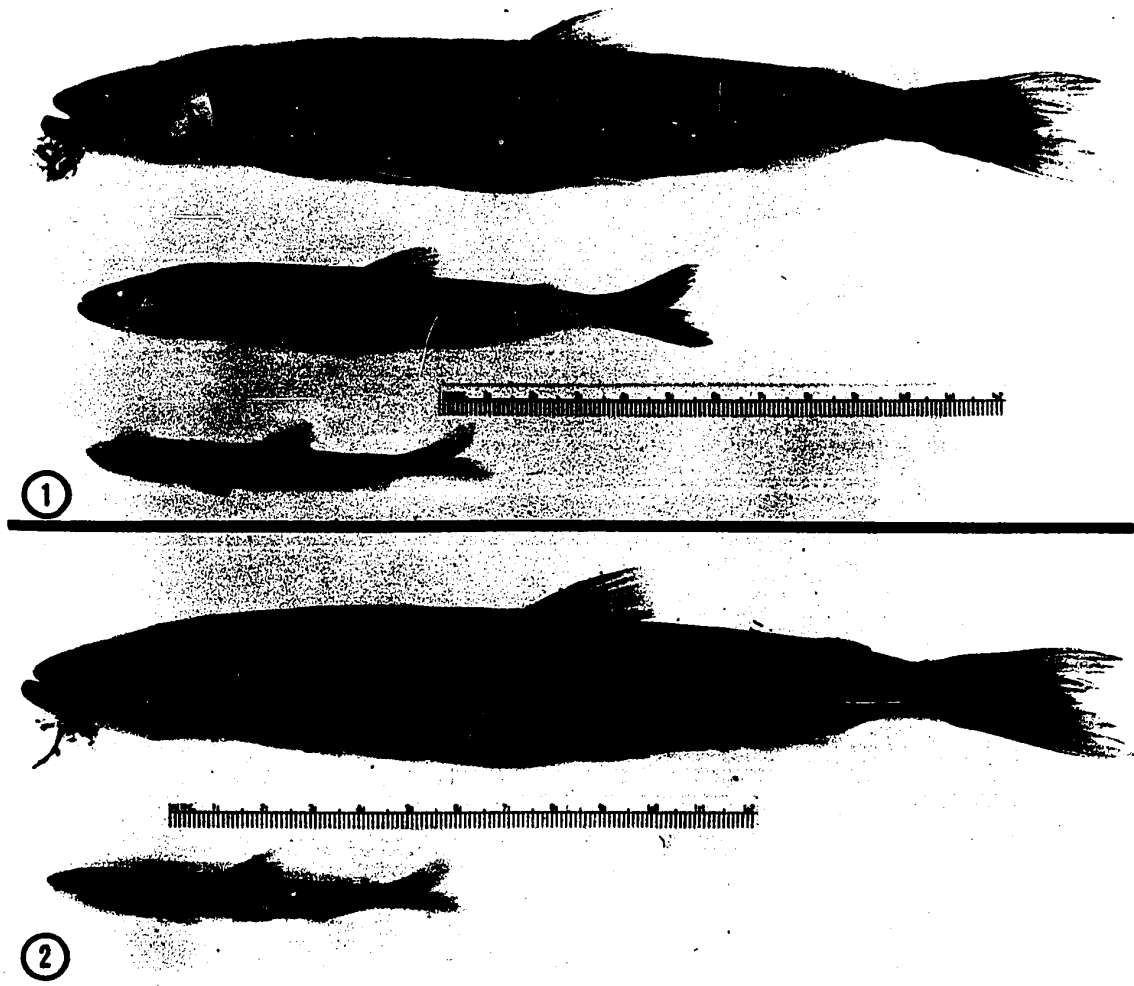
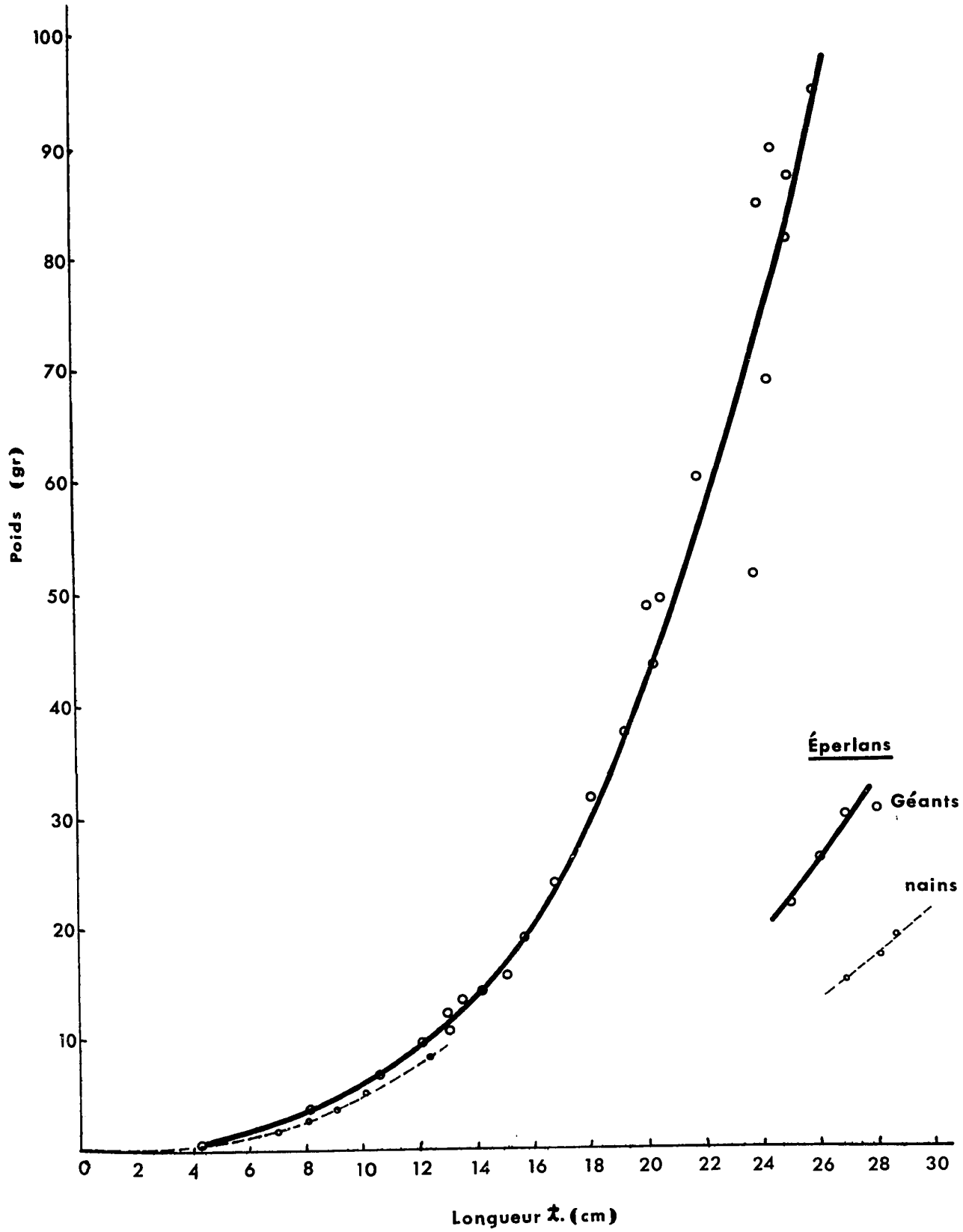


FIGURE 19 Relations poids-longueur chez les deux populations d'éperlans géants et nains du lac Heney.



croire que la croissance est plus rapide au lac Champlain, car les éperlans géants du lac Heney n'atteignent cette longueur qu'à l'âge de 5 ans. Cependant, notre population d'éperlans nains n'atteint jamais plus de 12 cm même à l'âge de 5 ans.

La figure 20 présente un schéma de l'interprétation scalimétrique démontrant l'importance de procéder à la lecture des écailles afin de savoir si on a affaire à un jeune éperlan géant ou à un éperlan nain adulte. Aucun caractère morphologique facilement décelable ne permet la distinction entre les deux populations. D'après la figure 20, on note que les longueurs de la population d'éperlans géants pour les âges 1 et 2, chevauchent les longueurs des éperlans nains. Seules les lignes pleines des éperlans géants (fig. 20) représentant les longueurs du poisson de 1 à 6 ans, correspondent à l'intersection des annuli 1 à 6. Les lignes pointillées représentant les longueurs des éperlans nains, ne coïncident pas avec les annuli de l'écaille.

Méthode proportionnelle directe.

Le tableau V donne les variations des longueurs calculées à différents âges selon la méthode proportionnelle directe, "back calculated". La longueur moyenne du poisson à la fin de chaque année, ainsi que l'accroissement annuel moyen, sont donnés pour les deux populations. Ainsi on s'aperçoit que la croissance en longueur des deux populations, est relativement semblable à la fin de la première année, mais par la suite, l'écart s'accroît constamment. L'accroissement annuel moyen le démontre bien. Il est cependant singulier de constater une hausse dans l'accroissement annuel moyen au cours des dernières années, et ce, pour les deux populations.

FIGURE 20 Schéma de l'interprétation scalimétrique
chez les éperlans géants et nains du lac
Heney.

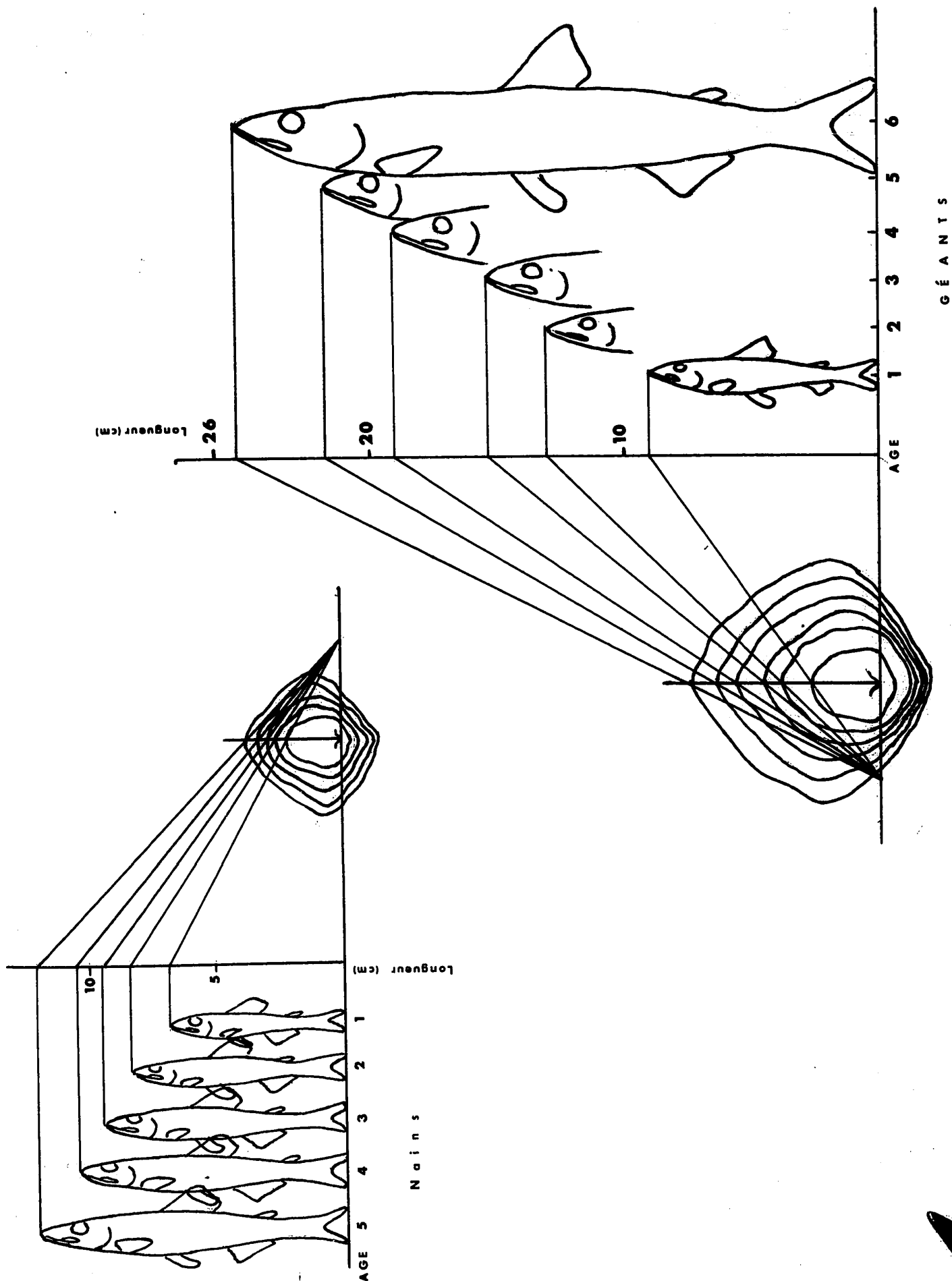


TABLEAU V - Variation des longueurs calculées à différents âges

Classe d'âge	Age à la capture	Moyenne de longueur totale à la capture (cm)	Nombre de poissons et (%) de chaque âge	LONGUEURS CALCULÉES À LA FIN DE L'ANNÉE (en mm., pour les différents âges, correspondant aux zones annulaires successives).					
				1	2	3	4	5	6
ÉPERLANS GEANTS									
1966	I+	10.5	18 (6.5)	8.5					
1965	II+	12.8	34 (12.3)	8.5	12.4				
1964	III+	14.9	57 (20.6)	8.1	11.8	13.8			
1963	IV+	22.2	86 (31.2)	10.0	14.1	16.8	20.0		
1962	V+	23.5	71 (25.8)	8.7	12.2	14.4	17.5	21.3	
1961	VI+	26.3	10 (3.6)	8.3	12.7	16.2	19.2	23.6	25.4
Total				276					
Longueur moyenne				8.9	12.8	15.2	18.9	21.6	25.4
Accroissement moyen annuel				8.9	3.9	2.4	3.7	2.7	3.8
ÉPERLANS NAINS									
1966	I+	8.2	69 (18.7)	7.5					
1965	II+	8.4	107 (29.1)	7.0	8.2				
1964	III+	10.0	141 (38.3)	7.4	8.7	9.7			
1963	IV+	10.7	43 (11.7)	6.1	8.5	9.7	10.3		
1962	V+	12.3	8 (2.2)	7.0	9.3	10.3	11.3	12.0	
Total				368					
Longueur moyenne				7.1	8.5	9.7	10.4	12.0	
Accroissement moyen annuel				7.1	1.4	1.2	0.7	1.6	

Relation poids-longueur (Age 0+).

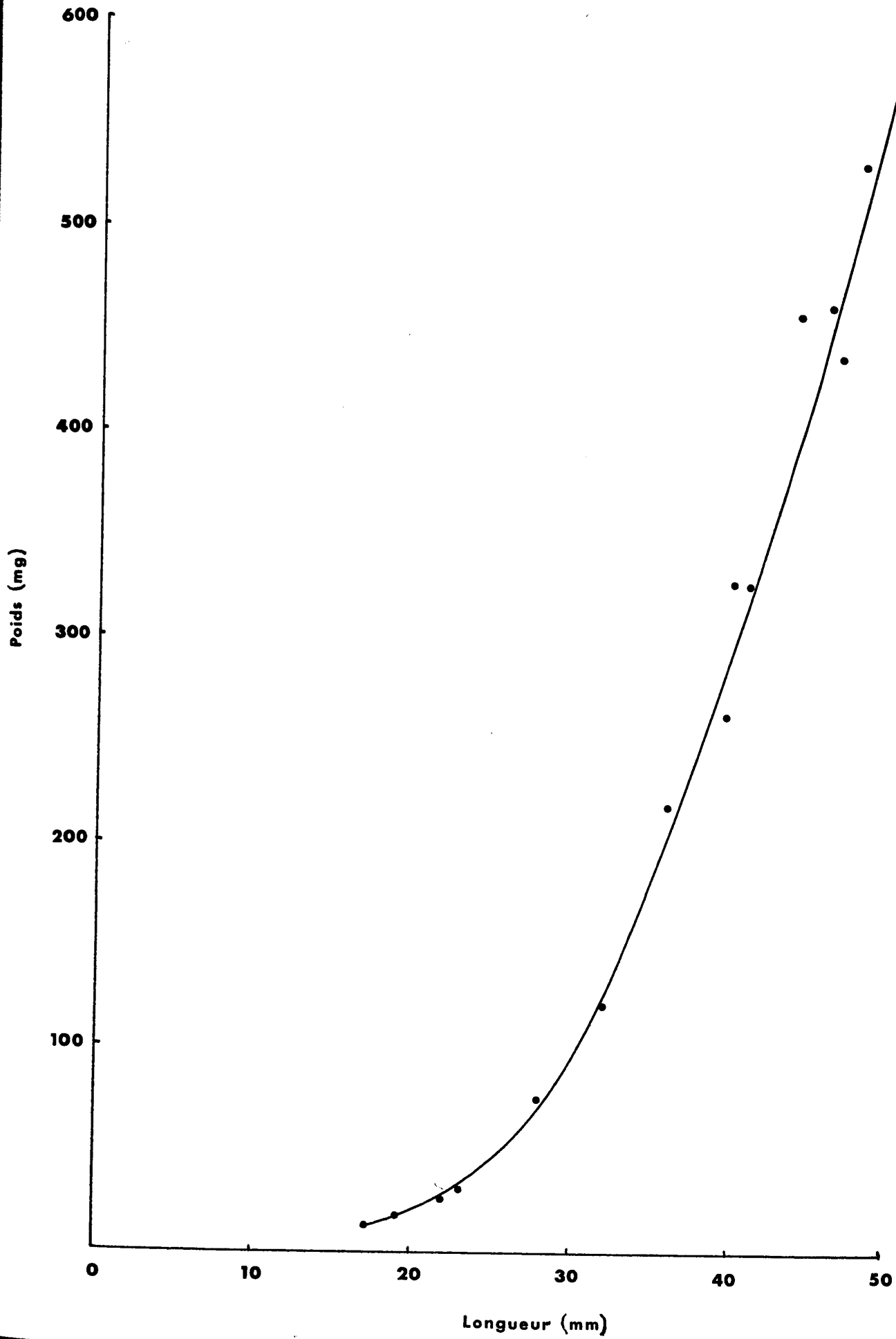
Puisque la figure 19 illustre imparfaitement les relations poids-longueur pour les éperlans nains de l'année, la figure 21 est présentée. Malheureusement la même interprétation n'est pas possible pour les éperlans géants de l'année, car nous n'avons pu en capturer un nombre suffisant. Ces derniers ne semblent pas avoir le même comportement nocturne et ne réagissent pas aussi facilement à la lumière que les jeunes nains de l'année, d'où la difficulté à les capturer. Quelquefois, on en trouvait parmi les nains, la nuit sur les grèves, mais jamais en quantité importante. D'ailleurs il est évident que les éperlans géants du lac Heney sont moins nombreux que les éperlans nains, leur aire de distribution à l'intérieur du lac étant limitée durant la saison estivale.

Reproduction.

Fraye

On admet généralement que l'éperlan fraye dans un endroit peu profond d'une rivière ou d'un ruisseau à fond rocailleux ou sablonneux balayé par un courant rapide (Creaser, 1926; Kendall, 1927; Langlois, 1935; McKenzie, 1947, 1964; Marcotte et Tremblay, 1948; Rothschild, 1961; Veilleux 1966 et autres). Cependant, plusieurs auteurs dont Van Oosten, (MS, 1940); Lievense, (1954); Trautman, (1957); Rupp (1959, 1965) et Scott (1967), ont noté plusieurs exceptions où l'éperlan fraye dans la partie la moins profonde (0 à 2 pieds) des plages sablonneuses d'un lac. Rupp (1965) précise "Searches by SCUBA divers in water depths down to 15 and 20 feet in 1958 and 1959 revealed that few if any, smelt eggs are laid deeper than 18 to 20 inches."

FIGURE 21 Relations poids-longueur chez les éperlans
nains (jeunes de l'année (0+), des mois de
juin à septembre 1967.



Quant à la date de la fraye, la plupart des auteurs reconnaissent qu'elle se situe quelques jours après le départ des glaces, qu'elle peut varier d'une année à l'autre et qu'elle est généralement plus tardive dans les régions plus froides. Rupp (1959) mentionne cependant dix cas, dans l'état du Maine, où la fraye eut lieu avant le dégel du lac, mais dans des tributaires déjà libres de glace.

Population d'éperlans géants

Notre étude diffère de celles rapportées ci-dessus en ce que la fraye de la population d'éperlans géants s'effectue un mois avant la débâcle sous une couverture de 24 poudres de glace, en plus de s'opérer dans le lac même à une profondeur d'au moins 20 pieds d'eau.

Ces travaux ont été effectués au cours des mois de février, mars et avril 1967. Comme on le sait, du moins par les résultats sur la croissance, deux populations sympatriques d'éperlans, Osmerus eperlanus mordax (Mitchill), cohabitent dans le lac. Elles sont de plus sexuellement isolées par le fait que leurs frayes sont séparées de quelques semaines. Nous étudierons d'abord la reproduction de la population d'éperlans géants qui précède celle des éperlans nains, en plus de se faire à un endroit différent.

Date et site de la fraye.

Les 261 mâles et les 158 femelles capturés dans la baie Northfield entre le 2 février et le 17 mars, étaient tous aux stades de maturité 3 et 4 (stades III et IV de Nikolsky, 1963), (tableau VI).

Les stades de maturité des 609 mâles et des 528 femelles capturés entre le 18 mars et le 12 avril apparaissent au tableau VII. Le stade 5-6,

TABLEAU VI - Rapport des sexes et stades de maturité des gonades entre le 2 février et le 17 mars 1967

Mois	Dates	STADE ♂				STADE ♀			
		N	3 et 4	5-6	6	N	3 et 4	5-6	6
			%	%	%		%	%	%
Février	2	2	100	..	..	9	100	..	..
	5	6	100	..	..	15	100	..	..
	8	4	100	..	..	15	100	..	..
	14	7	100	..	..	8	100	..	..
	17	1	100	..	..	3	100	..	..
	20	5	100	..	..	5	100	..	..
Total:		25				55			
Pourcentage:		31.0				69.0			
Mars	27	5	100	..	..	4	100	..	..
	3	7	100	..	..	6	100	..	..
	8	16	100	..	..	15	100	..	..
	10	23	100	..	..	14	100	..	..
	11	12	100	..	..	8	100	..	..
	12	25	100	..	..	12	100	..	..
	14	31	100	..	..	15	100	..	..
	15	30	100	..	..	14	100	..	..
	17	87	100	..	..	15	100	..	..
Total:		261				158			

ou mi-guai, inclut les cas où les gonades étaient déjà partiellement libérés d'oeufs ou de laitance. Dans cette catégorie se classent 35.3% de tous les

TABLEAU VII - Rapport des sexes et stades de maturité des gonades entre le 18 mars et le 12 avril 1967.

Mois	Dates	STADE ♂				STADE ♀			
		N	4 et 5	5-6	6	N	4 et 5	5-6	6
		%	%	%	%	%	%	%	%
Mars	18	113	56.7	38.9	4.4	33	75.8	24.2	0
	20	93	50.4	46.2	3.4	55	67.3	32.7	0
	22	88	52.3	44.3	3.4	100	80.0	13.0	7.0
	23	31	51.6	48.4	0	29	79.3	20.7	0
	24	20	30.0	65.0	5.0	25	76.0	24.0	0
	25	19	68.4	31.6	0	29	62.1	37.9	0
	27	22	36.4	50.0	13.6	43	62.8	25.6	11.6
	28	25	0	76.0	24.0	33	27.3	57.6	15.1
	29	12	..	..	.. ^a	21	..	..	.. ^a
	30	34	26.5	20.6	52.9	35	45.7	31.4	22.9
	31	10	60.0	10.0	30.0	19	52.6	10.5	36.9
Avril	1	20	0	35.0	65.0	26	15.1	46.2	38.4
	3	21	0	0	100	7	14.3	42.9	42.8
	5	43	0	18.6	81.4	31	25.8	25.8	48.4
	6	6	0	16.7	83.3	16	0	40.0	60.0
	7	14	14.3	0	85.7	9	11.1	55.6	33.3
	8	13	0	0	100	6	0	33.3	66.7
	10	11	0	9.1	90.9	5	0	20.0	80.0
	12	14	0	0	100	6	0	0	100
Total		609 ^b	217	215	165	528 ^b	289	138	80

a. Les spécimens du 29 mars ne furent pas groupés par stades gonadaux.

b. Il faut ajouter 12♂ et 21♀ pour obtenir ces totaux.

mâles et 26.1% de toutes les femelles du tableau VII. Ces forts pourcentages ne s'expliquent pas seulement par le stress et la manipulation des filets; il faut également tenir compte du fait que l'éperlan fraie par étapes successives (Hoover, 1936).

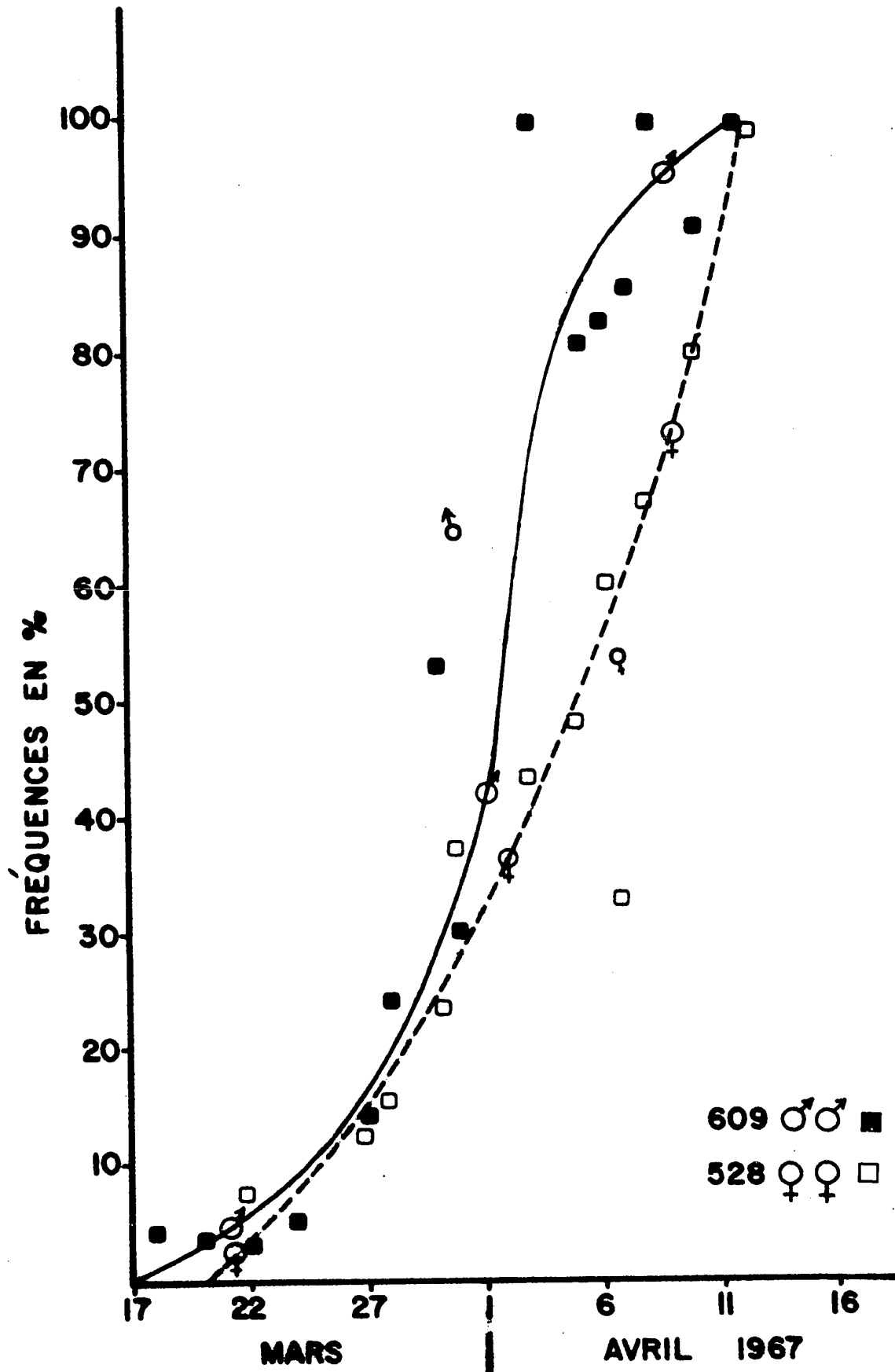
La présence de spécimens mi-guais est un indice particulièrement précieux pour déterminer le début de la fraye. Ainsi, parmi les 146 spécimens du 18 mars, 44 mâles et 8 femelles étaient au stade 5-6. De plus, 5 mâles étaient au stade 6. La fraye semble donc avoir débuté avant le 18 mars, c'est-à-dire au moins le 17 mars, même si à cette date, nous n'avons pas capturé de spécimens mi-guais dans notre échantillonnage de 102 individus. D'après ces dernières données, il semble plausible que les mâles vident leurs testicules plus rapidement que les femelles expulsent leurs oeufs. Pour déterminer la fin de la fraye, il faut plutôt considérer le pourcentage de la population qui a atteint le stade 6. Cet aspect est présenté à la figure 22. On y voit que, du 18 au 27 mars, le pourcentage des spécimens guais est assez irrégulier. Par la suite, il augmente chez les deux sexes mais plus brusquement chez les mâles. Le 12 avril, on compte 100% de spécimens guais chez les mâles et les femelles. L'état dangereux de la glace ne permit pas de poursuivre les travaux après le 12 avril.

Ces résultats ne portent pas à comparaison, car aucun auteur à notre connaissance, a étudié la période de fraye et la structure d'une population précoce d'éperlans "early spawners".

La fréquence des sexes.

Seulement quelques spécimens épars ont été capturés dans les filets des localités A, C, D et E. Dans la localité B, les filets ont été visités 34

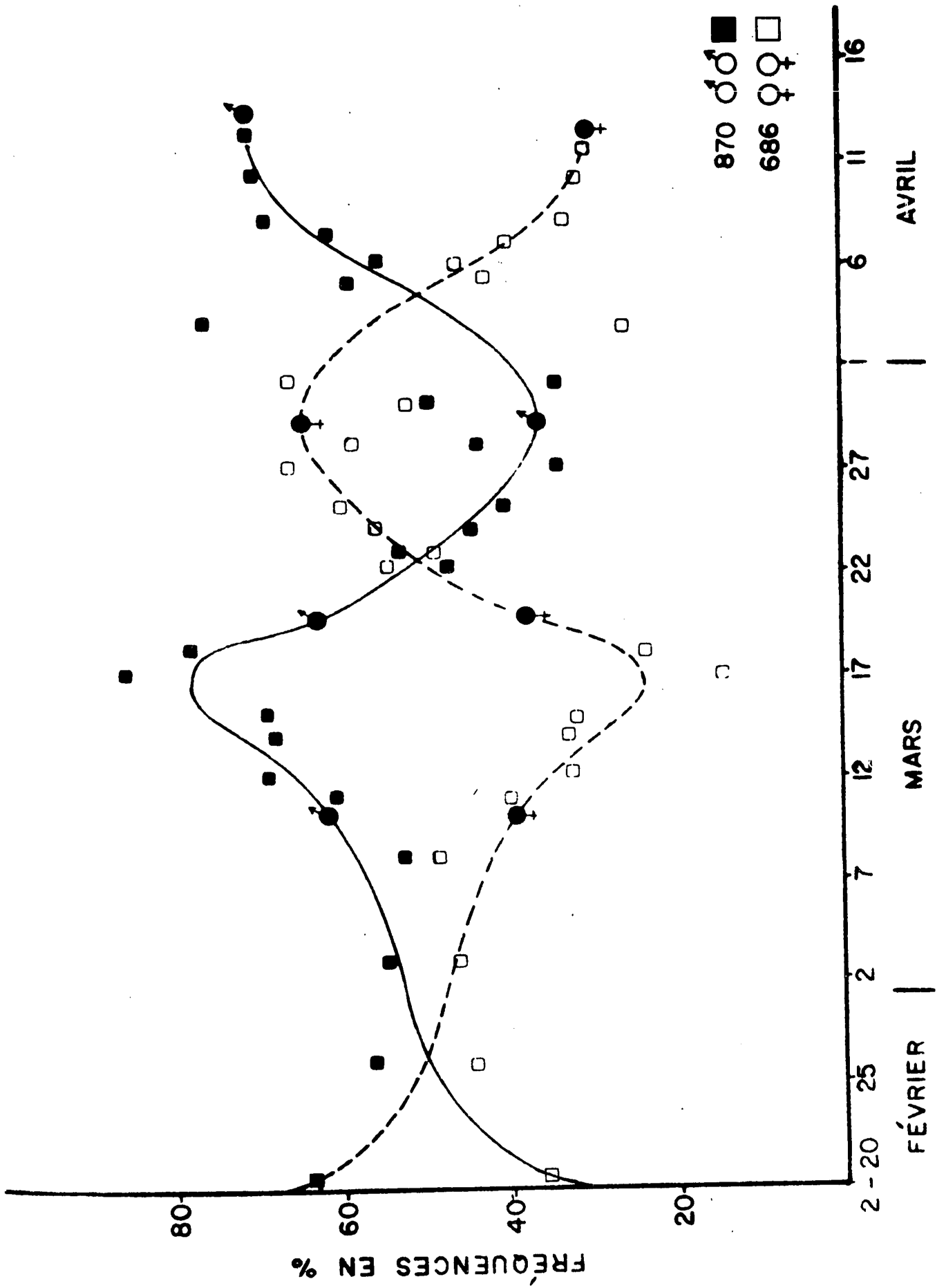
FIGURE 22 Pourcentage des mâles et des femelles guais
durant toute la période de fraye.



fois et 1556 spécimens ont été capturés. Les éperlans mâles forment 55.9% des captures totales. La répartition des captures d'après les dates et le rapport des sexes, apparait aux tableaux VI et VII. La figure 23 reprend ces données en pourcentage du 2 février au 12 avril. On y voit que le pourcentage des mâles atteint son plus haut sommet (85%) le 17 mars, date à laquelle nous établissons le premier jour de la fraye. Dans les jours qui suivent, le pourcentage des mâles diminue jusqu'à être égal à celui des femelles six jours après, et atteint son niveau le plus bas (33%) quatre jours plus tard. A partir de ce moment, commence la seconde phase de la fraye; le ré-envahissement de la frayère par les mâles. En neuf jours, le pourcentage de ces derniers redevient progressivement égal à celui des femelles, et six jours plus tard, c'est-à-dire le 12 avril, il atteint un second sommet de 70%, donc 15% inférieur au premier. Ces deux envahissements successifs de la frayère par les mâles constituent un phénomène connu dans les cas où l'éperlan fraye dans les rivières ou les ruisseaux.

Marcotte et Tremblay (1948) le mettent particulièrement en évidence dans leur étude de quatre saisons de fraye à Grande-Rivière. Ces auteurs sont cependant portés à croire que cette supériorité numérique du sexe mâle est plus factice que réelle. Nous croyons cependant, qu'elle est réelle car des filets maillants en opération constante représentent plus fidèlement les mouvements d'une population, qu'un échantillonnage fait à l'épuisette. Afin de démontrer la similitude dans l'allure des courbes entre une population géante dulcaquicole et une population d'eau salée, les résultats de la saison de fraye pour l'année 1945, de Marcotte et Tremblay (1948), sont présentés à la figure 7 (appendice). Cette représentation graphique de la variation du pourcentage des sexes, au cours de

FIGURE 23 Répartition des sexes au cours de la
période de fraye des éperlans géants en
1967, au lac Heney.



la période de fraye dans un ruisseau, est différente de la nôtre (fig. 23) en un point. Elle ne possède pas la partie équivalente entre le 2 février et le 17 mars de notre courbe. Cette partie nous fait voir, du 2 février au 8 mars, un échantillonnage normal de la population du lac et par la suite, jusqu'au 17 mars, un envahissement progressif de la frayère par les géniteurs mâles. Le graphique de Marcotte et Tremblay ne représente pas la migration reproductrice ou migration de fraye décrite par Magnin et Beaulieu (1965), puisque les spécimens étaient capturés une fois parvenus à la frayère.

Récolte d'oeufs sur les frayères.

Cent vingt-sept oeufs embryonnés d'éperlans furent récoltés sur le fond, avec un échantillonneur DeGiusti, entre 30 et 40 pieds de profondeur, les 25 et 27 avril, c'est-à-dire deux et quatre jours seulement après la débâcle. L'âge de ces oeufs variait de 12 à 18 jours (Clulow 1964). Ceci indique qu'ils ont été fécondés à la fin de la période de fraye.

Prédation des oeufs d'éperlans.

L'examen de 134 oeufs prélevés dans l'estomac d'un éperlan mâle capturé le 27 mars révéla qu'il s'agissait d'oeufs pédicellés d'éperlans. Ces oeufs étaient embryonnés, mais leur état de digestion ne permettait pas d'en déterminer l'âge exact. Il s'agissait cependant d'oeufs au stade post-gastrulaire. Il y eut également prédation des oeufs d'éperlans par des perchaudes Perca flavescens qui envahirent la frayère dans les premières semaines d'avril. Plusieurs spécimens de Perca flavescens des deux sexes et d'éperlans géants de sexe mâle, révélèrent des oeufs d'éperlans dans l'étude de leur contenu stomacal. Quant aux femelles d'éperlans, elles ne semblent pas se nourrir d'oeufs. La raison pourrait bien être que le volume des oeufs qu'elles portent compresse l'estomac au point de les empêcher d'ingurgiter toute nourriture.

Site de la frayère et autres espèces présentes.

Aucun éperlan géant n'a été capturé, dans les verveux, à l'entrée des ruisseaux Gérard et Paré. Aucun rassemblement d'adultes, caractéristique de la fraye de l'éperlan, n'a été observé par les fenêtres d'observation dans la glace s'ouvrant sur le fond de la zone de moins de dix pieds de profondeur. Les filets I, II, III et IV (fig. 7) tendus dans moins de 20 pieds d'eau, donnèrent une moyenne de capture de 4 éperlans par filet par 24 heures de pêche. Les filets, tendus entre les isobathes de 20 à 40 pieds, donnèrent une moyenne de 18 éperlans. Il semble que la frayère se situe en profondeur plutôt que le long des rivages comme c'est le cas pour la population naine du même lac, après la débâcle, vers la fin du mois d'avril. Le fait que des oeufs embryonnés d'éperlans aient été récoltés dans plus de 20 pieds d'eau et que la figure 23, caractéristique à toute fraye d'éperlans, fut obtenue à partir de spécimens capturés dans les filets en profondeur V, VI, VII et VIII (fig. 7) confirme cette déduction. Les géniteurs n'étaient donc pas en route vers la frayère mais frayaient, vraisemblablement à cet endroit.

Il est à noter qu'entre le 15 mars et le 5 avril, c'est-à-dire pendant la période active de la migration reproductrice, nos filets maillants n'ont capturé que des éperlans. Ces derniers ayant envahi le terrain de fraye, nous ne capturons plus les autres espèces de poissons qui représentaient toujours un fort pourcentage de notre échantillonnage avant le 15 mars et après le 5 avril. Ces autres espèces de poissons sont par ordre d'importance numérique: Perca flavescens, Esox lucius, Percopsis omiscomaycus, Coregonus artedii, Cristivomer namaycush, Coregonus clupeaformis, Catostomus commersoni, Ictalurus punctatus, Ameiurus nebulosus, Cottus ricei et Myoxocephalus thompsoni.

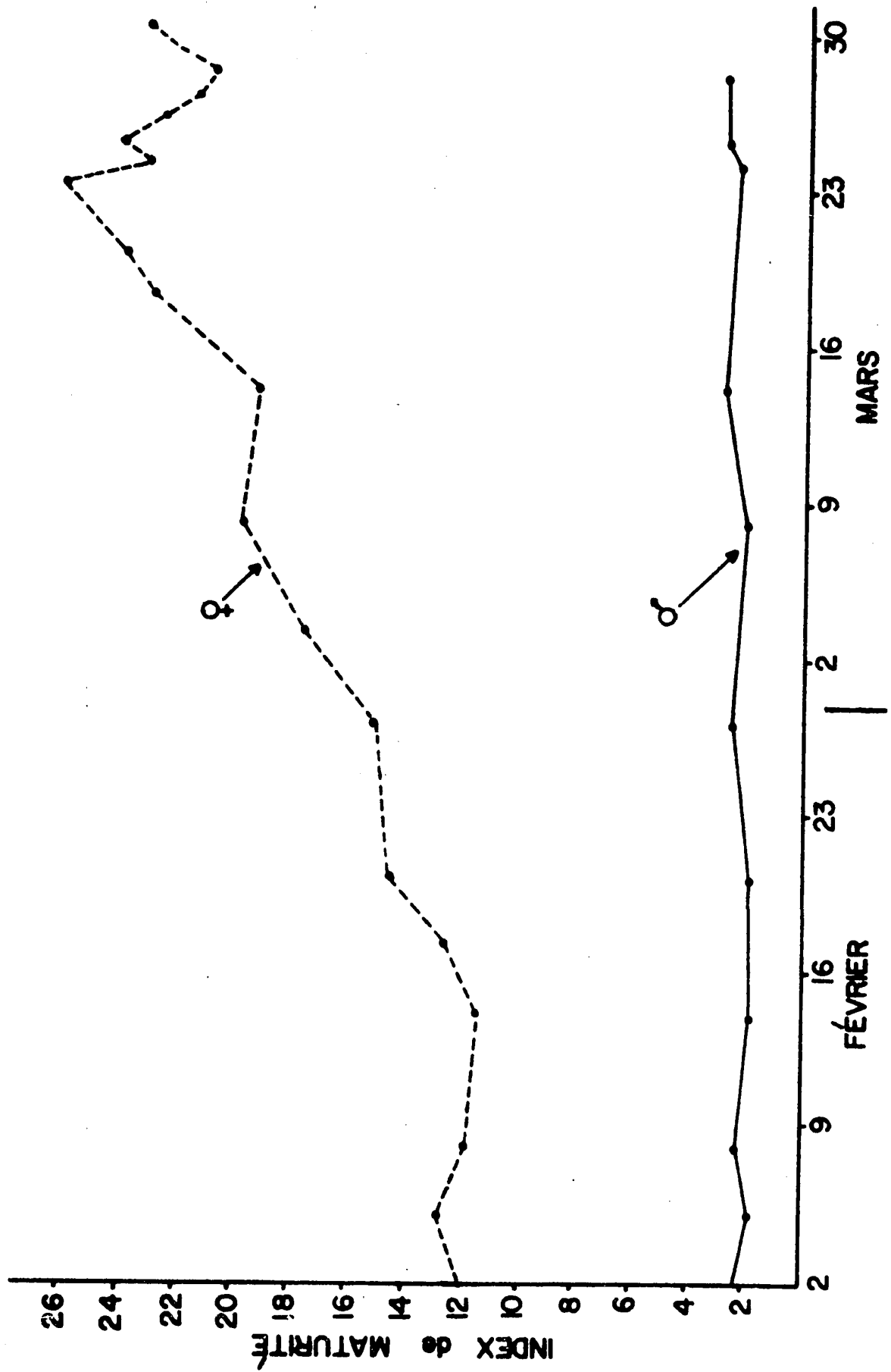
Index de maturité.

Afin d'établir le degré de maturité, le poids des deux gonades fut converti en pourcentage du poids total du corps des géniteurs. C'est "l'index de maturité" que Magnin (1962) et Cuerrier (1966) appellent "rapport gonosomatique". Plus l'index est élevé, plus grand est le degré de maturité (fig. 24). La formule utilisée est: $\frac{G \times 100}{p}$ où G exprime le poids des gonades, et p, le poids total du poisson. Cet index nous permet de mieux analyser l'évolution dans le développement des gonades, en suivant leurs changements de poids, selon leur maturation; il a déjà été utilisé entr'autre par Vladykov (1951) dans le cas de la lamproie.

Cent soixante-cinq femelles et soixante-dix mâles furent utilisés dans cette étude de maturation (tableau VIII et IX). A cette fin, nous avons éliminé les géniteurs à demi-guais (stade 5-6) et tous les spécimens ayant perdu des gamètes soit dans les filets soit par manipulation. Nous avons ensuite basé nos calculs sur les 235 spécimens qui restaient. Les gonades furent toujours pesées à l'état frais. Entre le 2 février et le 30 mars, l'index de maturité pour les femelles varie entre 11.57 et 25.97, et entre 1.82 et 2.92 pour les mâles. Le poids des ovaires à maturité représente grossièrement le quart du poids total du corps comme on le remarque dans l'échantillonnage du 23 mars (tableau VIII) . Nos données ressemblent étrangement aux données de Masterman (1913) obtenues à partir de spécimens d'Osmerus e. eperlanus en Angleterre. Ce dernier détermine à 23.2% l'index de maturité des femelles au plus fort de la période de fraye. Il est à remarquer que l'index de maturité est relativement stable jusqu'au 17 février. Pendant les semaines qui suivent, les ovaires doublent leur poids (fig. 24).

FIGURE 24

Index de maturité des gonades mâles et
femelles du 2 février au 30 mars 1967.



Quant aux mâles (tableau IX) l'évolution du degré de maturité est moins important que pour les femelles. Le poids des testicules à maturité représente approximativement le quarantième du poids total du corps. La pesée des gonades mâles et femelles s'est terminée à la fin du mois de mars; les géniteurs n'ayant pas perdu de gamètes, se faisaient alors de plus en plus rares, et il était impossible de déterminer si une partie des produits sexuels n'avait pas été évacuée.

Fécondité relative et totale.

Pour évaluer la fécondité, nous avons calculé le nombre d'oeufs contenus dans 500 mg d'ovaire. Nous avons estimé à partir de là, le nombre total d'oeufs contenus dans l'ovaire dont le poids était connu. Ce résultat nous donne la fécondité relative (Vladykov, 1951, 1956). Par fécondité totale, on entend le nombre total d'oeufs (ovules mûrs) présents dans les deux ovaires. Les oeufs d'éperlans étant très petits, et le poids du tissu ovarien à maturité étant très négligeable par rapport au poids total des oeufs, nous avons préféré cette méthode à la méthode volumétrique de Vladykov et Legendre (1940). Le dénombrement des oeufs par 500 mg d'ovaire fut toujours fait par la même personne afin de minimiser les erreurs. Après la pesée, ces oeufs frais furent fixés dans la formaline à 5% pour faciliter le comptage.

On sait que le nombre d'oeufs compris dans un certain poids d'ovaire dépend de leur diamètre. Seules les trente femelles mûres (stades 4 et 5) capturées les 18, 20 et 23 mars (tableau VIII) furent utilisées. Les résultats obtenus (tableau X) visent à présenter le nombre approximatif d'oeufs pondus durant la fraye de la population géante d'éperlans. Ce nombre atteint 42,400 oeufs en moyenne, pour des spécimens de 5 ans de 213 mm de longueur

TABLEAU VIII - Évolution du degré de maturité des ovaires de 165 femelles .

Mois	Dates	N	Éperlan géant			
			Long. moy.	Poids moy. (P)	Poids moy. des	Index de maturité
			(mm)	(g)	ovaires (G).	$\frac{G \times 100}{P}$
			(g)			
Fév.	2	9	210	62.83	7.52	11.95
	5	15	205	59.98	7.54	12.78
	8	15	203	59.11	7.03	11.91
	14	8	189	49.77	5.76	11.57
	17	3	174	37.70	4.72	12.52
	20	5	197	56.02	8.18	14.58
	27	4	197	56.00	8.45	15.09
Mars	3	6	200	57.20	9.99	17.47
	8	10	209	60.77	12.01	19.76
	14	10	210	65.98	12.62	19.13
	18	10	213	69.12	15.74	22.77
	20	10	220	75.03	17.87	23.82
	23	10	207	60.84	15.80	25.97
	24	5	184	40.24	9.25	22.99
	25	5	213	71.03	17.01	23.95
	27	5	180	43.29	9.26	21.39
	28	10	219	73.01	15.16	20.76
	29	10	211	61.54	13.62	22.13
	30	15	208	60.45	14.01	23.18
	Total		165	3,849	1119.91	211.54
Moyenne			203	58.94	11.13	18.88

TABLEAU IX - Évolution du degré de maturité des testicules de 70 mâles.

Mois	Dates	N	Éperlan géant		Poids moy. des testicules (G) (g)	Index de maturité $\frac{G \times 100}{P}$
			Long. moy. (mm)	Poids moy. (P) (g)		
Fév.	2	2	196	46.64	.98	2.10
	5	5	198	53.93	.98	1.82
	8	4	191	46.95	1.01	2.15
	14	7	186	43.50	.84	1.93
	20	5	190	42.85	.82	1.91
	27	4	189	45.28	1.09	2.41
Mars	8	5	194	44.70	.91	2.04
	14	10	189	42.86	1.22	2.85
	24	15	185	37.27	.90	2.41
	25	3	187	38.46	1.08	2.81
	28	10	188	41.11	1.20	2.92
Total		70	2,093	483.55	11.03	25.35
Moyenne			190	43.96	1.00	2.27

totale moyenne. Nos résultats se comparent bien avec ceux de Krochmal (1949) qui estime entre 40,000 et 69,100 le nombre d'oeufs produits par 15 femelles de 5 ans en provenance de Great Bay, New Hampshire.

Il est connu qu'il y a une relation directe entre la fécondité totale et la longueur du poisson. Ricker (1932), Vladykov (1956), Smith (1947) et autres, ont établi que cette relation était de type curvilinéaire. La figure 25 illustre ce phénomène sur échelle logarithmique. Ces résultats ont été

TABLEAU X - Nombre d'oeufs présents chez 30 femelles à maturité (Stade 4 et 5) des 18, 20 et 23 mars 1967.

Dates	No.	Éperlan		Ovaires		Index de maturité $\frac{G \times 100}{P}$	
		Longueur	Poids (P)	Poids (G)	No. d'oeufs		
		tot. (mm)	(g)	(g)	dans 500 mg		
No. d'oeufs total							
Mars							
18	1	235	79.06	20.79	1,198	49,813	26.30
	2	204	55.07	12.84	1,300	33,384	23.32
	3	209	74.07	18.28	1,360	49,722	24.68
	4	237	86.51	21.97	1,274	55,980	25.40
	5	203	63.97	12.79	1,454	37,193	19.99
	6	210	76.16	19.89	1,099	43,718	26.12
	7	196	54.31	10.51	1,406	29,554	19.35
	8	198	56.42	10.96	1,501	32,902	19.43
	9	220	74.13	15.79	1,398	44,149	21.30
	10	213	71.49	13.61	1,470	40,013	19.04
20	11	249	94.79	19.34	1,396	53,997	20.40
	12	208	59.29	15.84	1,234	39,093	26.72
	13	250	104.65	25.15	1,364	68,609	24.03
	14	207	57.89	15.79	1,305	41,212	27.28
	15	214	73.50	16.19	1,290	41,770	22.03
	16	205	57.18	12.99	1,347	34,995	22.72
	17	210	76.98	18.61	1,266	47,121	24.18
	18	250	96.18	23.76	1,200	57,024	24.70
	19	209	73.48	18.87	1,270	47,930	25.68
	20	196	56.32	12.13	1,540	37,360	21.54
23	21	211	54.89	14.66	1,149	33,689	26.71
	22	181	41.05	11.60	1,202	27,886	28.26
	23	204	59.12	14.13	1,303	36,823	23.90
	24	208	63.50	17.61	1,260	44,377	27.73
	25	212	55.19	14.72	1,145	33,709	26.67
	26	180	39.98	11.16	1,112	24,820	27.91
	27	203	57.98	13.92	1,289	35,886	24.01
	28	209	65.12	17.91	1,275	45,671	27.50
	29	249	101.60	24.98	1,102	55,056	24.59
	30	209	70.01	17.32	1,160	40,182	24.74
Moyenne:		213	68.33	16.47	1,289	42,460	24.10
5 fev. ^a		290	176.80	25.36	1,570	79,630	14.34

^a Il s'agit du plus gros spécimen capturé dans nos filets maillants.

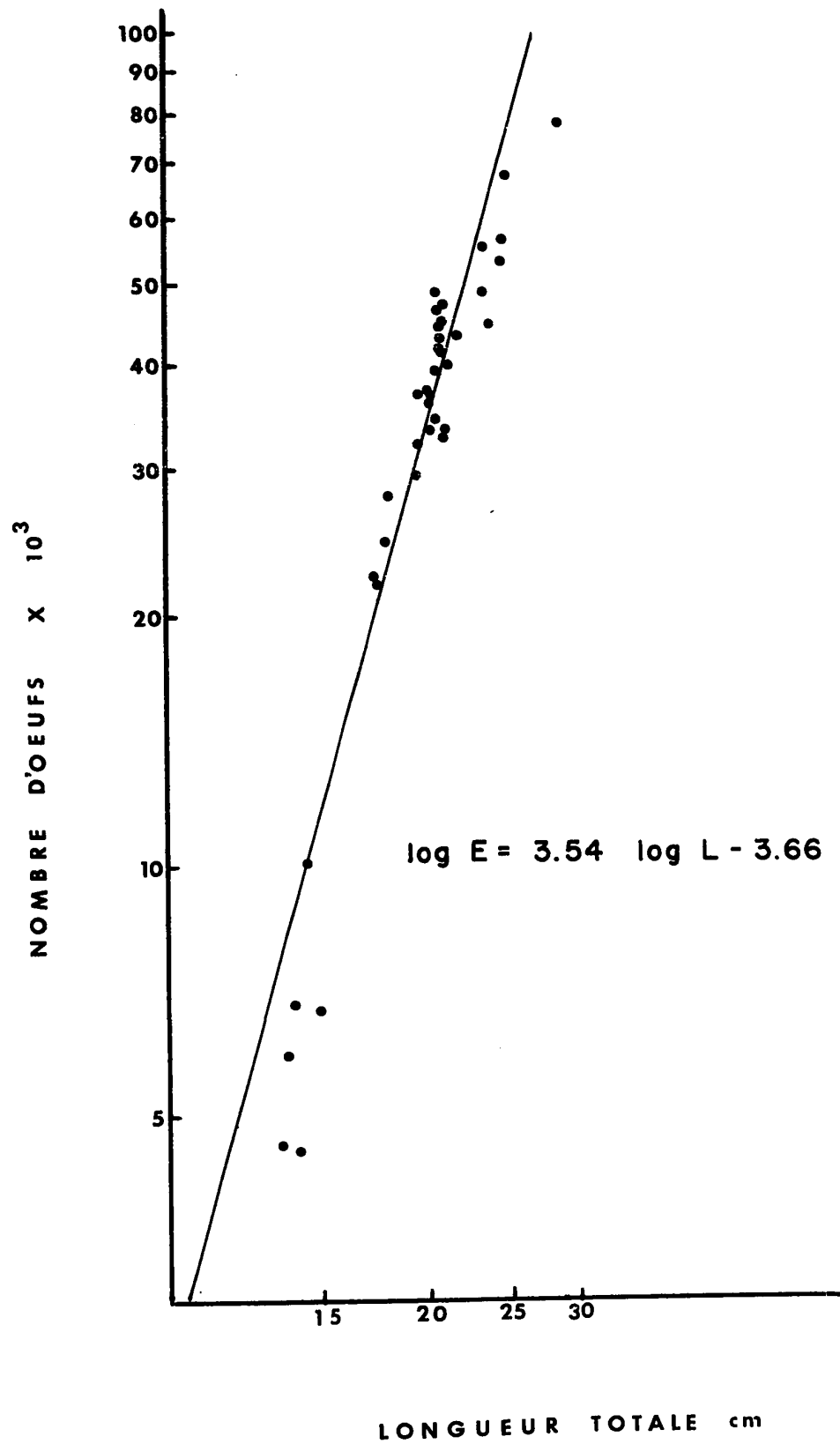
FIGURE 25

Fécondité et longueur totale des éperlans
géants du lac Heney. (Echelle log. log.).

$$\log E = 3.54 \log L + K$$

$$K = -3.66$$

L'équation de la droite fut calculée selon
la méthode des moindres carrés (Curve fitting:
Regression) selon Mode (1961).



obtenus à partir des 31 femelles du tableau X et de sept autres femelles plus petites mentionnées au tableau XI et faisant partie d'autres échantillonnages. Il s'agit en l'occurrence, des sept femelles les plus petites (longueur et poids) ayant atteint leur maturité sexuelle. Il est donc postulé que les éperlans géants du lac Heney atteignent leur maturité sexuelle à trois ans, d'après les résultats du tableau XI, et d'autres observations faites sur des femelles du même âge et de même taille. Contrairement à Bailey (1964) qui avait un échantillonnage trois fois plus petit que le nôtre, nous obtenons une relation positive entre la longueur du poisson et le nombre total d'oeufs produits. McKenzie (1965), utilisant la même méthode à partir d'observations provenant de neuf spécimens seulement, obtient une courbe comparable à la nôtre, et qui se lit: $\log E = 4.4 \log L + K$.

Diamètre des oeufs ovariens.

Le diamètre de 20 oeufs ovariens chez les 30 spécimens du tableau X variait entre .80 et .95 mm, ce qui se rapproche sensiblement des résultats de Bailey (1964) qui obtient entre .79 et .99 mm, pour des oeufs ovariens appartenant à des éperlans du lac Supérieur.

Rapport inter-gonadal.

Chez la plupart des espèces de poissons, les deux gonades ont à peu près le même poids et le même volume. Chez l'éperlan, la gonade droite est toujours beaucoup plus petite que la gonade gauche. Le rapport entre les poids des deux gonades chez l'éperlan, a été peu étudié et aucun auteur ne donne la valeur numérique de ce rapport; c'est pourquoi nous avons cru bon d'inclure cet aspect du problème. Le rapport inter-gonadal s'exprime par $\frac{G.D. \times 100}{G.G.}$ où G.D. exprime le poids de la gonade droite et G.G., le poids de la gonade

TABLEAU XI - Nombre d'oeufs présents chez sept femelles adultes d'âge 3,
capturées dans les échantillonnages de février et mars 1967.

Dates	No.	Éperlan		Ovaires			Index de maturité
		Longueur (mm)	Poids (g)	Poids (g)	No. d'oeufs dans 500 mg	No. d'oeufs total	
Fév.							
14	1	144	17.92	2.20	1,560	6,864	12.28
	2	150	18.60	2.25	1,509	6,791	12.10
20	3	142	16.15	1.31	1,731	4,538	8.11
Mars							
24	4	137	13.10	2.32	1,289 ^a	5,981	17.71
27	5	135	13.75	1.98	1,289 ^a	5,104	14.40
	6	176	41.02	8.71	1,289 ^a	22,454	21.23
30	7	175	40.76	8.64	1,289 ^a	22,274	21.20

^a Nombre se référant à la moyenne du Tableau I.

gauche. La pesée individuelle des deux gonades fraîches pour chacun des deux sexes a été effectuée jusqu'au 3 mars. Après cette date, les deux gonades, surtout les ovaires, étaient trop difficiles à séparer l'une de l'autre, étant donné leur taille et leur fragilité. D'après nos données, on voit que l'ovaire droit représente, en moyenne, 22% du poids de l'ovaire gauche et que le testicule droit représente, en moyenne, 26% du poids du testicule gauche (tableau XII).

Il semble toutefois chez les femelles, que plus la période active de maturation est avancée, plus le rapport entre l'ovaire droit et l'ovaire gauche diminue. Il est donc plausible que le plus gros ovaire, en se développant et en

TABLEAU XIII - Rapports intergonadaux chez l'éperlan géant du lac Heney, au cours de la période de maturation (stade 3).

Mois	Dates	N	Femelles			Mâles		
			Poids moy. ovaires g. (g)	Poids moy. ovaires dr. (g)	Rapport	N	Poids moy. testicules g. (g)	Poids moy. testicules dr. Rapport (g)
Fév.	2	10	6.06	1.46	24.09	2	.73	.25
	5	15	5.95	1.57	26.39	5	.77	.21
	8	15	5.69	1.34	23.55	4	.83	.18
	14	8	4.72	1.04	22.03	7	.77	.17
	17	3	3.99	.73	18.30	-	-	-
	20	5	6.85	1.33	19.42	5	.65	.17
	27	4	7.00	1.45	20.71	4	.86	.23
Mars	3	6	8.30	1.69	20.36	-	-	-
Total:		66	48.56	10.61	174.85	27	4.61	1.21
Moyenne:			6.07	1.33	21.85		.77	.20
								26.36

remplissant la plus grande partie de la cavité abdominale, le fasse au détriment de l'ovaire droit, réduisant ainsi sa production d'oeufs (Svårdson, 1949).

Population d'éperlans nains.

Les données présentes sur la reproduction de l'éperlan nain sont partielles en comparaison de celles obtenues pour les éperlans géants. Ceci est dû à ce que leur fraye a lieu à un moment qui se prête mal à cette étude, i.e. celui de la débâcle où personne ne peut s'aventurer sur le lac sans danger.

Cependant les résultats inclus sont suffisants pour établir une différence remarquable entre les dates et les lieux de fraye des deux populations.

Lieu et date de la fraye.

Les captures qui ont servi au tracé des figures 26 et 27, sur la fraye de la population d'éperlans nains, ont été faites à la frayère du Camp d'Education Physique (fig. 4). Cette frayère qui se situe sur les rives de sable et de gravier de cette baie, a été plus particulièrement exploitée, étant donné son accès facile et les commodités connexes.

Désignations des stades maturité.

La méthode des stades de maturité utilisées pour les éperlans géants, a servi à déterminer les dates de la fraye des éperlans nains pour les années 1966 et 1967.

Les figures 26 et 27 présentent ces résultats en séparant les sexes. Pour l'année 1966, on s'aperçoit qu'il n'y a ni mâles ni femelles aux stades 3 et 4, les 28 et 30 avril. On retrouve toutefois près de 20% des éperlans nains mâles au stade 5 (fraye ou demi-vide) le 23 avril, et près de 15% des femelles au même stade de maturité. Donc, la fraye aurait commencé un peu avant le 23 avril et se serait terminée au plus tard le 11 mai. Cependant,

FIGURE 26 Détermination de la date de la fraye des
éperlans nains pour l'année 1966, basée sur la
maturation des gonades. Les sexes sont séparés.

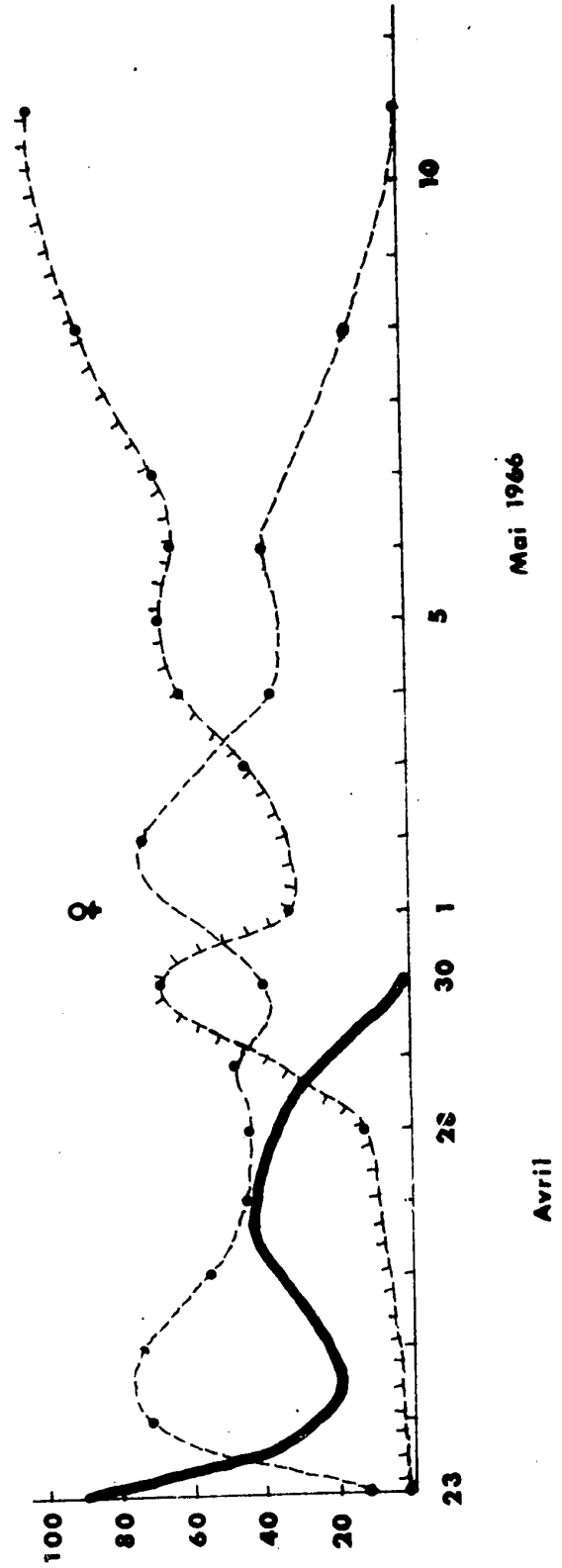
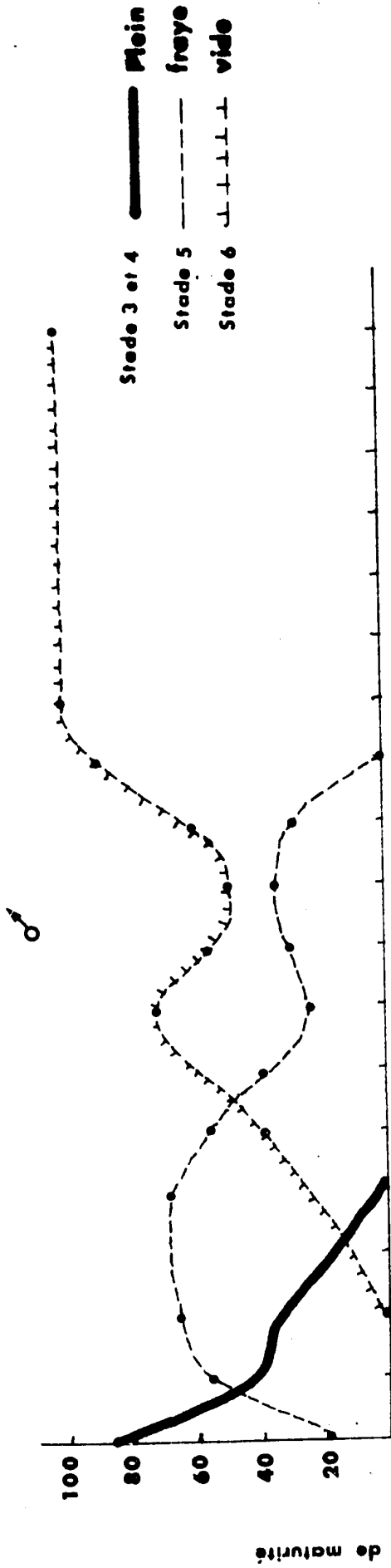
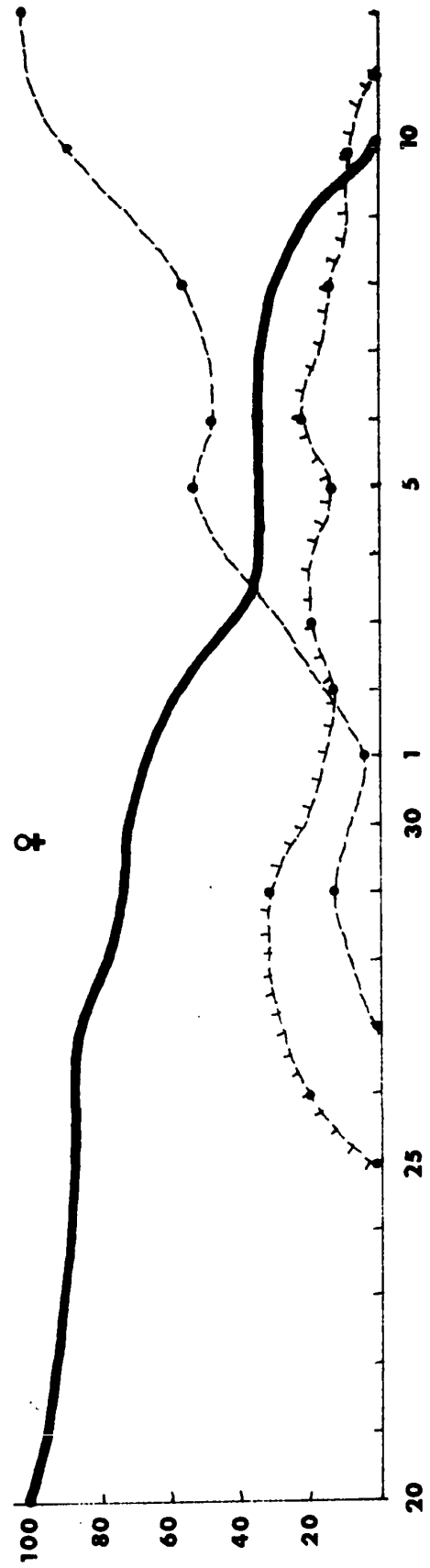
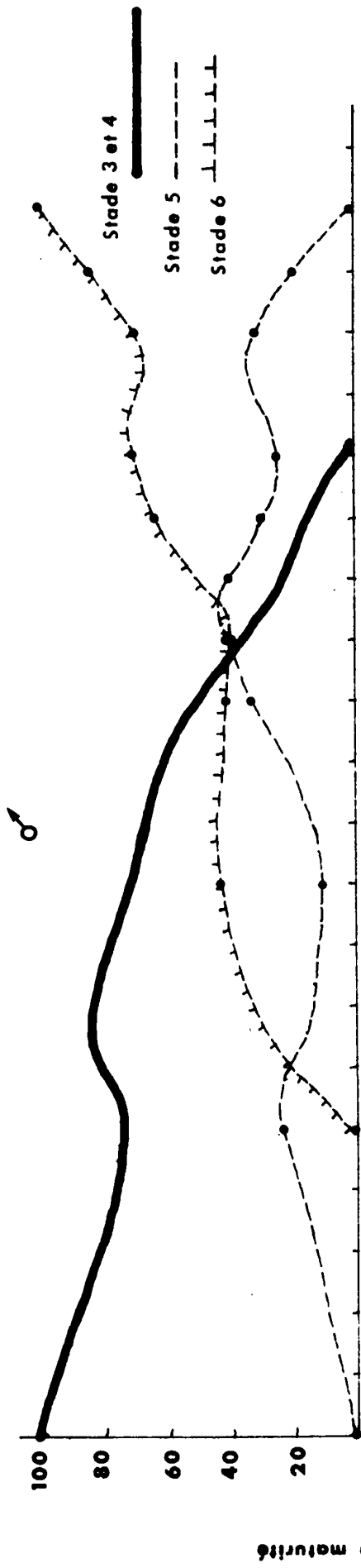


FIGURE 27 Détermination de la date de la fraye des éperlans nains pour l'année 1967, basée sur la maturation des gonades. Les sexes sont séparés.



Mai 1967

Avril

tous les mâles examinés étaient au stade 6 (vide) le 4 mai. Beaucoup de femelles examinées après le 11 mai, présentaient un blocage mécanique dans la région anale (fig. 28.4). Ce blocage, causé par des kystes de Glugea hertwigi, retardait l'expulsion des oeufs. En une occasion, la pression des oeufs a causé l'éclatement d'un kyste, favorisant ainsi la dissémination des spores de Glugea.

La figure 27 représente la même étude, mais pour l'année 1967. Cette fois-ci, les premiers mâles demi-vides apparaissent le 21 avril. En 1967, le début de la fraye a lieu vers le 21 avril, pour se terminer le 10 mai.

Organes perlés et oeufs.

En tant que curiosité scientifique, nous croyons important d'inclure la figure 29 qui montre un éperlan nain adulte de sexe mâle, avec des oeufs d'éperlans collés aux organes perlés de son corps. Les oeufs étaient fécondés et au stade pré-gastrulaire. Ce spécimen fut capturé le 1er mai 1967. Notons que les mâles adultes nains ou géants ont la surface du corps rugueuse due à la présence des organes perlés. Les géniteurs femelles, au contraire, demeurent lisses au toucher au moment de la saison de reproduction. La même constatation s'applique aux éperlans géants (voir Hoover, 1936).

Fécondité relative et totale; index de maturité.

La fécondité relative ne fut pas calculée de la même manière que pour les éperlans géants, le poids moyen des ovaires n'étant qu'un peu plus de 500 mg. Nous avons donc compté le nombre d'oeufs dans 100 mg et estimé, à partir de là, le nombre total d'oeufs contenus dans l'ovaire dont le poids est connu (fécondité totale). L'index de maturité fut simultanément calculé. Si on compare les résultats du tableau XIII avec ceux des tableaux VIII et X,

FIGURE 28. No. 1 Ovaire gauche d'éperlan nain du lac Heney

infesté par plusieurs kystes (nodules) à Glugea hertwigi. Dans certains cas extrêmes d'infestation, on rencontre une castration parasitaire causée par ce parasite (X 2).

no. 2 Cavité générale d'un éperlan nain femelle du lac Heney. Notez les kystes de G. h. infestant le péritoine, la région stomacale et les caeca pyloriques ainsi que l'ovaire gauche et l'intestin postérieur (X 3).

No. 3 Tube digestif d'éperlan, montrant des kystes à Glugea, le long de sa paroi (X 2.5).

No. 4 Kystes à Glugea hertwigi de 2mm de diamètre soudés à l'assise externe de l'intestin postérieur. Notez les petits kystes de quelques dixièmes de mm, ainsi qu'un gros kyste de 3mm occluant l'anus. Ce dernier kyste peut produire un blocage mécanique lors de l'expulsion des oeufs au cours de la fraye (X 4.0).



FIGURE 29.1 Éperlan nain adulte de sexe male portant des
oeufs d'éperlans collés à ses organes perlés
bien developpés. Specimen capturé le 1er mai
1967.

29.2 Gros plan de quatre oeufs collés aux organes
perlés du même éperlan mâle.

(A ce sujet voir Langlois (1935) et Richardson (1942)).

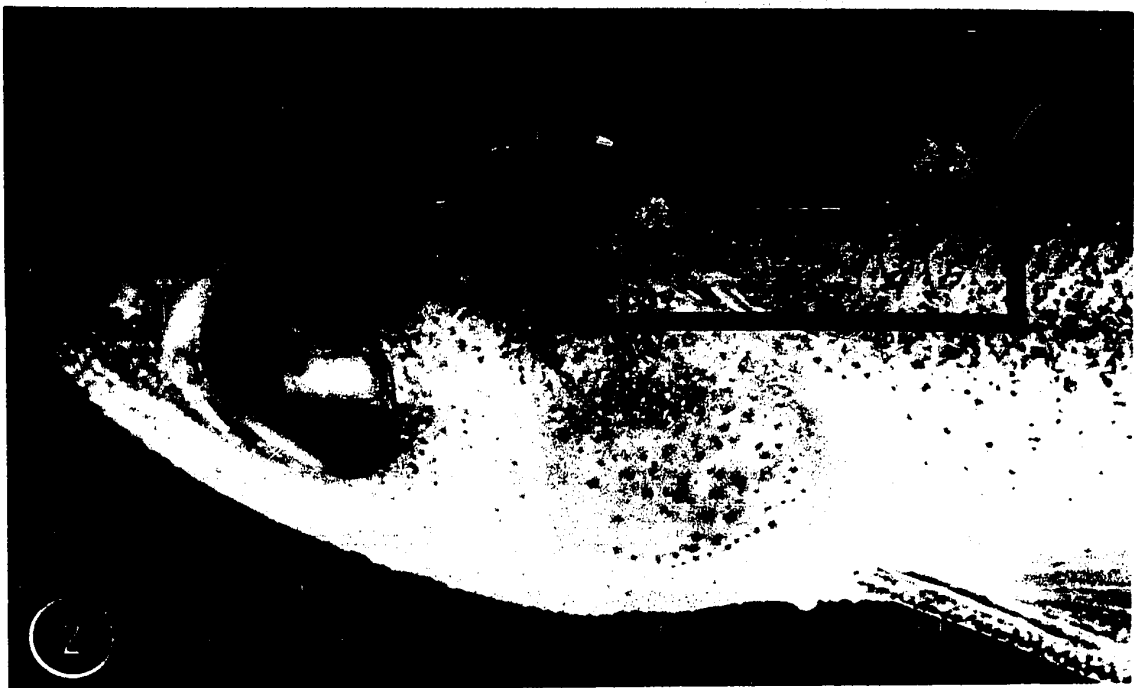
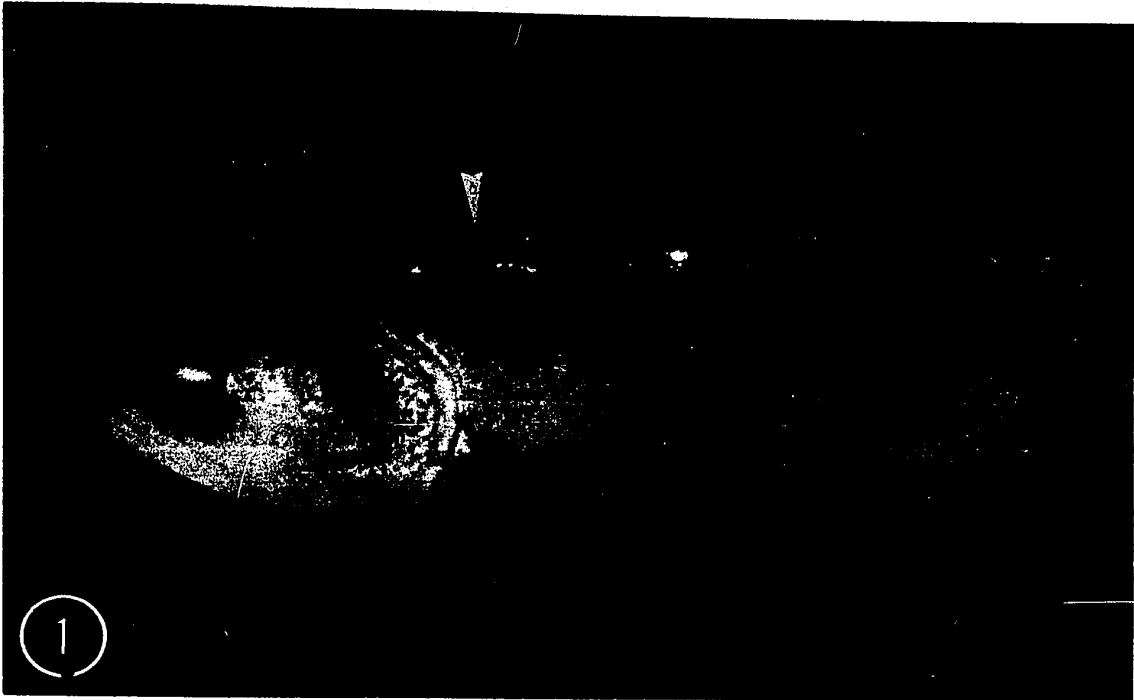


TABLEAU XIII - Fécondités relative et totale et l'index de maturité
chez 10 femelles naines aux stades de maturité 3 pour le
10 mars et 4 pour le 10 avril 1967.

		Éperlan		Ovaires			Index de ma- tuté
Dates	No.	Longueur (mm)	Poids(P) (g)	Poids (G) (g)	No. d'oeufs dans 100 mg	No. d'oeufs total	$\frac{G \times 100}{P}$
Mars							
10	1	83	2.79	.490	465	2,281	17.6
	2	84	2.74	.519	496	2,574	18.9
	3	90	3.27	.623	410	2,554	19.0
	4	82	2.68	.484	450	2,578	18.2
	5	86	2.91	.564	471	2,656	19.0
Moyenne:		85	2.87	.536	458	2,528	18.5
Avril							
10	6	85	3.04	.643	461	2,964	21.1
	7	87	3.39	.661	436	2,881	20.7
	8	89	3.27	.658	454	2,987	20.0
	9	83	2.90	.671	460	3,086	20.5
	10	91	3.74	.884	427	3,774	23.7
Moyenne:		87	3.26	.703	447	3,138	21.2

on s'aperçoit que pour les dates semblables au cours du mois de mars, l'index de maturité est inférieur chez les éperlans nains. Ceci prouve que ces derniers atteignent leur maturité sexuelle plus tardivement dans la saison.

Les éperlans nains étant de petite taille et de poids réduit, la production d'oeufs est fortement inférieure aux éperlans géants et les plus grosses femelles d'âge IV et V produisent aussi peu que 4,000 oeufs, en comparaison de 40,000

oeufs en moyenne pour des femelles géantes du même âge. Leur ponte est dix fois moindre, mais ils compensent cette déficience par leur plus grande distribution dans le lac, et surtout par leur maturité sexuelle précoce (âge 2) en comparaison avec celle des éperlans géants (âge 3).

Diamètre des oeufs ovariens.

Le diamètre de 20 oeufs ovariens chez 25 femelles naines au stade de maturité 5, variait entre .54 et .65 mm. On sait que pour des femelles géantes au même stade de maturité, nous avons obtenu entre .80 et .95 mm. Il existe donc une différence appréciable entre le diamètre des oeufs ovariens chez les deux populations. Cela explique également pourquoi, toute proportion gardée, on retrouve plus d'oeufs dans un même poids d'ovaire (fécondité relative) chez la population d'éperlans nains.

Rapport inter-gonadal.

Le rapport inter-gonadal chez les nains est le même que chez les éperlans géants. Après vingt-cinq vérifications du rapport entre le poids des gonades gauche et droite, on a jugé inutile de poursuivre, étant donné les similitudes obtenues en comparaison des éperlans géants.

Température de fraye.

Tandis que les éperlans géants frayent toujours à des températures inférieures à 4°C, les éperlans nains frayent à des températures allant jusqu'à 8°C, en moyenne de 6°C (fig. 14, page 53).

CHAPITRE VIII

Ecologie, Comportement et Mouvement.

Nourriture.

Si l'existence des deux populations sympatriques d'éperlans du lac Heney dépend en premier lieu, de leur reproduction et de leur croissance, toutes deux dépendent également d'un facteur essentiel: la nourriture.

Les histogrammes des figures 30 et 32 représentent la fréquence d'occurrence des aliments en pourcentage et selon les saisons. Les figures 31 et 33 utilisent les mêmes résultats mettant en évidence le volume total des aliments dans l'estomac selon les saisons. De plus, le diamètre des cercles est proportionnel à la quantité d'aliments ingérés selon les saisons.

Eperlans géants

Le régime alimentaire des éperlans géants est moins varié que celui des éperlans nains. En effet, seulement huit items principaux sont ingérés, tandis que les éperlans nains consomment une nourriture deux fois plus diversifiée. Le nombre d'estomacs dont le contenu a été analysé à chaque saison, se chiffre à 100. Seuls des estomacs de spécimens adultes ont été utilisés. La figure 30 présente des résultats d'analyses de contenus stomacaux chez les éperlans géants. Les débris muqueux sont abondants au printemps et en été, saisons pendant lesquelles la digestion est rapide. Il est également important de noter que près de la moitié des estomacs examinés au cours de l'hiver, contenaient des éperlans adultes ainsi que des spécimens immatures nains et géants. Le cannibalisme est donc fort en vogue au cours des quatre saisons, et plus particulièrement en hiver alors que les éperlans géants sont moins limités géographiquement qu'en été à cause de l'uniformité de la température de l'eau. Ils ont, durant cette saison, plus de contacts avec les éperlans nains, et le cannibalisme inter-

population en est accru. Il est également manifesté que les éperlans géants se nourrissent beaucoup plus de Mysis relicta que les nains. Ce crustacé relique habite principalement les régions profondes du lac, à l'instar de l'éperlan géant. Il est cependant singulier de ne pas rencontrer l'amphipode Pontoporeia affinis dans les contenus stomacaux, car nous savons par des collections de plancton, qu'il fait partie de la faune planctonique du lac. D'ailleurs, il s'agit là d'un animalcule rapporté couramment (Gordon, 1961; Ferguson, 1965) dans la diète de l'éperlan.

Répartition volumétrique des aliments.

La figure 31 montre le volume qu'occupe les aliments dans les estomacs selon les saisons. Présentés de cette façon, les résultats prennent une autre signification selon le volume de l'aliment en question. Ainsi les débris muqueux qui ont une fréquence maximum de 40% en été, ne constituent qu'une faible partie du contenu stomacal.

D'après Keast (1968): "the feeding of fishes at low temperature has been largely neglected." Les diamètres des cercles de la figure 31 représentent les volumes relatifs des estomacs au cours des saisons. L'éperlan recherche donc activement sa nourriture en hiver, comme l'a démontré Keast (1968) pour plusieurs autres espèces de poissons. Ceci est de plus confirmé par la pêche sportive à l'éperlan, sous la glace, alors qu'il mord à l'appât. Cette pratique est très populaire dans plusieurs provinces du Canada, et dans les Etats de la Nouvelle-Angleterre aux Etats-Unis.

Les adultes de la population d'éperlans nains et les jeunes des populations d'éperlans géants et nains, constituent près de 50% du régime alimentaire des éperlans géants au cours de l'hiver. Les éperlans géants consomment surtout des invertébrés et des poissons de leur propre espèce. Seulement quelques

FIGURE 30 Fréquence d'occurrence saisonnière (en pourcentage)
des aliments trouvés dans les estomacs d'éperlans
géants adultes. Années 1966-1967.

- GÉANTS -

Fréquences d'occurrence (pourcentage)

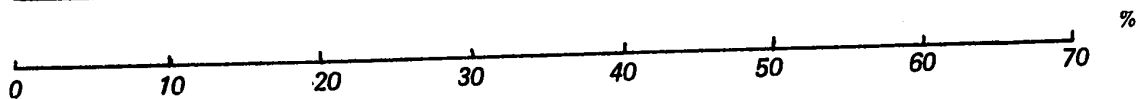
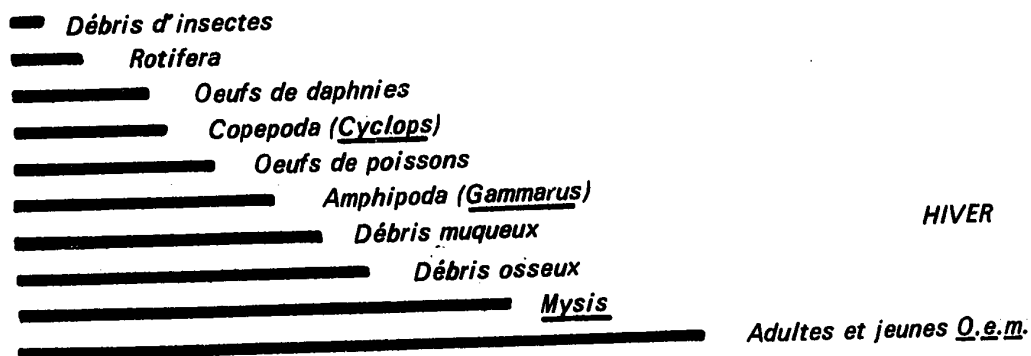
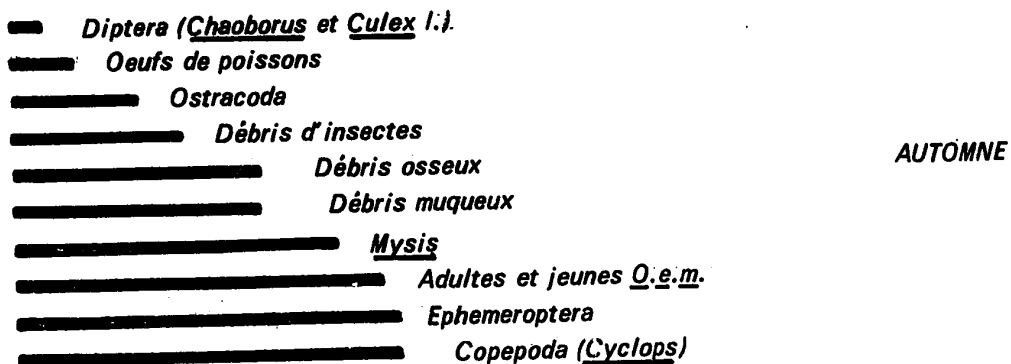
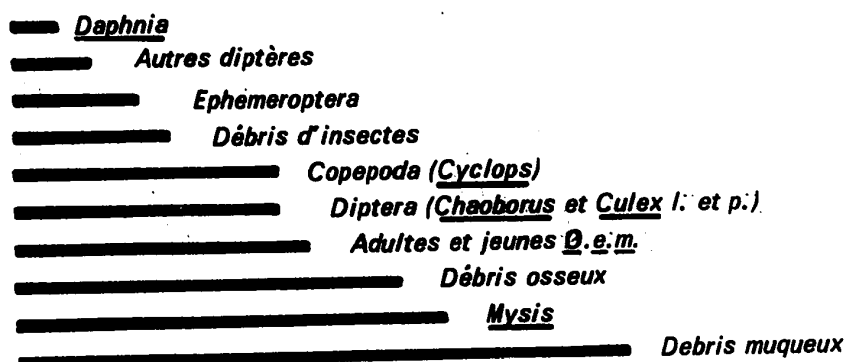
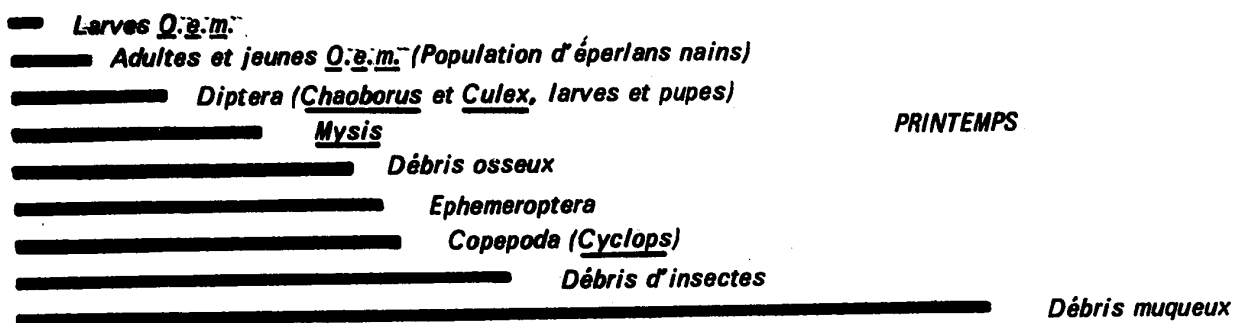
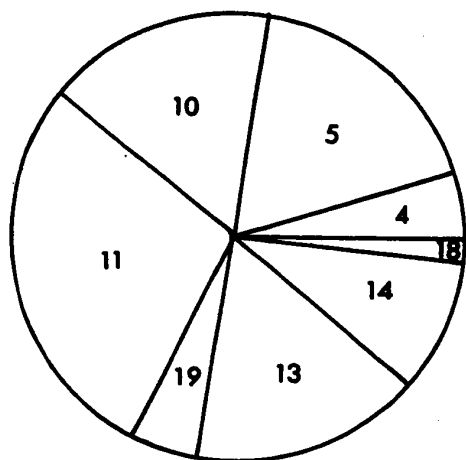


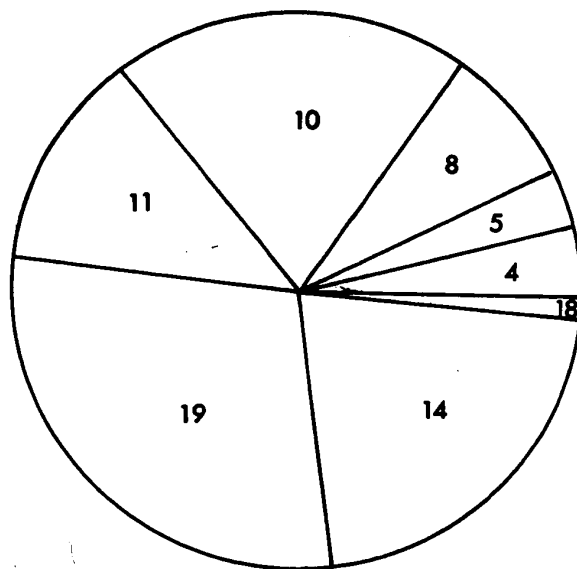
FIGURE 31 Répartition des aliments en volume, selon les saisons, chez 400 éperlans géants adultes. Le diamètre des cercles compare le degré de plénitude des estomacs. Année 1966-1967.

Les numéros qui manquent concernent des animaux qui sont trouvés seulement dans les estomacs des éperlans nains (fig. 33).

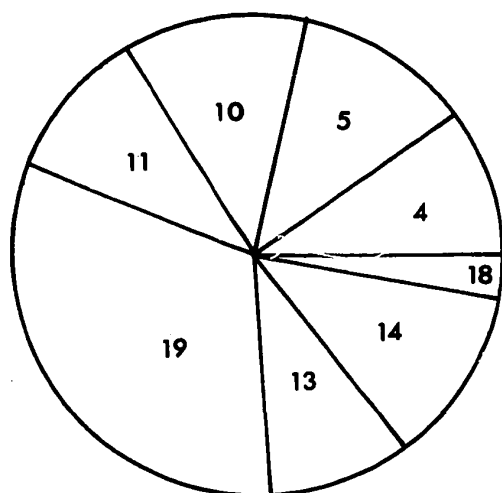
- GÉANTS -



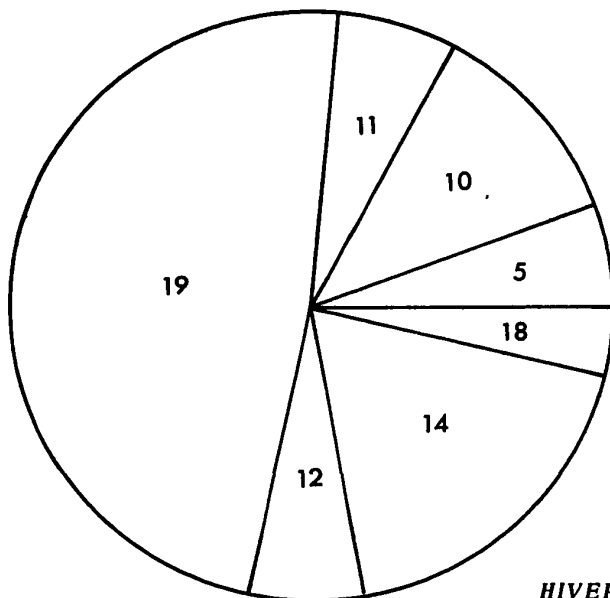
PRINTEMPS



ÉTÉ



AUTOMNE



HIVER

- 4- Copepoda (Cyclops)
 5- Ephemeroptera
 8- Diptera (Chaoborus et Culex l. et p.)
 10- Débris osseux
 11- Débris muqueux

- 12- Oeufs de poissons
 13- Débris d'insectes
 14- Mysis
 18- Autres
 19- Adultes et jeunes O.e.m.

Cottus ricei, Myoxocephalus thompsonii, Lota lota et Pungitius pungitius furent trouvés dans les estomacs.

Eperlans nains.

Comme Gordon (1961) l'a établi, l'incidence de poissons dans les estomacs est plus grande parmi les gros éperlans que parmi les petits. Les éperlans nains sont beaucoup plus planctonophages que les géants, mais là n'est pas la raison du nanisme et du gigantisme rencontrés au lac Heney. Leggett et Power (1969) attribuent à la quantité et à la qualité de la nourriture, des différences dans le taux de croissance, dans la fécondité et dans le temps de fraye entre deux populations d'eau douce de Salmo salar. Notre cas est différent de ce dernier, car il s'agit de deux populations sympatriques d'éperlans au lac Heney, ce qui signifie que la nourriture est autant disponible pour les nains que pour les géants.

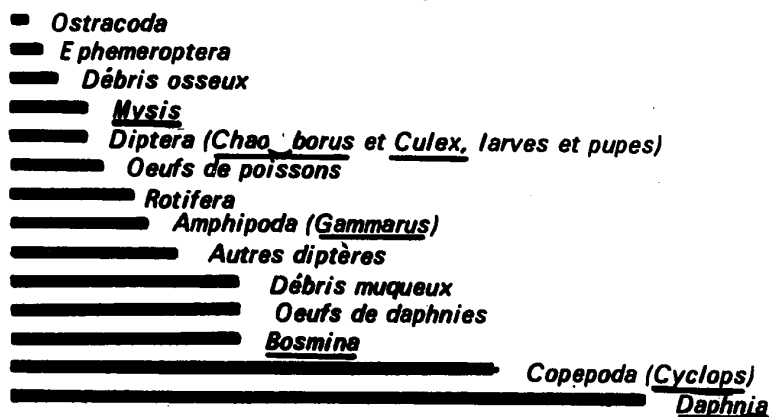
Fréquence d'occurrence des aliments.

Si on compare la figure 32 à la figure 30, on constate une variation saisonnière parmi les invertébrés ingérés, mais la principale constatation réside dans le fait qu'on retrouve toujours Daphnia et Cyclops comme principaux aliments. Les débris osseux sont minimes; les éperlans nains mangent peu de petits poissons. Le malacostracé Mysis relicta est également moins abondant dans leur diète que dans celle des géants. Hale (1959) trouve que Mysis constituait la nourriture la plus importante de l'éperlan du lac Supérieur. Notre situation est différente. Un cladocère pouvant atteindre 18 mm de long et répondant au nom de Leptodora kindti, s'est manifesté considérablement au cours de l'été 1967. En effet, on retrouve ce cladocère dans les contenus stomacaux seulement durant la saison estivale.

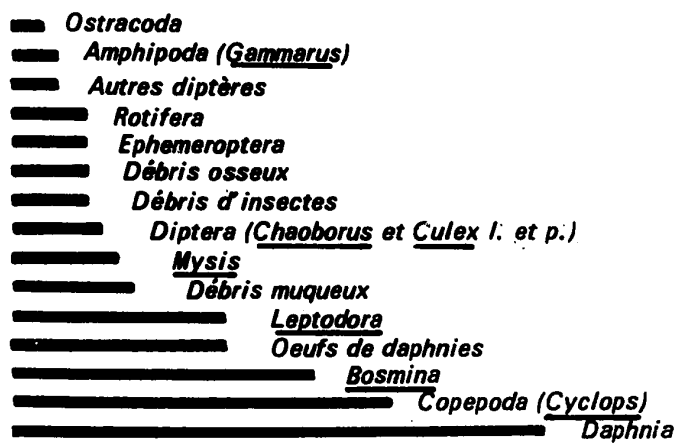
FIGURE 32 Fréquence d'occurrence saisonnière (en pourcentage) des aliments trouvés dans les estomacs d'éperlans nains adultes. Année 1966-1967.

- NAINS -

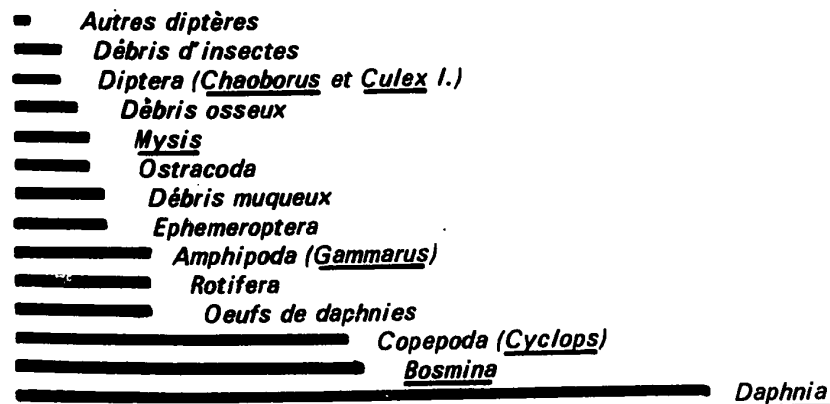
Fréquences d'occurrence (pourcentage)



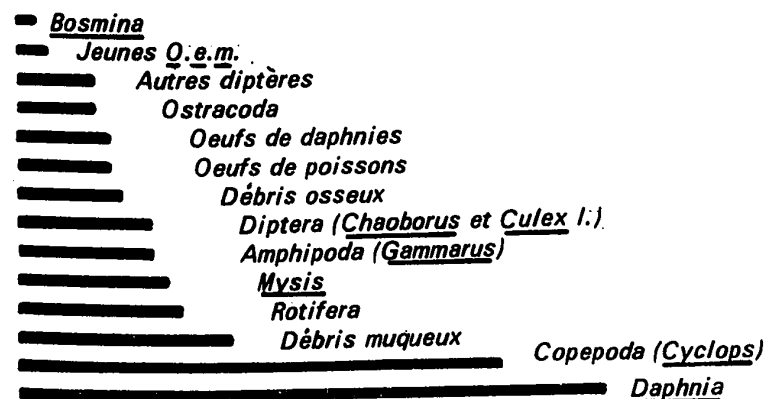
PRINTEMPS



ÉTÉ



AUTOMNE

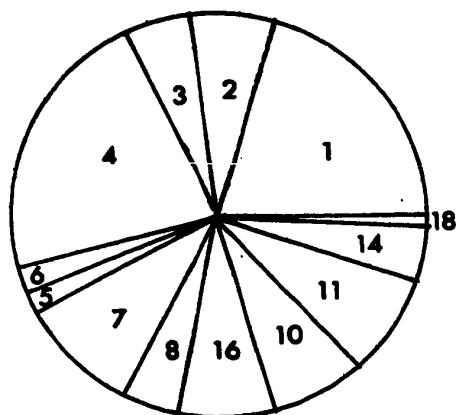


HIVER

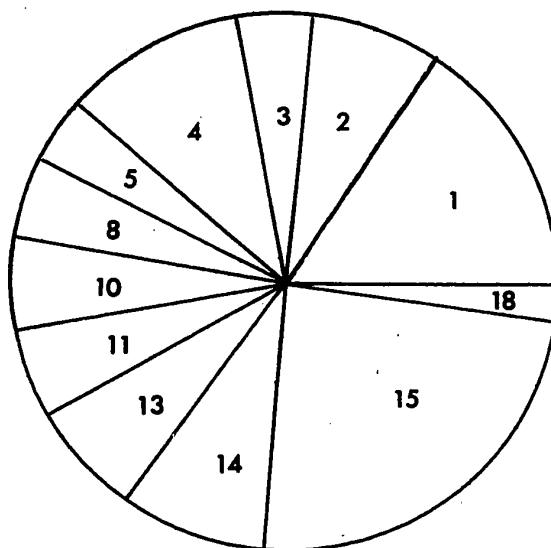
0 10 20 30 40 50 %

FIGURE 33 Répartition des aliments en volume selon les
saisons, chez 400 éperlans nains adultes.
Le diamètre des cercles compare le degré de
plénitude des estomacs. Année 1966-1967.

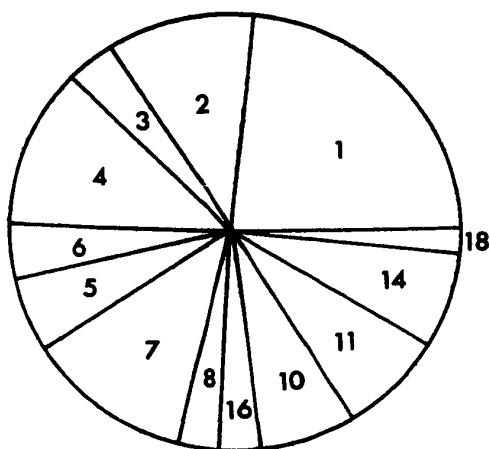
- NAINS -



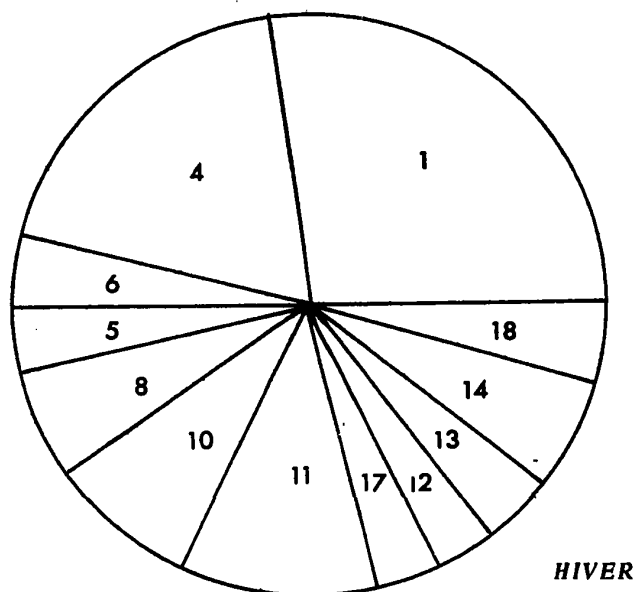
PRINTEMPS



ÉTÉ



AUTOMNE



HIVER

- 1- Cladocera (Daphnia)
- 2- Cladocera (Bosmina)
- 3- Oeufs de daphnies
- 4- Copepoda (Cyclops)
- 5- Ephemeroptera
- 6- Rotifera
- 7- Amphipoda (Gammarus)
- 8- Diptera (Chaoborus et Culex l. et p.)
- 9- Autres diptères

- 10- Débris osseux
- 11- Débris muqueux
- 12- Oeufs de poissons
- 13- Débris d'insectes
- 14- Mysis
- 15- Leptodora
- 16- Ostracoda
- 17- Jeunes O.e.m.
- 18- Autres

Répartition volumétrique des aliments.

Au point de vue volumétrique, la figure 33 indique que Daphnia, Bosmina et Cyclops emplissent, à eux seuls, près de la moitié des quatre cents estomacs prélevés au cours des quatre saisons. Comme l'éperlan géant, l'éperlan nain recherche activement sa nourriture. Au printemps seulement, il y a une réduction dans le volume des estomacs, autant pour les nains que pour les géants; durant la période de fraye les géniteurs (surtout les femelles) ingurgitent moins de nourriture qu'en temps normal. Il arrive occasionnellement durant la fraye, de trouver des oeufs d'éperlans dans l'estomac des mâles géants et nains.

Nombre d'estomacs vides chez les deux populations.

TABLEAU XIV - Estomacs vides pendant quatre saisons de l'année.

Saisons	Éperlans nains		Éperlans géants	
	Nombre d'estomacs analysés	Nombre d'estomacs vides	Nombre d'estomacs analysés	Nombre d'estomacs vides
Printemps	100	23	100	3
Eté	100	17	100	7
Automne	100	19	100	18
Hiver	100	18	100	13

D'après le tableau XIV, les éperlans géants effectuent plus de prédation que les nains du moins au cours des saisons chaudes.

Mortalité et Population

Eperlan nain (dénombrement direct au cours de la mortalité printanière).

Une mortalité massive décime annuellement les éperlans nains du lac Heney depuis au moins 1960, et cela principalement au cours du mois de mai. C'est dans le but de jeter plus de lumière sur ce problème que nous avons entrepris le dénombrement des spécimens affectés par cette mortalité printanière. Avec l'aide de ces résultats et du taux de mortalité naturelle, on tentera par la suite, une extrapolation de la population totale des classes d'âges impliquées.

Il existe une similarité entre les figures 34 et 35 quant à la date où on retrouve les deux maxima d'éperlans nains morts. C'est dire qu'au cours des trois années d'étude, ces dates ont peu varié, car on retrouve les sommets de mortalité entre les 16 et 22 mai de 1965 à 1967. Est-ce un hasard, ou si un déterminisme entre en jeu ? Certaines conditions pouvant causer cette mortalité et ayant trait à la température de l'eau (effet du brassage printanier sur la population d'éperlans nains) et à la chimie de l'eau, sont envisagées.

Nous avons émis l'hypothèse que l'établissement rapide de la thermocline équivaut à un réchauffement trop brusque des eaux de surface, pouvant ainsi affecter les éperlans nains qui n'auraient pas encore regagné les eaux profondes après la période de fraye. C'est un phénomène qui aurait pu se produire en 1965 (fig. 11 et 13, pages 49 et 52) et en 1966 (fig. 11). Le mois de mai très froid que nous avons connu en 1967, a retardé l'établissement définitif de la thermocline jusqu'au début de juin (fig. 12). Pourtant la mortalité massive d'éperlans que nous avons connu en 1967 fut tout aussi

importante que celle de 1966, indépendamment de la température de l'eau qui est demeurée beaucoup plus froide que normalement.

Quant aux résultats des analyses chimiques de l'eau (tableau III, page 56) ils demeurent sensiblement les mêmes indépendamment des saisons. Des analyses supplémentaires, non incluses dans cet exposé, principalement pour les concentrations en oxygène et en anhydride carbonique, furent prises au cours des mois de mai 1965, 1966 et 1967. Elles sont toutes comparables aux résultats du tableau III.

Quant aux conditions physiologiques du poisson qui pourraient susciter un tel cycle dans la mortalité massive, elles n'ont pas été étudiées, à l'exception des conditions créées par la présence de Glugea hertwigi sur l'organisme (Legault et Delisle, 1967; Delisle, 1969).

Mentionnons cependant deux aspects physiologiques qui pourraient être des causes de cette mortalité printanière pré et post-fraye; 1) la glande thyroïde des éperlans d'eau douce, laquelle joue un rôle important dans l'osmorégulation, est plus active que chez les éperlans marins. Hoar (1952) mentionne que la mortalité périodique du gasparot d'eau douce des Grands Lacs, Alosa pseudoharengus, pourrait être reliée à une déficience d'hormone thyroïdienne; 2) l'effort physique supplémentaire exigé au cours de toute fraye d'éperlans peut amener une accumulation d'acide lactique musculaire qui, comme l'a démontré Caillouet (1967), est capable de causer l'épuisement et la mort.

Bien que basée uniquement sur le total des éperlans morts dans cinq stations du 12 au 31 mai 1965, la figure 34 met en évidence les deux sommets qui caractérisent le phénomène des mortalités printanières. Nos observations semblent confirmer ce fait; la mortalité printanière de 1965 aurait fait

FIGURE 34 Total des éperlans morts ayant échoué dans
les cinq stations du lac Heney, du 12 au 31
mai 1965.

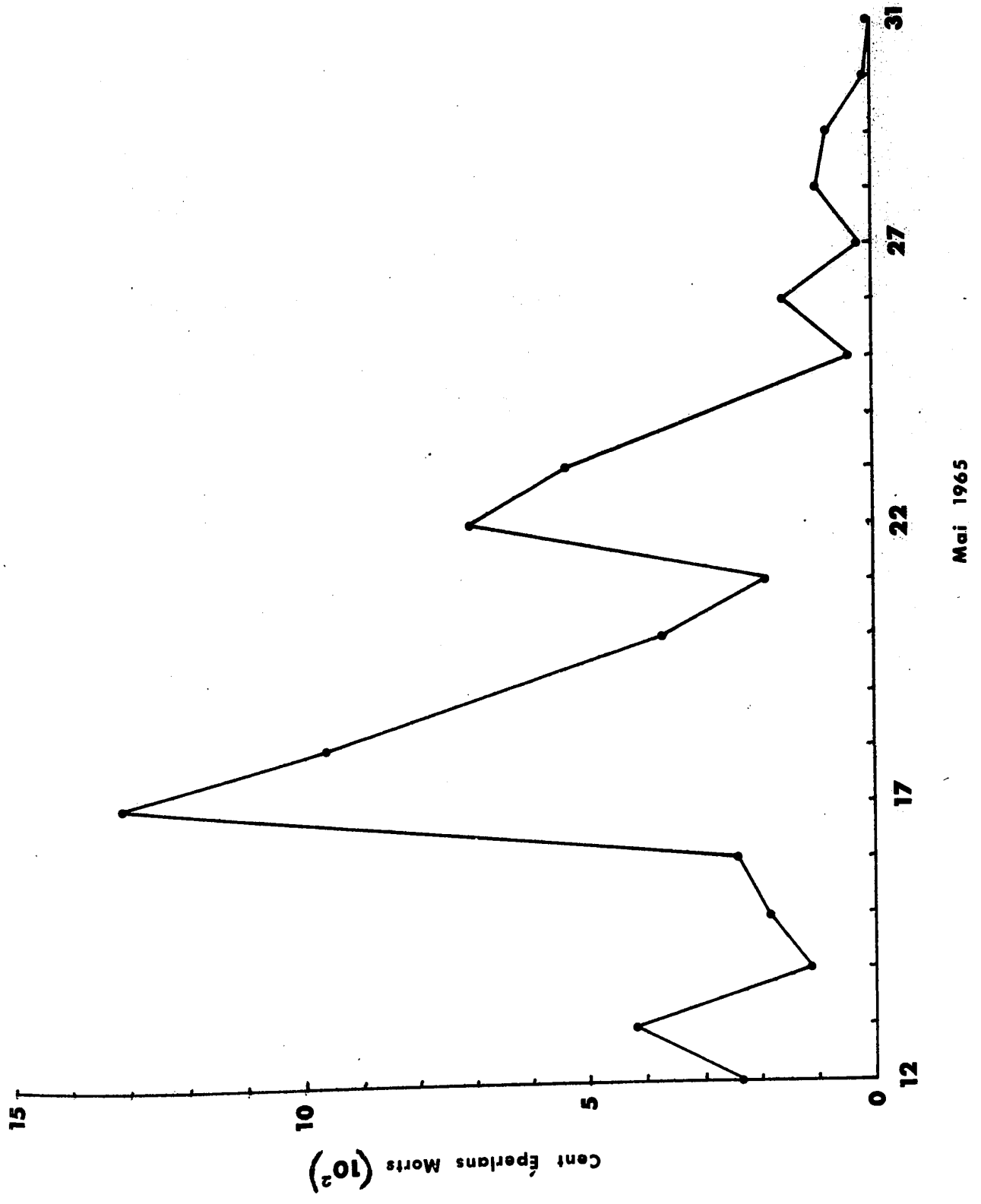
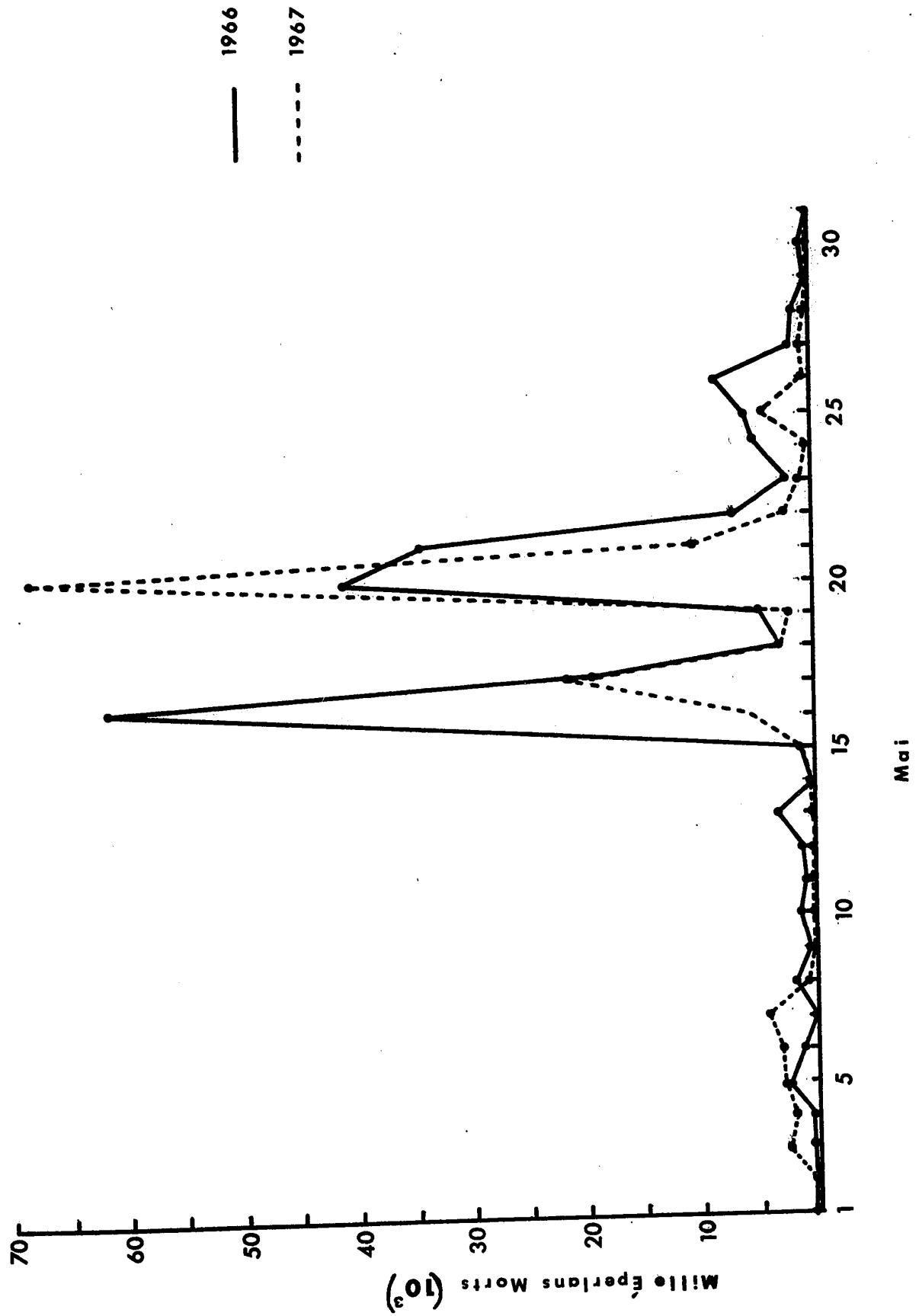


FIGURE 35 Total des éperlans morts ayant échoué dans
les quinze stations du lac Heney, du 1er
au 31 mai 1966 et 1967.



dix fois moins de victimes qu'en 1966 et 1967 respectivement.

La figure 35 est basée sur le total des éperlans morts trouvés quotidiennement dans les quinze stations de comptage, du 1er au 31 mai 1966 et 1967 respectivement. Le total des éperlans morts dans ces quinze mêmes stations, pour les mois de mai 1966 et 1967, s'élève à 216,500 et 139,100 (fig. 35).

Afin d'obtenir une approximation de la mortalité massive totale des classes d'âges affectées, on doit aussi ajouter:

- 1° Les évaluations du nombre d'éperlans morts que nous avons obtenus sur toute la surface du lac au lendemain des deux sommets de mortalité (mi-mortalité) soit les 17 et 22 mai 1966, et les 18 et 21 mai 1967 (fig. 35).

Le 17 mai 1966, nous avons compté 850,400 éperlans morts. Cela signifie que le dénombrement fait à nos quinze stations le 16 mai représente environ 1/14 de la mortalité massive totale. Pour le 22 mai, avec 596,100 d'évaluation, nous obtenons environ le même rapport de 1/14. Donc on assume que nos stations sont représentatives au 1/14 pour 1966 et nous obtenons un total d'éperlans morts de 3,030,000 sans considération du phénomène de flottaison vs submersion dont nous estimerons ci-après l'implication.

En ce qui concerne l'année 1967, notre évaluation du 18 mai s'est chiffrée à 432,000, ce qui fait environ 1/20 de la mortalité massive totale. Le 21 mai, l'évaluation s'élève à près d'un million, ce qui représente près du 1/16 du total obtenu pour les quinze stations le 20 mai. La moyenne des rapports se fixe donc à 1/18, et le total des éperlans morts se chiffre à 2,504,000 sans considération du phénomène de flottaison vs submersion. Aucun cas semblable de mortalité n'est cité dans la bibliographie de Kramer (1967).

2° le nombre de spécimens qui calent après la mort sans qu'on puisse les dénombrer.

Un grand nombre d'éperlans nains calent au fond du lac au cours de la mortalité printanière (fig. 36). Dans la photo 36.1, on y voit des spécimens morts dans deux pieds d'eau et reposant sur un fond de sable et de débris de bois d'une plage du lac Heney. La photo 36.2 fut prise à vingt pieds de profondeur. On remarque que le fond du lac à cet endroit, est couvert d'éperlans nains morts, qui ont sûrement échappé aux dénombrements faits durant les jours qui ont suivi les sommets de mortalité.

Peu de données existent sur le taux de submersion des poissons mourants, et c'est pourquoi nos résultats sembleront inusités. On sait cependant que lors de toute mortalité naturelle, la plupart des poissons passent inaperçus, démontrant ainsi le fort pourcentage des spécimens qui demeurent submergés après la mort. Ce qui nous incita à effectuer cette expérience, est le nombre incalculable d'éperlans morts aperçus sur les fonds lors de vérifications en plongée à l'aide d'un schaphandre autonome. D'ailleurs le Dr R.G. Ferguson (communication personnelle, 1965), nous apprit que des plongeurs avaient aperçu sur le fond du lac Erié, des milliers d'éperlans morts au cours du printemps 1964. 4,709 éperlans mourants furent capturés à la seine le 16 mai 1967, et furent soumis à l'expérience décrite dans la section des matériaux et méthodes.

Huit jours après le début de l'expérience, soit le 23 mai, tous les spécimens étaient décimés et 71.1% des éperlans du bassin expérimental avaient été submergés douze heures après leur mort (fig. 37). Après vingt-quatre heures, 8.9% de plus furent retrouvés au fond du bassin, ce qui porte à 80.0% le nombre de spécimens submergés. Les variations dans le nombre d'éperlans morts submergés et flottants sont difficilement explicables, et peuvent être dûes aux condi-

FIGURE 36 No. 1 Eperlans nains morts ayant échoué sur
le fond des grèves dans 1 à 3 pieds de
profondeur.

No. 2 Eperlans nains morts, submergés sous 20
pieds d'eau. (Photographie prise à l'aide
d'une Nikonos, 35 mm, Tri-X, par l'auteur).

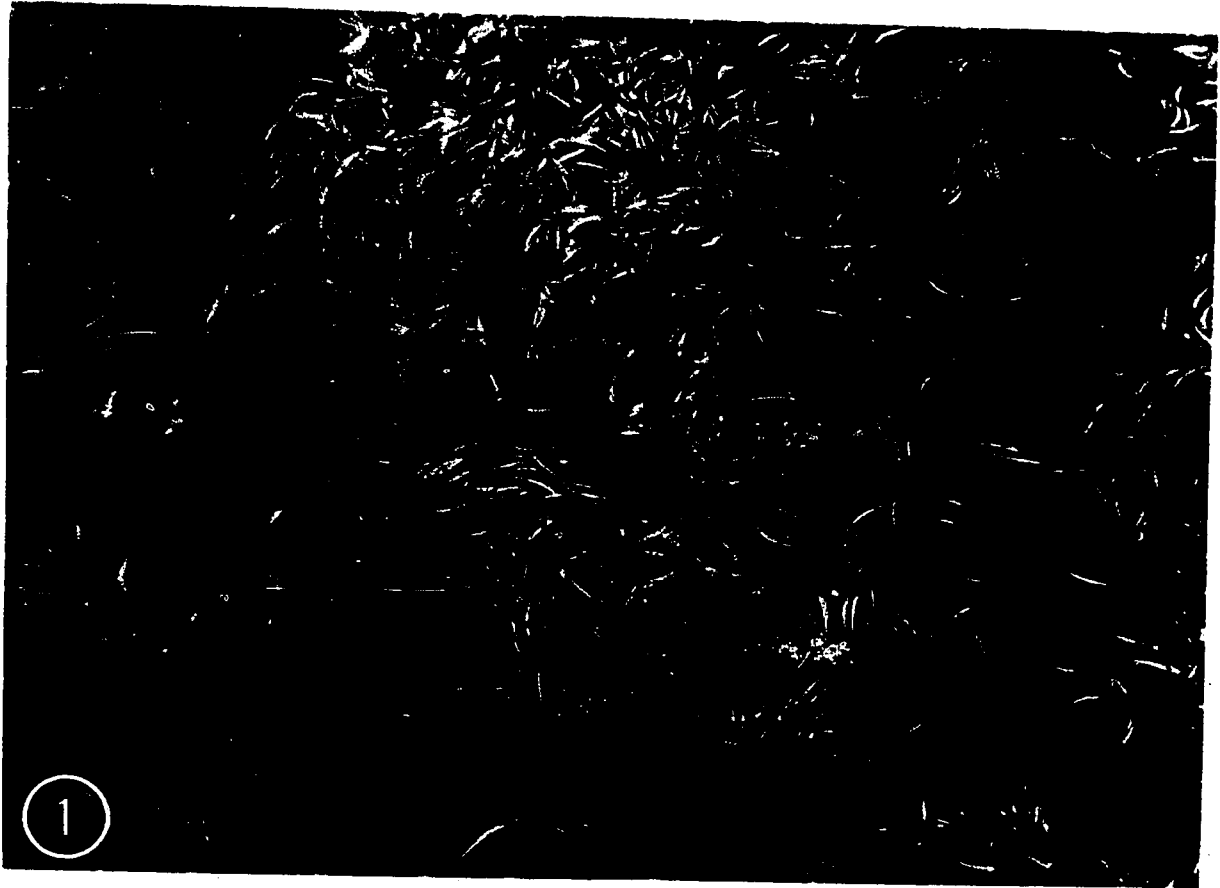
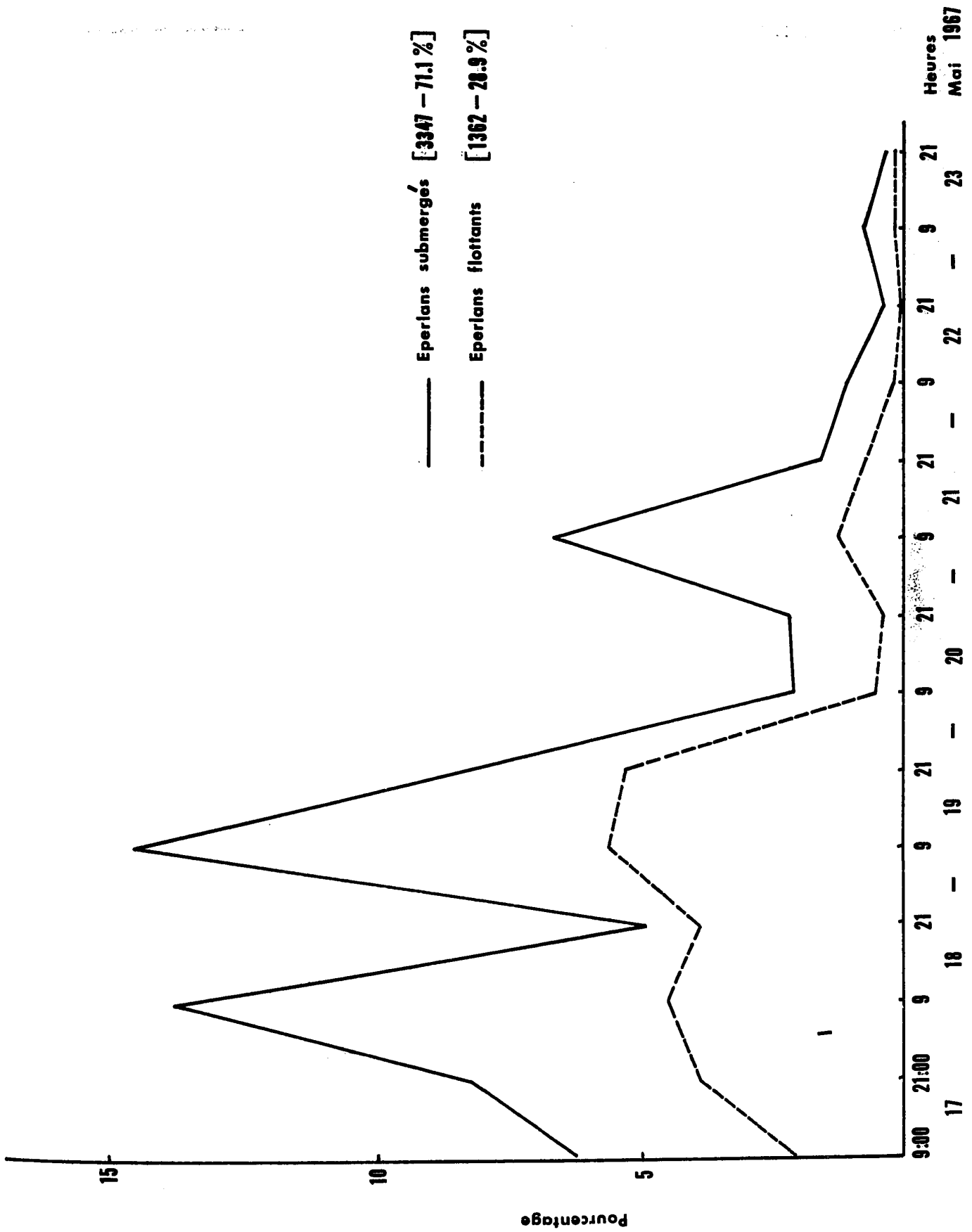


FIGURE 37 Taux de flottaison et de submersion des 4,709
éperlans nains capturés à la seine le 16 mai
1967. Dénombrements des morts effectués tou-
tes les douze heures.



tions atmosphériques.

Mortalité massive totale.

Si on admet qu'un taux de submersion de 80.0% est exact et représentatif, on obtient avec les résultats antérieurs une mortalité massive totale empirique de 12,124,000 individus pour 1966 et de 10,015,000 individus pour 1967, sans tenir compte des prédateurs tels que chats domestiques, rats-laveurs, loutres, étourneaux, sansonnets, mainates bronzés et certains poissons qui profitent de cette période de faiblesse des éperlans pour en consommer une quantité appréciable.

Classes d'âges affectées par la mortalité massive.

Les individus morts en masse sont âgés de deux et trois ans et dans des proportions égales. C'est ce qu'a révélé les lectures de 200 écailles provenant d'échantillons d'éperlans morts au cours des mortalités de 1966 et 1967.

Taux de mortalité naturelle et taux de survie.

En partant des fréquences d'âges parmi les deux populations d'éperlans capturés par des filets maillants pendant un été, il fut possible de trouver le taux de survie, ainsi que la mortalité de classe et de population des éperlans géants et nains (tableau XV).

Nos estimations du taux de mortalité pour les différentes classes d'éperlans géants, sont grossièrement comparables à celles des éperlans nains d'une année plus jeune. Ceci s'applique pour la plupart des populations naines qui atteignent leur maturité plus tôt, et meurent plus jeunes que les populations normales ou géantes (Eschmeyer, 1955; Fenderson, 1964). Donc, le taux de survie au lac Heney serait tout à fait normal. LeJeune (1959) trouve une mortalité de population de 96.5% chez l'éperlan du lac Vert

(Hébertville, Québec). Point n'est besoin d'expliquer longuement qu'une population ayant un taux de mortalité comme au lac Vert et au lac Heney, doit être exploitée tôt et intensément. Au Japon, des lacs de dimensions semblables au lac Heney, font l'objet de pêches commerciales intenses, et le "stock" se renouvelle normalement au cours des années.

Le nombre de captures des éperlans géants d'âge 2⁺ est inférieure à celle de la classe d'âge 3⁺. Cela n'est pas normal et est probablement dû à la vulnérabilité des éperlans d'âge 2⁺ dans les filets maillants de 1½".

Le tableau XV nous indique que le taux de mortalité naturelle est semblable chez les deux populations.

Population totale initiale d'éperlans nains (Âges 2 et 3).

Avec l'aide des données précédentes, on peut calculé le nombre d'éperlans d'âges 2 et 3 qui survivent à la mortalité massive printanière. Selon Ricker (communication personnelle, 1968), si on arrondit à 10 millions le nombre d'éperlans morts en mai 1967, les opérations suivantes peuvent être effectuées:

Pour âge 2	Mortalité printanière 1967	= 5.0 millions
	Taux de mortalité naturelle	= 0.365
	Population initiale = 5.0 / 0.365	= 13.70 millions
	Survivants = 13.70 - 5.0	= 8.70 millions
Pour âge 3	Mortalité printanière 1967	= 5.0 millions
	Taux de mortalité naturelle	= 0.591
	Population initiale = 5.0 / 0.591	= 8.46 millions
	Survivants = 8.46 - 5.00	= 3.46 millions

La population totale initiale pour les âges 2 et 3 sera donc de 22.16 millions d'individus. Le nombre de survivants total d'âges 2 et 3 après la

mortalité massive, sera donc de 12.16 millions, i.e. 54.8% de la population totale initiale.

Courbes de captures.

Pour des populations non exploitées, les courbes de captures présentées à la figure 38 et établies d'après Ricker (1958) sont normales. Cependant, étant donné la forte mortalité en mai chez les éperlans nains, il serait vraisemblable de trouver une déviation de la pente descendante de la courbe. Cela n'est pas le cas du moins en ce qui concerne la mortalité massive du printemps 1967. Cette mortalité ne semble affecter en rien le maintien de la population des éperlans nains. Il est donc postulé que s'il n'y avait pas de mortalité semblable au printemps, un nombre égal d'éperlans seraient décimés naturellement au cours de l'année, sans qu'on les décèlent.

Répartition Géographique.

Il existe assurément un manque de compilation coordonnée sur la répartition géographique de l'éperlan d'eau douce et de plusieurs autres espèces de poissons au Québec. Plusieurs personnes, plus particulièrement de l'extérieur du Québec, pensent toujours, faute d'informations, que seuls les lacs Memphremagog, Champlain, Kénogami, des Iles, Green et certains autres, sont les seuls plans d'eau contenant de l'éperlan au Québec.

Sur un grand total de 128 plans d'eau où l'éperlan d'eau douce est trouvé, 42 ont étéensemencés. Cependant, on doute encore de l'efficacité de l'ensemencement dans certains de ces lacs comme: les lacs Papin (45-2)*, aux Vers (45-3), Long (45-4) et aux Sangsues (46-1), (communication personnelle, J.P. Cuerrier, juillet 1968).

* (45-2) voir au tableau I, en appendice.

TABLEAU XV - Taux de mortalité naturelle des populations non-exploitées
d'éperlans géants et nains du lac Heney.

Age	Nombre d'é- perlans cap- turés.	Log. des fréquen- ces.	1-diff. log (B)	Antilog.	Taux de survie (%)	Mortalité de classe (%)	Mortalité de population (%)
- EPERLANS GEANTS -							
I+	18	1.25527	-	-	-	-	-
II+	67	1.82607	-	-	-	-	-
III+	86	1.93405	} .71916	.523	52.3	47.7	-
IV+	25	1.65321					
V+	20	1.30103					
VI+	7	0.84510					
	243						
- EPERLANS NAINS -							
I+	11	1.04139		-	-	-	-
II+	104	2.01703	} .80251	.635	63.5	36.5	-
III+	66	1.81954					
IV+	27	1.43136					
V+	8	0.90309					
	216						

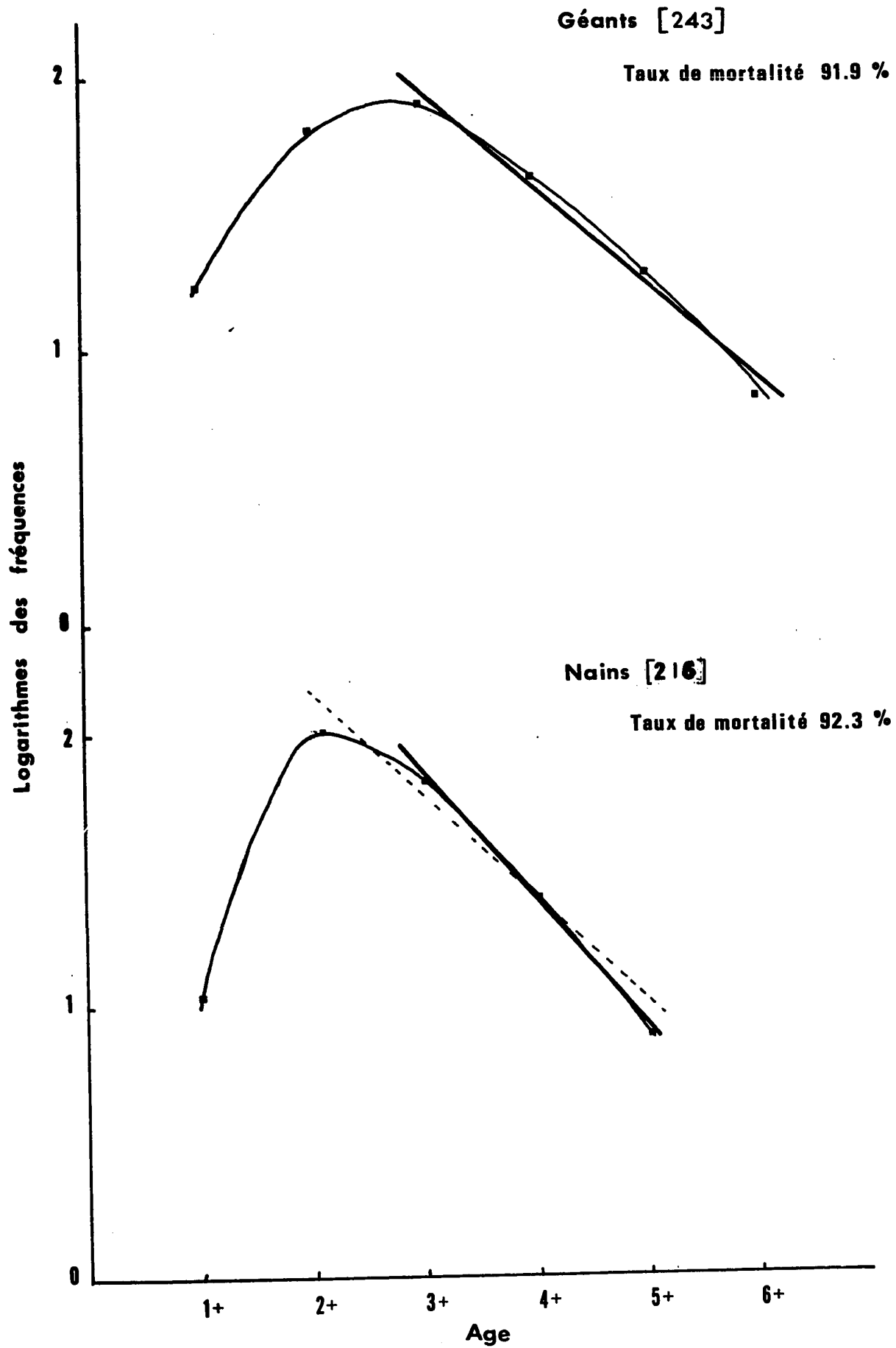
FIGURE 38 Courbes de captures des deux populations d'éperlans du lac Heney. Les 243 éperlans géants et 216 éperlans nains sur lesquels nos calculs sont basés, ont été capturés aux filets maillants au cours de l'été 1967. Ces populations sont non-exploitées par les sportifs et les pêcheurs commerciaux.

N.B. (1) Les droites qui apparaissent en p.119 ne sont pas calculées mathématiquement. Cependant à l'aide d'une calculatrice Wang 370 (Département de Biologie, Université de Montréal), nous avons obtenus les points théoriques suivants par la droite calculée:

Droite de régression du logarithme de N en fonction de l'âge

<u>NAINS</u>			<u>GEANTS</u>		
Age	Nos données	Par la droite	Age	Nos données	Par la droite
3	1.81954	1.84289	3	1.93405	1.97620
4	1.43136	1.38466	4	1.65321	1.61429
5	0.90309	0.92643	5	1.30103	1.25239
			6	0.84510	0.89049

N.B. (2) La droite pointillée (nains), passant par le point 2.01703, possède une pente semblable à la droite des géants. Il est normal, avec des taux de mortalités naturelles de populations similaires chez les géants et les nains, que les pentes soient comparables.



Plusieurs plans d'eau rapportés dans cette étude, hébergent des populations indigènes d'éperlans; ils furent reconnus grâce à l'authenticité des rapports consultés et à la date des observations. De plus, si aucun rapport écrit existe sur l'origine de la population, et que de vieux pêcheurs résidants nous informent de la présence immémorable de ce poisson dans le plan d'eau concerné, nous considérons cette population comme autochtone.

Certains de ces lacs sont: Hébert (Vert) (23-1); Kénogami (24-1); aux Sables (34-1); Tchitagama (19-1); Maskinongé (37-1); des Iles (42-1); Green (43-1); Heney (43-10); Pemichangan (43-12); Chabaret-St-Laurent (43-14); St-Simon (St-Mathieu) (71-1); Memphremagog (85-2); Massawippi (85-3); Champlain (87-1); St-Jean. On compte aussi la rivière Saguenay; le fleuve St-Laurent et la rivière Outaouais.

Plusieurs autres populations autochtones sont retrouvées sous le symbole "éperlan signalé" dans la figure 39.

Les bassins de drainage des rivières Gatineau et du Lièvre (fig. 40, bassins 42 et 43) contiennent à eux seuls, 28 lacs à éperlans. De ces lacs, seulement trois ont étéensemencés.

Les bassins de drainage du St-Maurice et de la St-François (fig. 39, bassins 35 et 85) possèdent respectivement 17 et 11 plans d'eau à éperlans. Cependant, neuf plans d'eau ont étéensemencés dans ces deux bassins de drainage.

Plusieurs nappes d'eau possèdent des populations allopatriques naines (35-7), (35-8), (42-3), (42-6), (42-7) et (42-9), mais seul le lac St-Simon (St-Mathieu) possède à notre connaissance une population allopatrique d'éperlans géants.

Quant aux rares plans d'eau où il y a coexistence (sympatrie) de deux populations d'éperlans nains et géants, ce sont les lacs Heney (43-10), Champlain (87-1) et Kénogami (24-1). Les frayères des deux derniers lacs mentionnés n'étant pas connues, nous ne sommes pas en mesure de proposer l'intégrité génétique de ces populations comme on l'a fait pour le lac Heney (Legault et Delisle, 1968).

Si nous sortons des limites géographiques du Québec, il semble que le lac Utopia, N.B., contiendrait deux ou trois populations sympatriques d'éperlans (MacLeod, 1922; McKenzie et Medcof 1965 et 1966) (communication personnelle). Le lac Muskrat en Ontario, possède également à l'instar du lac St-Simon (St-Mathieu), une population allopatrique d'éperlans géants atteignant de 12 à 14 pouces de longueur totale.

Parasites (Glugea hertwigi).

Schrader (1921), Haley (1952, 1953, 1954), Skerry (1952) et Dechtiar (1965) ont décrit des infestations similaires à Glugea hertwigi aux Etats-Unis. Seuls Fantham et al (1941) en mentionnent la présence au Canada. Ailleurs qu'en Amérique du Nord, l'infestation par cette espèce holarctique fut aussi rapportée par Bogdanova (1957) et Dogiel et al (1961) en Russie, ainsi que Barysheva et Bauer (1957) en Europe et en Orient.

Tous les auteurs pré-cités indiquent que Glugea hertwigi infeste les éperlans adultes et "sub-adults" tels que nommés par Dechtiar (1965). Seul Haley (1953) mentionne les jeunes de l'année en citant: "The incidence may be high and the degree of infection heavy among very young fish. Jackson (unpublished data) informed the writer that he noted numerous small white intestinal cysts in about 48 per cent of 500 three-month old smelt, which

FIGURE 39 Répartition géographique de l'éperlan dulcaquicole Osmerus eperlanus mordax dans les principaux bassins hydrographiques du Québec (appendice, tableau I).

-  : Bassins de drainage .
- : Limites géographiques de l'aire des bassins de drainage.
-  : Sites des lacs et rivières où des populations indigènes d'éperlans furent signalées.
-  : Sites des lacs et rivières où des populations d'éperlans furent introduites (ensemencées).
- 2 : Numéro du plan d'eau à l'intérieur du bassin de drainage (Réfère à l'appendice, tableau I).
-  : Les symboles qui représentent ces sept lacs de la Côte Nord ne sont pas géographiquement en place. Ces lacs sont en réalité situés plus au nord-est du symbole les représentant.

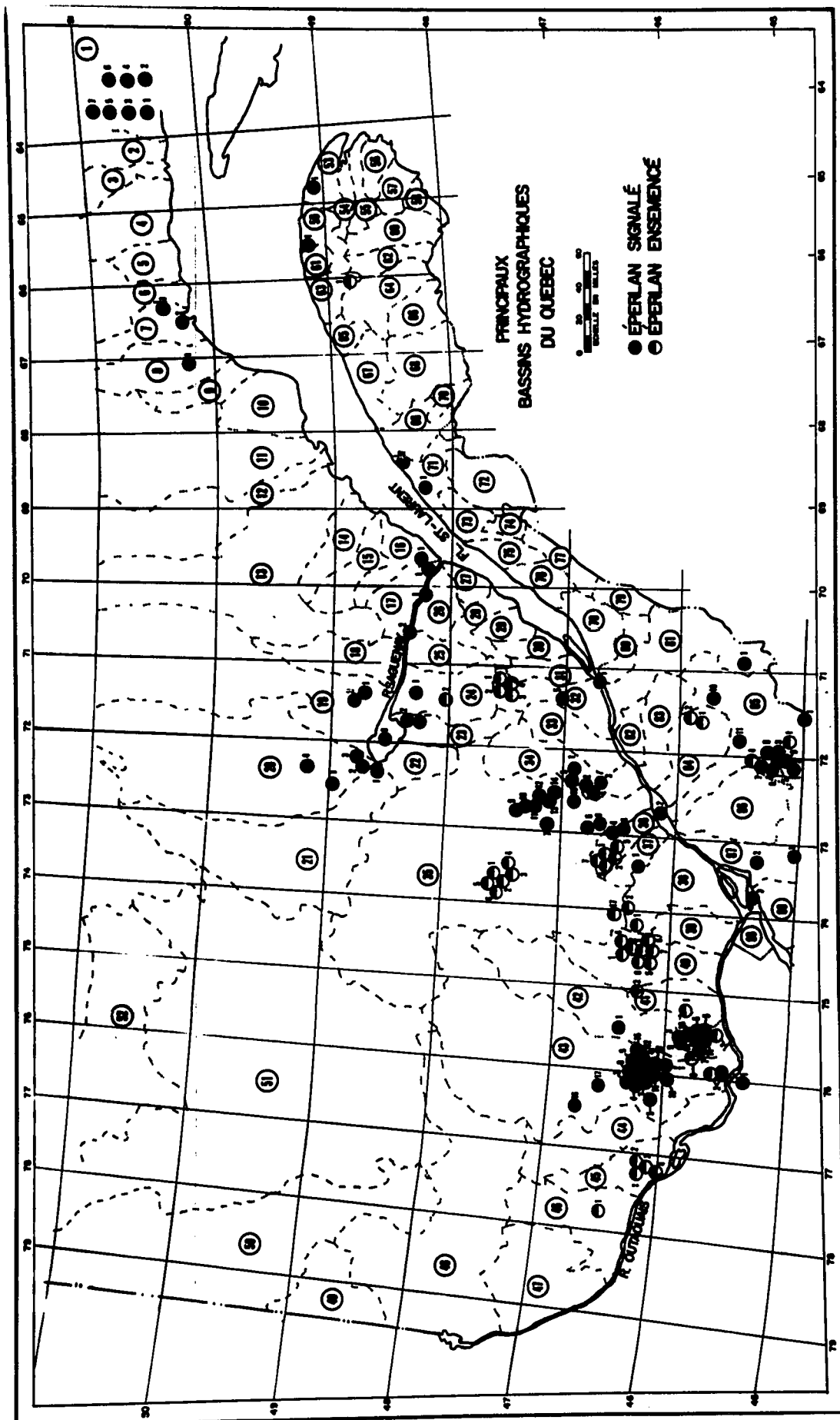
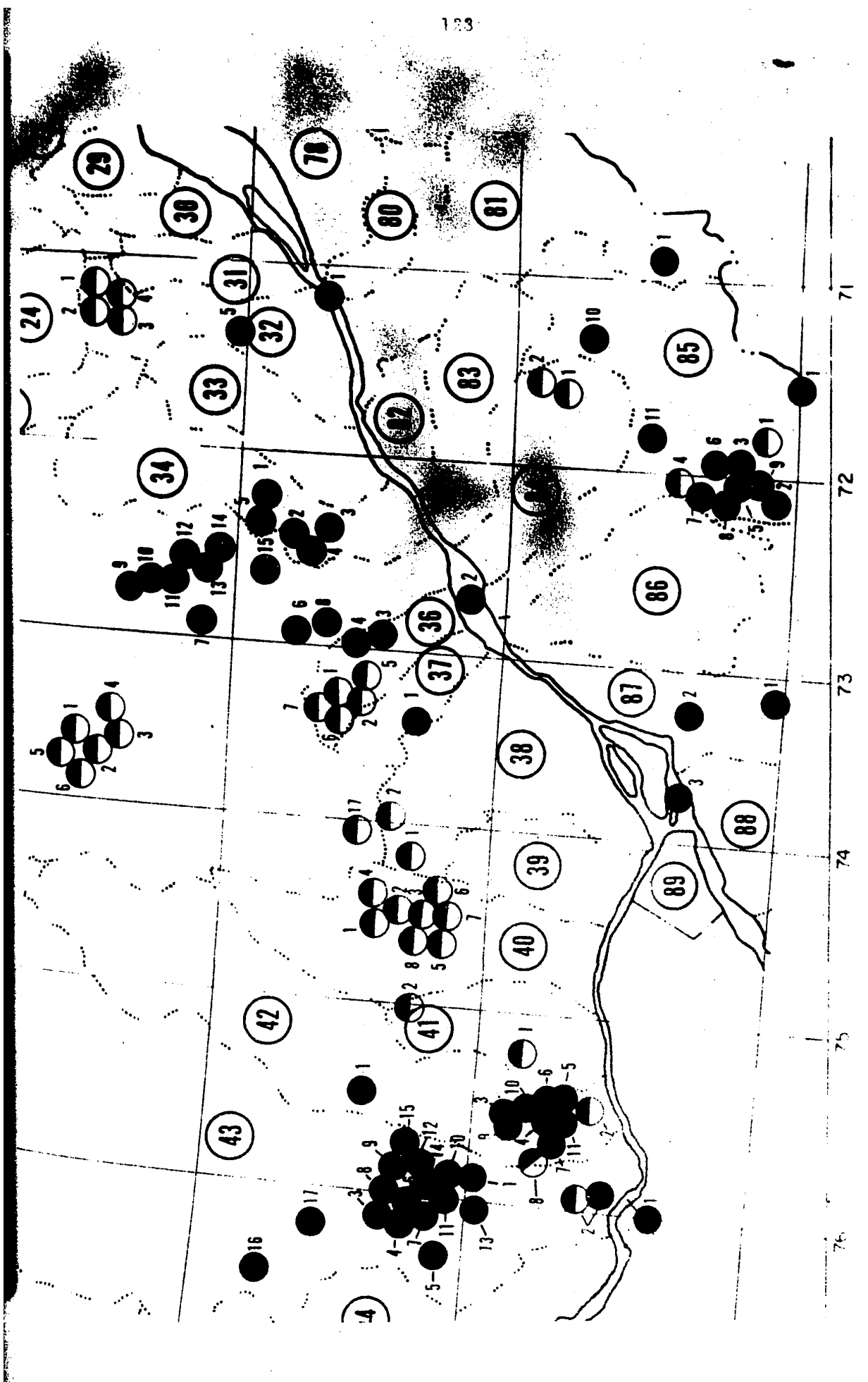


FIGURE 40

**Gros plan des principaux bassins hydrographiques
du Québec, où on retrouve des concentrations de
plans d'eau contenant de l'éperlan dulcaquicole.**

**(Référer à la fig. 39 pour la description des
symboles).**



he seined from Great Bay, N.H. in 1944. Bullock (personal communication 1952) reported finding about one-third of large numbers of yearling smelt infected with Glugea cysts which could be seen in the fish without dissection."

Les premières mentions officielles d'une telle infestation chez les jeunes de l'année sont celles de Delisle (1965) et Legault et Delisle (1967). Nos observations concernant l'infestation par Glugea des jeunes de l'année de la population d'éperlans nains au lac Heney, présentent donc un intérêt particulier. On trouva que la presque totalité d'une des populations d'éperlans d'âge 0, peut se contaminer en moins de quatre mois (fig. 41). La dissémination de Glugea hertwigi s'effectue à un rythme très élevé pour qu'en l'espace de trois mois une telle infestation s'établisse. La même figure indique le nombre de nodules (kystes) à Glugea par individu. Le nombre de nodules ne commence à augmenter que le 31 août, mais en l'espace d'un mois (31 août au 30 septembre), il quintuple passant de 11.47 à 57.44 (Delisle, 1969).

Quant à la figure 42 qui a trait aux éperlans nains adultes, elle indique qu'une variation saisonnière dans l'infestation à Glugea s'établit au cours d'une période d'un an.

Le pourcentage d'infestation va en croissant au cours des mois d'hiver pour atteindre un maximum de 75% en mai et juin. Par la suite, il se maintient au-dessous de 70% en été, baisse à l'automne, jusqu'à son niveau le plus bas, soit 53% en janvier. Skerry (1952) trouva que le pourcentage d'infestation le plus bas, se situe en février. Il se demande alors s'il ne serait pas cyclique. Nous croyons, d'après les observations faites au lac Heney, qu'une telle question est fondée et que la température de l'eau, beaucoup plus froide en hiver, tout en ayant un effet sur le métabolisme du poisson, puisse aussi avoir un effet direct sur la multiplication de Glugea.

Un point intéressant à noter, c'est que le maximum d'infestation à Glugea hertwigi se situe en mai et en juin, période à laquelle on retrouve la mortalité massive annuelle des éperlans adultes d'âges 2 et 3. On ne peut pas, avec cette preuve circonstancielle, attribuer la cause de la mortalité massive printanière des éperlans adultes nains à Glugea hertwigi. Mais puisqu'on a déjà rapporté plusieurs cas de mortalité massive d'éperlans causés par Glugea hertwigi, nous sommes portés à croire que l'infestation à Glugea contribue à un certain degré, à cette mortalité qu'on peut qualifier de catastrophique.

La répartition géographique de ce parasite dans les plans d'eau du Québec, est donnée par Delisle et Veilleux (1969).

Réaction à la lumière (Phototaxie).

Le goût de vivre en société se trouve beaucoup plus répandu dans la nature que le goût de la solitude. Les espèces plus ou moins grégaires comme l'éperlan, sont les plus communes.

Dans une étude écologique, il est important de se rappeler que l'ambiance impose des conditions et que toutes les populations ne s'ajustent pas de la même manière aux mêmes conditions de milieu. Ces ajustements peuvent être de plusieurs ordres: anatomique, de reproduction, de comportement, etc.

En dépit d'affirmations comme celles de Greene (1930): "The smelts well known negative phototropic reaction", nous avons capturés un grand nombre d'adultes et de jeunes éperlans nains la nuit, en nous servant d'une source artificielle de lumière blanche. L'hiver est la saison la plus propice pour la capture d'éperlans nains adultes par cette méthode de collection. Les éperlans géants ne répondent pas ou ne répondent que partiellement à l'attraction lumineuse.

FIGURE 41 . Taux d'infestation au niveau d'une population d'éperlans jeunes de l'année et nombre moyen de nodules par individu du 22 juin (environ un mois après l'éclosion) au 30 septembre 1967. Expérience comprenant 2,923 individus d'âge 0.

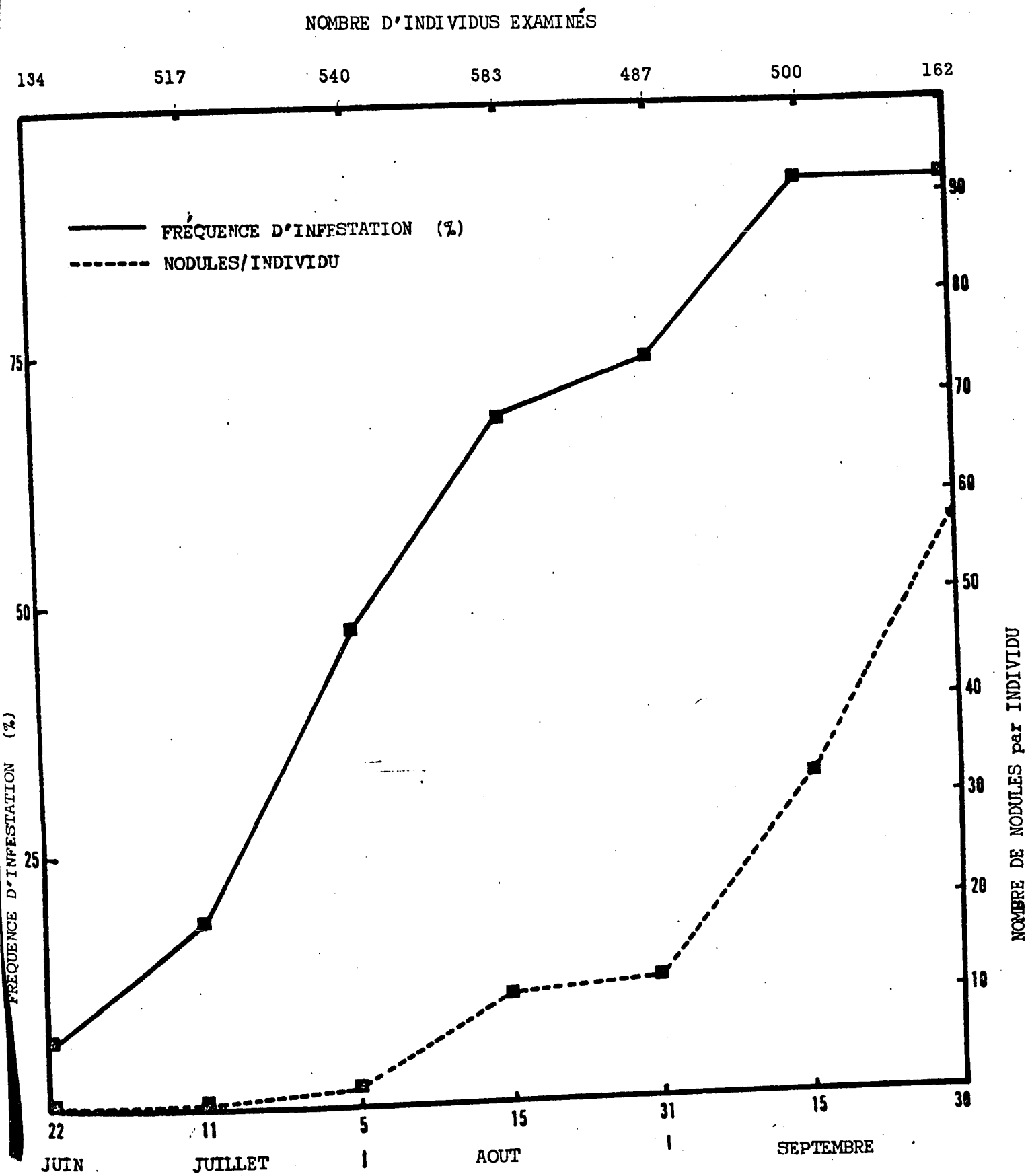
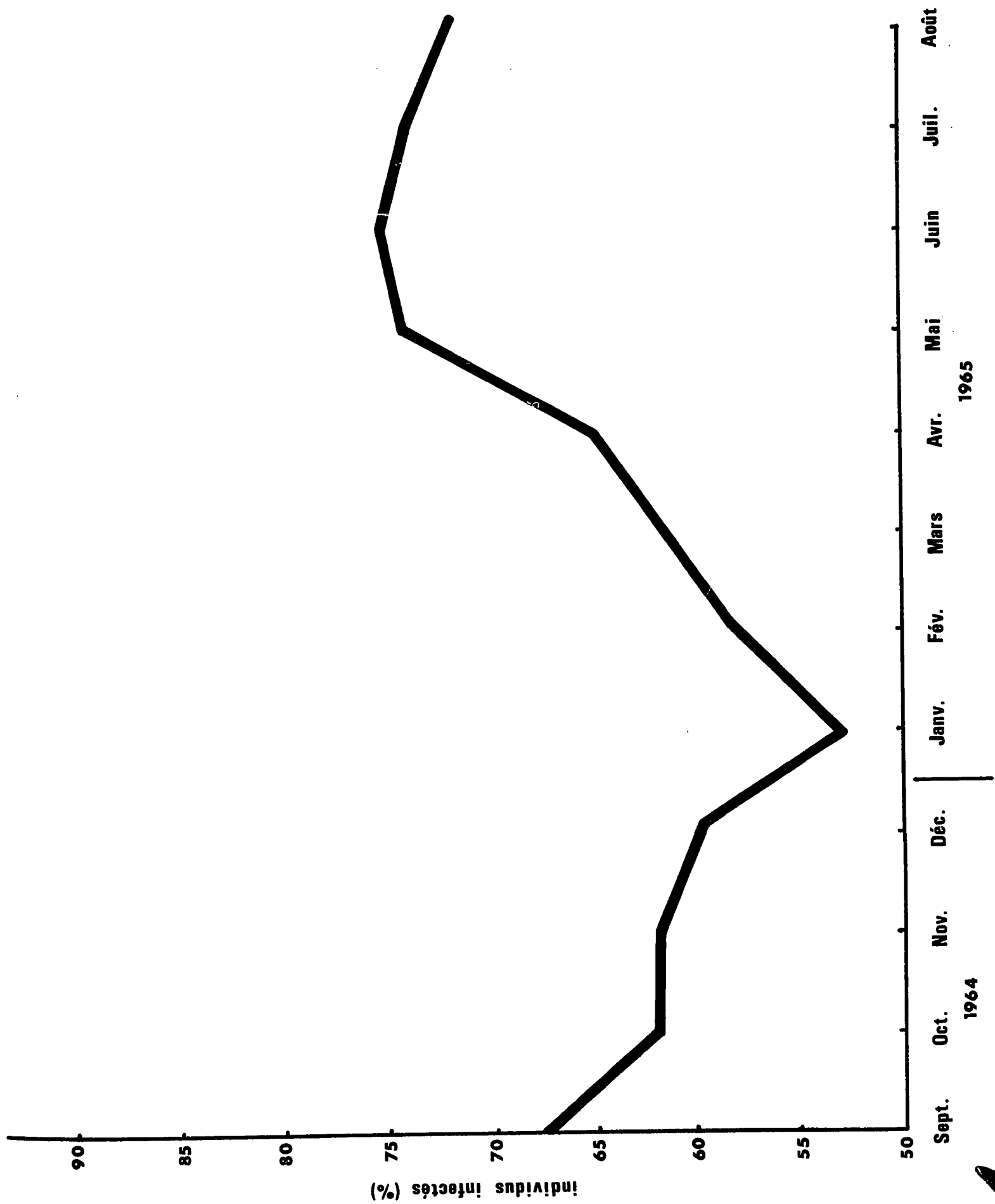


FIGURE 42 Variations mensuelles dans le pourcentage d'infestation de Glugea hertwigi, chez une population d'éperlans nains adultes.

100 spécimens furent examinés mensuellement de septembre 1964 à septembre 1965.

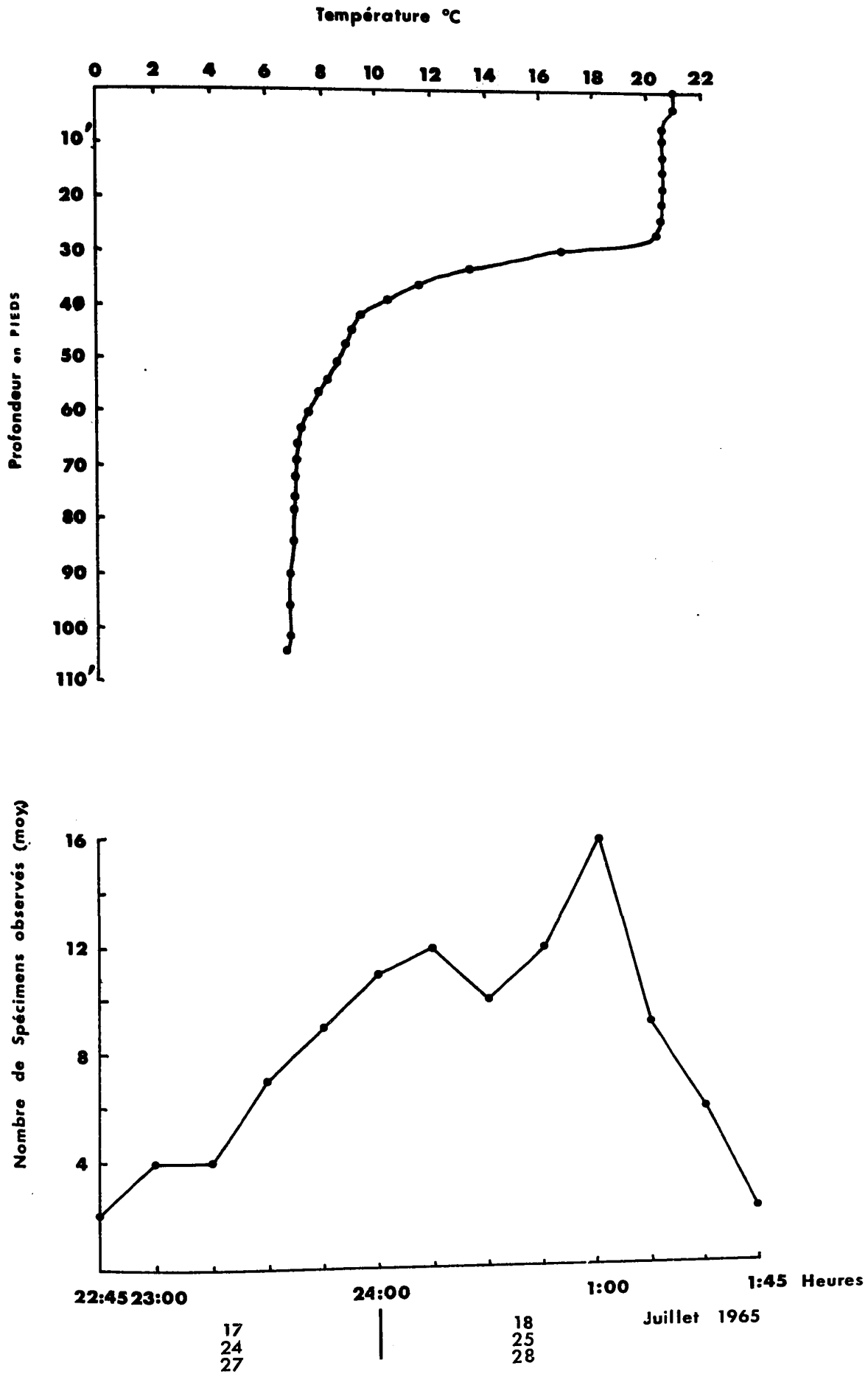


Cela repose probablement sur le fait que leur glande pinéale est recouverte d'os plus opaque que celle des éperlans nains, empêchant ainsi la lumière de stimuler cette glande sensible aux rayons lumineux (Breder and Rasquin, 1950). Il s'agit ici d'un aspect du comportement qui diffère chez les deux populations. Migration verticale nocturne en été.

La figure 43 rapporte les résultats de trois nuits d'observations (22.45 à 1.45 heures) en rapport avec la réaction à la lumière de l'éperlan nain adulte. Les observations furent faites à l'aide de deux fanaux installés à chaque extrémité d'une chaloupe ancrée à l'endroit le plus profond du lac Heney (115'). Un champ lumineux de six pieds par treize pieds était ainsi obtenu. Le disque de Secchi était visible à 16 pieds de profondeur sous cet éclairage. Les 306 spécimens observés et capturés au cours de ces trois périodes de trois heures, avaient approximativement de 8 à 12 cm de longueur totale à l'exception de quelques jeunes de l'année. Leur comportement était étrange et c'est pourquoi nous en décrivons brièvement le spectacle. On les voyait soudainement surgir de l'eau profonde et se diriger directement vers la surface de l'eau dans leur élan. Quelquefois certains spécimens sortaient complètement de l'eau. Immédiatement après ce saut de quelques pouces ou cette visite rapide en surface, ils replongeaient assez profondément pour disparaître de notre champ de vision. Aucune autre espèce de poisson ne fut observée.

Plus près des grèves de sable et de gravier, des agrégations imposantes de jeunes éperlans nains de l'année furent observées la nuit. Ceux-ci suivent la source lumineuse comme un aimant et on peut ainsi déplacer une école entière avec facilité. Leur collection est donc très facile et c'est de cette façon que tous les jeunes de l'année nécessaires à nos études ont été capturés. Des essais similaires furent effectués au cours du mois d'août de la même année et du mois de juillet 1966 au lac Heney. Des résultats semblables ont été obtenus.

FIGURE 43 Courbe de température en relation avec la migration verticale des éperlans nains adultes au cours des nuits du 17-18, 24-25 et 27-28 juillet 1965.



Ferguson (1958, 1965) démontra un changement dans la distribution verticale de l'éperlan adulte durant deux périodes de 24 heures au lac Erié. Il nota une invasion de l'épilimnion à 60°F (15.6°C), au cours de la nuit, par la majorité des individus et cela même si la température préférentielle de l'éperlan est de 43°F (6.1°C). Cette migration nocturne dans l'épilimnion était donc chose connue, mais la cause de cette montée brusque reste à trouver. Il semble que les éperlans ne soient pas en quête de nourriture, car les estomacs des éperlans capturés étaient partiellement vides et d'après Ferguson (1965), ils se nourrissent activement au lever du jour et toujours près du fond du lac. Nous avons cependant relevé la présence d'organismes planctoniques tels que Daphnia sp., Cyclops sp., Bosmina sp. et autres accumulés près des sources lumineuses lors de ces études. Ces animalcules démontrent une réaction phototaxique positive, comme l'éperlan, et semblent subir une migration verticale à l'instar de ce dernier. Même si l'éperlan ne se nourrit pas la nuit, il est possible qu'il suive le déplacement de cette faune planctonique pour ne s'en nourrir qu'à l'aube. On sait que ces crustacés sont trouvés en grande quantité dans l'estomac des éperlans nains adultes.

Très peu d'éperlans sont observés en surface avant 22:45 heures (fig. 43). A partir de 23:30 heures jusqu'à 1:00 heure, il y a une augmentation constante de leur nombre. Les éperlans se sont donc adaptés graduellement aux changements de température pour envahir l'épilimnion. Après ce temps, il se produit une migration inverse graduelle vers la thermocline et l'hypolimnion. On les retrouve près du fond au lever du jour. Des filets maillants installés à l'endroit des observations, et examinés régulièrement au cours de la nuit, donnèrent un maximum de capture à l'aube seulement. La figure 43 donne les températures de l'eau pendant ces périodes de pêche.

Migration nocturne pré-fraye.

Les figures 44 et 45 décrivent les résultats des migrations reproductrices qui se produisent avant la fraye, en eau profonde, près du Camp d'Education Physique. Les 20, 21 et 22 avril des années 1966 et 1967, une station fut établie sur la glace à 50 pieds du rivage. Les captures effectuées entre 19:00 heures et 5:00 heures à l'aide d'électrodes (pêche électrique) prouvent l'existence d'une migration nocturne avant la fraye, surtout chez les mâles.

On sait que les mâles envahissent naturellement les terrains de fraye quelque temps avant les femelles, lorsque la fraye a lieu dans les ruisseaux (Veilleux, 1966; Marcotte et Tremblay, 1948). Le même phénomène se produit lorsqu'il s'agit de frayes qui ont lieu sur les plages d'un lac. Si on en juge d'après les dates de fraye des années 1965, 1966 et 1967, nous étions à quelques jours seulement de la fraye. Tous ces spécimens, à l'exception de quelques jeunes spécimens (stade 0), étaient au stade de maturité 4.

Comportement hivernal.

Tel que mentionné précédemment, c'est en hiver que l'on collectionne le plus facilement des éperlans nains adultes, en utilisant leur réaction phototaxique positive et la pêche électrique comme mode de capture. On capture de cette façon, environ 40% des spécimens aperçus. Ordinairement, les spécimens apparaissent par intervalles variant de 5 à 10 minutes et par petits groupes de 20 à 75 individus. Le maximum de captures est atteint habituellement au cours de la nuit, et de préférence une nuit sans lune. Certains spécimens n'ayant pu être capturés, semblent se méfier des électrodes et se tiennent 5 à 10 pieds sous la couche de glace. Ces derniers sont alors difficilement saisissables à la pêche électrique. Sous la glace, un mode de nage qualifié de "twist" fut observé. Certains spécimens nageant normalement s'arrêtent brusquement, leur

Figure 44 Migration nocturne pré-fraye des éperlans nains
durant les nuits du 20, 21 et 22 avril 1965, au
large d'une frayère (Camp d'Education Physique).
Capture des spécimens à la pêche électrique.

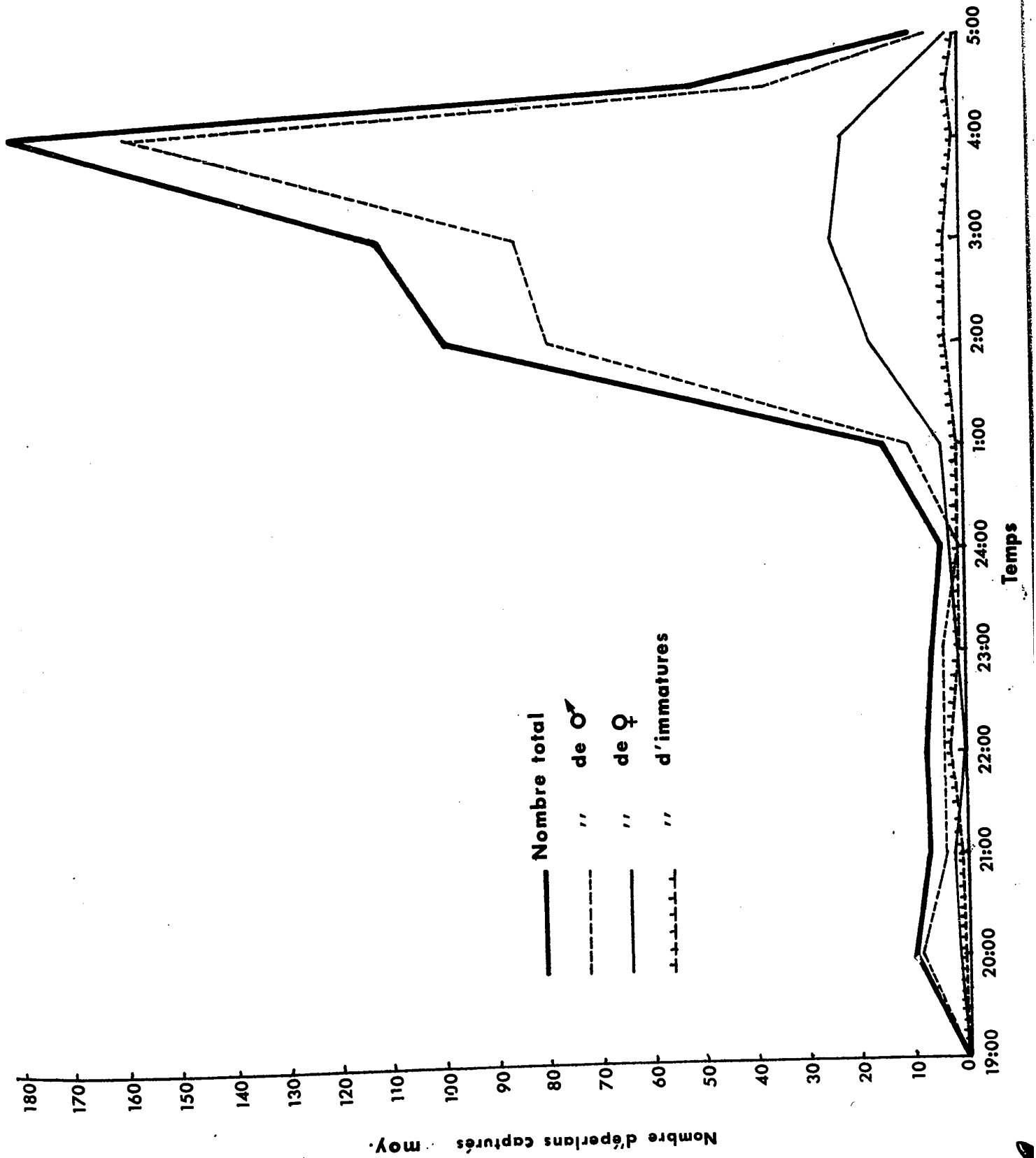
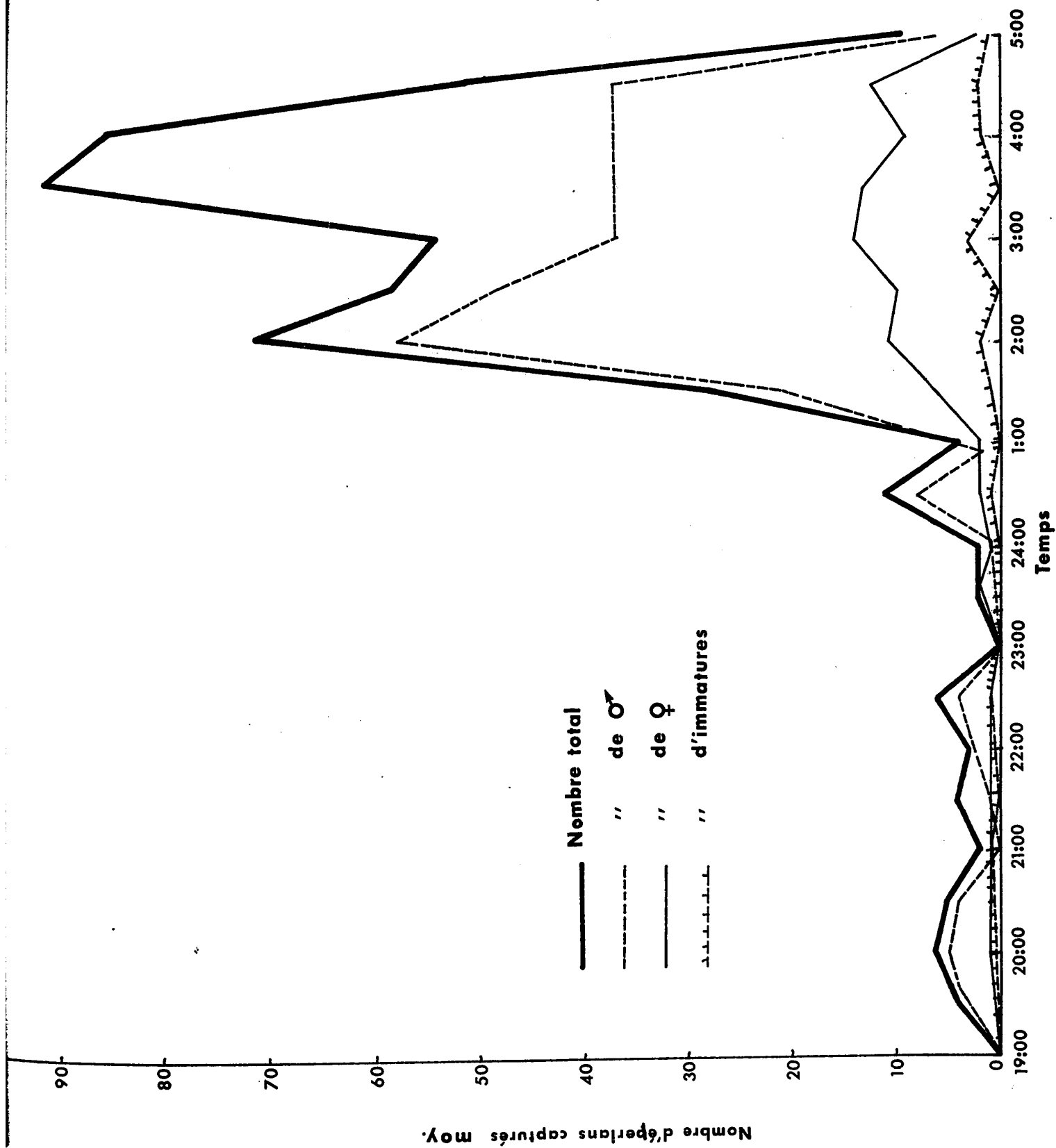


FIGURE 45 Migration nocturne pré-fraye des éperlans nains
durant les nuits du 20, 21 et 22 avril 1966 au
large d'une frayère. Capture des spécimens à
la pêche électrique.



corps replié en forme de S. Ils demeurent ainsi quelques secondes et repartent pour répéter le manège cinq à six secondes plus tard.

Des expériences nocturnes mettant à profit la réaction phototaxique positive des éperlans, furent également tentées au lacs Massawippi, Memphremagog et le petit lac Magog, les nuits des 4 et 5 mars 1965. Ces essais avaient pour but de vérifier si d'autres populations d'éperlans démontraient le même comportement. Ces essais ont donné les mêmes résultats. Cette méthode de pêche à l'éperlan peut donc être utilisée dans d'autres lacs et rivières. Le succès de cette méthode est fonction de la densité de la population d'éperlans et de la transparence de l'eau.

Séparation selon les classes d'âges (distribution en étendue).

Au cours des hivers 1965 à 1967 inclusivement, on remarqua que les jeunes de l'année de la population d'éperlans nains sont plus attirés vers le rivage que les adultes. Il y a donc une séparation des classes d'âges. D'ailleurs, Bigelow and Welsh (1925) mentionnent: "The smelt, being school fish, probably associate in age groups."

Quant aux adultes, les écoles qu'ils forment sous la glace (Hancock, 1954) sont généralement composées de deux fois plus de mâles que de femelles. Cette dernière constatation a surtout été faite au cours du mois de janvier 1965, alors qu'il fut possible d'électrocuter des écoles entières en maintes occasions.

Mouvements hivernaux.

Généralités.

Shiraishi (1952), à l'aide de filets maillants, obtint sur 1,012 éperlans (Hypomesus olidus) étiquetés, un pourcentage de recapture de 27.9%.

Quant à nous, sur 872 spécimens étiquetés, 171 (19.6%) individus ont été

observés ou recapturés au cours des sept nuits suivant l'étiquetage. La date et l'endroit des observations ont été notés dans le but de vérifier s'il y a un mouvement dirigé de cette population sous la glace. L'expérience fut effectuée dans la baie Northfield où, l'hiver précédent, nous avons noté une activité importante des éperlans nains.

Afin de noter s'il y a un mouvement de la population comme telle, la baie fut divisée en trois secteurs composés de 10 sous-secteurs. Deux cabanes à pêche chauffées furent installées dans les sous-secteurs 0.0 et 1.3, ainsi que trois petites tentes de nylon aux sous-secteurs 2.3, 3.2 et 3.3 respectivement (fig. 46). Cinq hommes participèrent activement aux observations, chacun ayant la charge de deux sous-secteurs.

Mouvement de rotation.

Le tableau XVI résume les résultats obtenus. Seuls les résultats les plus frappants sont rapportés sur la figure 46 et indiquent les mouvements des éperlans nains adultes sous la glace. Les résultats de deux séries d'expériences, soit les 11 et 12 février 1966 d'une part, et les 17 et 18 février 1966 d'autre part, sont compilés cumulativement pour les observations et recaptures faites durant les deux premières nuits. Par la suite, soit pour les 5e, 6e et 7e nuits, les observations effectuées se rapportent évidemment aux 514 éperlans libérés lors de la première tranche de l'expérience les 11 et 12 février.

Il est clair qu'au cours de la première nuit d'observation, l'orientation majeure des éperlans se situe vers le sud-ouest de la baie (fig. 46). Au cours de la deuxième nuit d'observation, on retrouve des éperlans libérés la veille se dirigeant vers le nord (sous-secteurs 2.2, 2.3 et 3.2). Il faut ici considérer la possibilité que les éperlans ne se dirigent peut-être pas tous vers le

FIGURE 46 Diagramme journalier des mouvements des é-
perlans nains dans la baie Northfield, au
cours de l'hiver 1966 (11, 12, 17 et 18
février 1966).

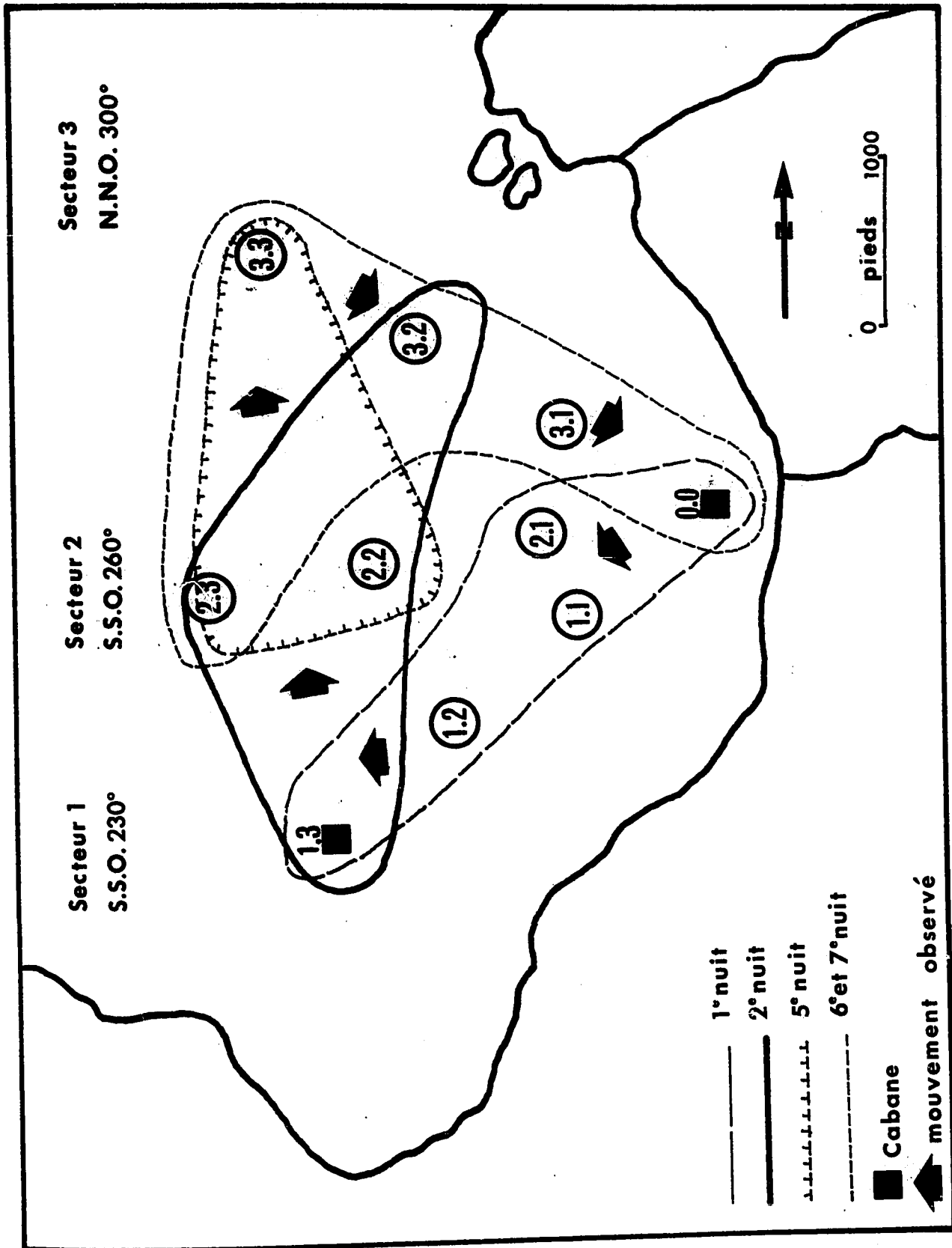


Tableau XVII. - Nombre et pourcentages d'éperlans nains observés ou recapturés, au cours de cinq nuits d'expérience dans la baie Northfield du lac Heney les 11, 12, 17 et 18 février 1966.

Sec-teurs	Sta-tions	11 (Bleu)	12 (Rouge)	17 (Jaune)	18 (Orange)	Moyenne (Pourcentage)		
						1ère nuit	2e nuit	5e nuit 6-7e nuit
1	0.0				1(B) (0.32) ⁶⁻⁷ 1(J) (0.51) ² 1(R) (0.49) ⁶⁻⁷		0.51	0.41
	1.1	23(B) (7.42) ¹	10(R) (4.9) ¹	19(J) (9.6) ¹	14(O) (8.75) ¹	7.66		
	1.2	6(B) (1.94) ¹	7(R) (3.43) ¹	9(J) (4.6) ¹	9(O) (5.62) ¹	3.89		
	1.3	9(B) (2.9) ¹	1(R) (0.49) ¹	6(J) (3.0) ¹	4(O) (2.5) ¹ 1(J) (0.51) ²	2.22	0.51	
2	2.1	10(B) (3.23) ¹	3(R) (1.47) ¹	6(J) (3.0) ¹	2(O) (1.3) ¹	2.25		
	2.2	3(B) (0.97) ¹	1(R) (0.49) ¹ 2(B) (0.64) ²	1(R) (0.49) ⁵	1(J) (0.51) ²	0.36	0.57	0.49
	2.3	1(B) (0.32) ¹	3(B) (0.97) ²	1(J) (0.51) ¹ 2(R) (0.98) ⁵	1(B) (0.32) ⁶⁻⁷ 1(J) (0.51) ²	0.21	0.74	0.98
	3.1	-	1(R) (0.49) ¹	2(J) (1.2) ¹	2(O) (1.3) ¹	0.74		
3	3.2	-	-	-	1(J) (0.51) ² 2(B) (0.64) ⁶⁻⁷		0.51	0.64
	3.3	-	-	2(R) (0.98) ⁵ 1(B) (0.32) ⁶⁻⁷	1(B) (0.32) ⁶⁻⁷			0.32
Total		53(B)	29(R)	48(J)	31(O)		171	
Total libéré		310	204	198	160		872	
% des observations		20.3	14.2	24.2	19.4		19.6	

(...)^x Pourcentages des spécimens observés ou recapturés après la 1ère, 2e, 5e, 6e et 7e nuit et qui ont été utilisés dans la construction de la Fig. 36.

(...)^x Pourcentages des spécimens n'ayant pas été utilisés pour la Fig. 46 étant donné leur non représentativité.

sous-secteur 1.3 et que certains passent du sous-secteur 1.2 à deux de 2.2 et de 3.2, réduisant ainsi l'amplitude de leur mouvement. Notons que lorsque les spécimens sont libérés, ils disparaissent assez rapidement sous la glace.

Au cours des 5^e, 6^e et 7^e nuits d'observation, onze spécimens libérés les 11 et 12 février furent observés. On les a retrouvés se dirigeant cette fois surtout vers l'est de la baie, suggérant ainsi, un mouvement de rotation dans le sens des aiguilles d'une montre. Ce mouvement de rotation directionnel se répète probablement dans d'autres baies importantes du lac, que nous n'avons pu étudier mais où une activité nocturne de l'éperlan fut également observée. Il ne s'agit donc pas ici d'une migration concentrique des individus à la surface du lac, comme l'a découvert Shiraishi (1952) au lac Suwa, quasi circulaire. Il s'agit plutôt d'un mouvement local d'une partie de la population à l'intérieur d'une baie d'un lac aux contours accidentés. La conformation du lac n'aurait donc pas d'influence sur ce mouvement. Il est cependant certain que dans la baie Northfield, il y a un mouvement de rotation directionnel dirigé du sud au nord, et de l'ouest à l'est.

Vitesse de déplacement.

On ne possède malheureusement pas de rapport détaillé sur l'heure exacte de toutes les observations et recaptures opérées. Cependant, d'après l'heure de remise en liberté (19:00 heures) des spécimens étiquetés, nous pouvons assumer qu'ils se joignent à des écoles de 20 à 75 individus adultes et voyagent à une vitesse de près de 500 pieds à l'heure. En effet, des individus libérés à la station 0:0 à 19:00 heures le 11 février, apparurent à la station 1:1 à 21:00 heures. Les autres observations confirment ces valeurs.

Shiraishi (1953) a noté un mouvement semblable dans le lac Suwa au Japon.

Il a découvert que les éperlans étudiés prenaient environ une semaine à effectuer leur tour concentrique, que nous avons estimé à 9,000 mètres. A ce rythme, ces éperlans ne parcourent que 350 pieds par deux heures. D'après nos résultats, la population d'éperlans nains d'Osmerus éperlanus mordax voyage sous la glace près de trois fois plus rapidement que Hypomesus olidus qui d'ailleurs, serait considérée comme une population d'éperlans nains au Québec.

- D I S C U S S I O N -

On a vu que le lac Heney était divisé en une partie profonde (sud) et une partie moins profonde (nord) et que les éperlans géants habitent quasi uniquement la partie sud du lac. Ces deux parties nord et sud du lac Heney n'agissent cependant pas comme des parties indépendantes l'une de l'autre comme c'est le cas au lac Douglas, Michigan. Rodeheffer (1940) écrit à propos de ce lac: "six major submerged depressions in the main basin of Douglas Lake act as independent lakes, each with its own physical, chemical and biological characteristics."

Après des vérifications semblables au lac Heney, tel n'est pas le cas et on ne peut trouver là une explication dans la différence de croissance observée entre les deux populations. Il est vrai que les éperlans géants ont un habitat restreint, durant l'été (intérieur de l'isobathe de 90 pieds), en comparaison avec les éperlans nains. Ces derniers plus mobiles, habitent tout le lac et envahissent souvent le territoire des géants sans que leur taux de croissance soit affecté.

Dans son oeuvre magistrale, Mayr (1963) cite: "The naturalist occasionally encounters sympatric populations of the same species that are reproductively isolated." Il désigne ces populations "sibling species" terme traduit de la nomination "espèces jumelles" introduit par Cuénot (1936). D'ailleurs, c'est ainsi que McAllister (1966) dénomme les deux populations d'éperlans du lac Heney.

Brooks and Deevey (1963) vont plus loin lorsqu'ils déclarent: "The conclusion seems inescapable that the "small" form and the "large" form in lakes represent two separate invasions of Osmerus mordax from the sea by populations which already had these divergent characteristics. If this supposition is cor-

rect certain taxonomic problems arise and the "large" and "small" forms would then belong to separate species whether in lakes or in the sea."

Comme nous l'avons vu, un problème taxonomique se pose et Brooks and Deevey (1963) n'ont peut-être pas tort dans leur conclusion. Le seul caractère diagnostique où nous trouvons 100% de séparation entre les deux populations, est le rapport entre le diamètre de l'orbite et la longueur de la tête. Disons que cette différence n'est pas à l'abri de certaines objections, car les examens ont été effectués sur des adultes donc sur des individus de tailles considérablement différentes.

Quant aux sept des douze autres caractères méristiques et morphométriques étudiés, ils dénotent sans contredit, un problème taxonomique important, car il existe entre 79 et 93% de séparation entre les deux populations. D'autres études taxonomiques sur des populations d'éperlans géants et nains sont nécessaires avant de les différencier spécifiquement. Pour l'instant nous considérons les éperlans du lac Heney au niveau de deux populations différentes appartenant à la même sous-espèce.

Les tentatives faites en vue de déterminer l'action du milieu sur le taux moyen de croissance des poissons, ont été satisfaisantes en certaines occasions. Lors de conditions expérimentales, il fut constaté que ces facteurs pouvaient modifier la croissance (Carlander, 1966). Les changements du taux de croissance d'un poisson après un changement de milieu, peuvent facilement être reliés aux changements des facteurs chimiques, physiques et biologiques suggérant ainsi une relation directe entre ces paramètres.

C'est pourquoi les expériences de Rupp (1966) portant sur l'établissement de populations allopatriques d'éperlans nains et géants à la suite d'implantation dans un nouveau milieu, portent à discussion. Il se sert de telles expériences

pour s'opposer à la "small smelt - large smelt theory" ou "hypothèse des deux races" et démontre que le taux de croissance de populations allopatriques n'est pas fixé génétiquement, mais dépend directement du milieu.

Nous sommes d'accord avec sa démonstration et son énoncé: "The supposed existence of the two "kinds" of smelts, "small smelts" and "large smelts" some living allopatrically and others living sympatrically, depends ultimately upon the assumption that smelt growth rates are controlled by genotypic factors which have sufficient penetrance to negate or virtually negate any environmental effects." Mais il faut considérer que Rupp n'a pas expérimenté avec des populations sympatriques ayant évolué dans un même milieu. Seules des populations allopatriques géantes et naines furent l'objet de ses recherches. Nous sommes convaincus et nous avons observé dans différents lacs que des populations allopatriques peuvent subir d'importantes variations dans leur écologie et leur éthologie. De telles variations impliquent des différences dans les constitutions génétiques, c'est-à-dire une spéciation allopatrique (Mayr, 1963; Svårdson, 1961). Mais quand deux populations autochtones ont évolué sympatriquement, et qu'il n'y a pas concordance des périodes de reproduction chez les deux populations, on peut croire qu'il s'agit alors de deux populations distinctes et que leur croissance est contrôlée génétiquement.

Afin de vérifier adéquatement cette hypothèse, il y aurait avantage à répéter les expériences de Rupp et Redmond (1966) avec les populations sympatriques du lac Heney. Ce genre d'expérience concernant les introductions de poissons prend toujours plusieurs années avant d'en connaître les succès et c'est pourquoi l'auteur s'est vu dans l'obligation de ne pas considérer cet aspect du problème.

A ce propos, Greene (1930) écrit: "The entire body of evidence during this investigation has pointed to the genetic integrity of the two size groups

of smelts. Differing growth rates, sizes at maturity, food selectivity and the fact that their apparent integrity has been preserved even though the two groups occur together throughout the lake, all point to a genetic rather than an environmental basis for the separation of the two groups. They are therefore referred to as racially distinct throughout this report". Il s'agissait là des deux "races" d'éperlans du lac Chamblain.

Cette situation de populations sympatriques de même espèce, dans un même plan d'eau, a aussi été observée par Svårdson (1959). Il montra que certains stocks de corégones se subdivisaient en plusieurs "races" ayant des zones de fraye distinctes et des taux de croissance différents.

Le principal facteur écologique entrant en jeu est donc la période de fraye. A ce propos, Brooks and Deevey (1963) écrivent: "Never have any conspicuous differences in the spawning sites selected by the two forms been noted". Quand on sait que la population d'éperlans nains du lac Heney fraye à la fin d'avril sur les plages de sable et de gravier et que les éperlans géants frayent sous la glace entre 20 à 40 pieds de profondeur du 17 mars au 12 avril, on peut assumer qu'il y a une différence notoire entre les dates de la fraye et les frayères de ces deux populations sympatriques.

D'après nos données, la durée de la fraye de l'éperlan géant au lac Heney serait de 27 jours, soit 12 jours de plus que la moyenne des cas rapportés dans la littérature. Il semble que plus la température est froide, plus la fraye se prolonge; c'est d'ailleurs ce qu'avaient remarqué Marcotte et Tremblay (1948). On admet généralement que la température moyenne de l'eau au moment de la fraye est près de 7°C. Dans le cas étudié ici, la température n'a jamais atteint plus de 4°C pendant la fraye. Ce fait explique pourquoi la fraye sous la glace est d'une durée plus longue que celle qui a lieu après le départ des glaces.

Les preuves établissant que la fraye a lieu entre les isobathes de 20 à 40 pieds de l'emplacement B ne sont pas à l'abri de toute objection. Elles sont néanmoins assez bien fondées. Le fait qu'il ne faut pas négliger l'importance des profondeurs quand on étudie des problèmes de ce genre nous fut signalé par le Dr R.G. Ferguson (communication personnelle, 1960) qui collectionna sur différents substrata du lac Erié, à l'aide de l'échantillonneur DeGiusti, des oeufs fécondés d'éperlans. En effet en 1964, à l'est de Point Pelee, il collectionna plus de mille oeufs d'éperlans à 54 pieds de profondeur et à plus de six milles du rivage. Egalement à Long Point Bay, au sud de Port Dover, il collectionna des oeufs jusqu'à cent pieds de profondeur, mais en moyenne entre 25 et 50 pieds.

Greene (1930) entrevoit également cette possibilité de fraye en profondeur. Il écrit: "It is the author's belief that one of the main spawning grounds of Lake Champlain smelts, is to be found in the lake near Port Henry, possibly in water ten feet deep or more."

L'index de maturité est également un facteur important en vue de déterminer le moment où les gonades atteignent leur développement maximum. C'est le 28 mars qu'on trouve l'index de maturité le plus élevé. C'est également à cette date que la fraye atteint son intensité maximum alors que mâles et femelles sont, pour une première fois, en nombres égaux. Ce dernier point apporte également une preuve en faveur de l'hypothèse qu'un nombre critique de géniteurs femelles est nécessaire pour le stimulus déclenchant la ponte et la fécondation (Hoover, 1936).

Pour ce qui est de la fécondité totale, les nombres d'oeufs que nous avons estimés chez l'éperlan géant du lac Heney, sont 42,500 en moyenne pour des femelles de 213 cm correspondant assez bien avec les résultats de Bailey (1964), soit 39,000 pour des femelles de même longueur. Cependant McKenzie (1964) estime à 69,600 le nombre d'oeufs contenus dans une femelle de 20.9 cm (8.3 po) et à

8,500 le nombre d'oeufs dans une femelle de 12.7 cm. L'auteur ne décrit pas la méthode utilisée. Contrairement à McKenzie (1964), Baldwin (1950) estime à 22,600 le nombre d'oeufs chez une femelle de 8.8 po. La méthode utilisée pour cette estimation n'est pas indiquée. Kendall (1927), par un dénombrement direct, trouva 5,893 oeufs dans les ovaires d'une femelle de 4.5/8 pouces (117 mm), ce qui demeure dans l'ordre de grandeur de nos résultats. Il y a donc beaucoup de divergence de vue quant à la fécondité totale de l'éperlan.

Aucun travail connu de l'auteur se rapporte aux rapports intergonadaux. Ces résultats ne portent donc pas à comparaison et demeurent originaux dans leur ensemble. Il est intéressant de savoir de l'ovaire droit est en moyenne 4.5 fois plus petit que le gauche, tandis que le testicule droit est en moyenne 3.8 fois plus petit que le gauche.

Si on étudie comparativement les dates de fraye des éperlans nains (22 avril au 4 mai pour 1966 et du 21 avril au 10 mai pour 1967) et des éperlans géants (fin de la fraye autour du 5 avril pour 1966 et du 18 mars au 12 avril pour 1967), on trouve un écart considérable entre les deux temps de fraye. Les femelles retardataires de la population d'éperlans géants ne peuvent pas faire féconder leurs oeufs par des éperlans nains précoces. De plus, les sites des frayères ne sont pas les mêmes. Nous pouvons donc conclure objectivement à l'intégrité des deux populations et avancer que dans les conditions actuelles, ces deux populations possèdent un bagage génétique différent.

Les différences entre les éperlans géants et les éperlans nains quant à l'index de maturité, la fécondité totale et le diamètre des oeufs prouvent encore une fois qu'il s'agit de deux populations sympatriques génétiquement différenciées.

Rupp (communication personnelle, 1965) mentionne qu'il n'a pas trouvé dans les lacs du Maine "two kinds of smelts i.e. two populations with separate and different gene pools living sympatrically", mais il a trouvé un mécanisme par lequel cette situation peut exister. Sur ce, il écrit: "If an early-spawning and an ice-out spawning population should happen to colonize a single lake, it is thus possible that both populations might remain discrete, separated by the temporal reproductive isolation provided by their different spawning seasons."

Nous estimons que telle est la situation trouvée au lac Heney. Etant donné la plasticité rencontrée dans les mœurs des poissons en général, il est difficile pour nous d'être catégorique et d'affirmer qu'il n'y a jamais eu de croisement entre les deux populations.

D'après nos résultats, il est indiscutable qu'il y a une différence réelle entre les taux de croissance des deux populations. Cette différence est beaucoup plus prononcée que celle rapportée par Zilliox and Youngs (1958) pour les populations sympatriques d'éperlans nains et géants du lac Champlain. Le seul point en litige dans cette étude de croissance est celui des jeunes éperlans géants de l'année. La frayère de ces derniers est bien connue mais on ne sait où les alevins se dirigent peu de temps après l'éclosion. Seulement quelques rares individus ayant une croissance en longueur supérieure à celle des nains ont été capturés à la mi-juin de 1966 et 1967. Ils possédaient plus d'anneaux de croissance (circuli) que les nains; ils étaient donc plus âgés.

Après des lectures d'écaillés d'éperlans nains capturés au lac Heney pour fin de vérification, le Dr R.A. McKenzie (communication personnelle, 1965) déclare: "These fish, appear to have been caught near the end of their third year of life. Judging by their size and meagre amount of scale growth, it is concluded that smelt grow very slowly in Heney Lake. In Miramichi waters smelt would reach this size by late autumn or early winter of their first year."

Greene (1930) tira des conclusions comparables aux nôtres dans son étude sur la nourriture des deux "races" d'éperlans du lac Champlain. Il constata que la "grosse race" d'éperlans de ce lac mange plus de poissons que la "petite race" et beaucoup moins de plancton. Le même phénomène se présente au lac Heney pour des adultes de mêmes âges. On présume que si la population d'éperlans géants était privée d'éperlans nains formant 50% et plus de son régime en hiver, il y aurait prédation sur d'autres espèces comme Notropis sp., Ambloplites rupestris, Cristivomer namaycush et autres comme l'a déjà démontré Metzelaar (cité dans Kendall, 1927).

Selon Hancock (1954) la digestion durant la saison froide est très lente, et prend de 5 à 10 jours à 5 °C. Le fort volume des estomacs trouvés en hiver suppose une consommation importante d'aliments. Cependant, la digestion lente fait que les aliments demeurent plus longtemps dans l'estomac. Le grand volume des estomacs en hiver ne veut pas dire nécessairement qu'il y a une plus forte consommation de nourriture qu'en été.

Il est étrange de retrouver l'amphipode Gammarus dans les estomacs des éperlans géants durant la saison hivernale seulement tandis que les éperlans nains s'en nourrissent couramment au cours des quatre saisons de la même année. Peut-être ce crustacé est absent de la région sud la plus profonde du lac, où se situe l'habitat préféré des éperlans géants, au cours des saisons (printemps, été, automne) où on retrouve des paliers thermiques importants.

Les causes de la ressemblance remarquable dans les sommets (16 au 22 mai) des mortalités massives annuelles au cours des quatre dernières années, ne sont pas connues. Rien ne sert de spéculer sur ce sujet; mentionnons seulement que l'aspect physiologique a été négligé en faveur de l'orientation écologique de cette étude. Il reste là un intéressant projet de recherche à effectuer.

Pendant la période de mortalité massive, notons qu'une attention particulière a été portée au dénombrement des spécimens et à l'évaluation des populations d'éperlans du lac Heney. Le chiffre de 10 millions d'éperlans nains morts en 1967 et servant de base au calcul de la population initiale pour les âges 2+ et 3+, est très conservateur. D'ailleurs, dans des cas semblables d'inventaires de populations basés en partie sur un dénombrement direct, les résultats bruts pèchent toujours par défaut. Vibert et Lagler (1961) en mentionnent d'ailleurs les raisons. Nous croyons que l'expérience sur le taux de flottaison est logique. Par conséquent, l'estimation de la mortalité massive totale pour l'année 1967 nous semble réaliste.

Quant aux courbes de capture, elles pourraient être plus précises si nos données s'échelonnaient sur plusieurs années. Le but spécifique de leur utilisation étant de trouver la population initiale d'éperlans d'âges 2+ et 3+ au cours de la même année, cette précision prend moins d'importance.

Ce genre de mortalité massive auquel nous avons affaire, est considéré selon l'expression américaine "as a nuisance die-offs" et se produit probablement dans des conditions de surpopulation favorisant le développement du parasite Glugea hertwigi. Celui-ci lors d'infestations massives, joue un rôle déterminé pouvant conduire à l'élévation de la mortalité. On assisterait ainsi à l'élimination des individus faibles et nombreux, et à l'établissement d'un équilibre biologique d'une population surnuméraire.

Quant à la répartition géographique de l'éperlan au Québec, on peut se demander pourquoi les bassins des rivières Gatineau, du Lièvre et du Saint-Maurice comprennent plus de lacs à éperlans indigènes que les autres bassins de drainage ? Mis-à-part le bassin du Saint-Maurice qui est situé à proximité du fleuve St-Laurent, on ne sait que dire des autres bassins de drainage, sinon évoquer des conditions écologiques idéales qui auraient permis la survie et le développement de l'éperlan dans ces plans d'eau.

Le bassin de la rivière Saint-François dans les Cantons de l'Est, contient également onze lacs à éperlans. Le même phénomène se serait produit avec les lacs aux conditions écologiques optimum pour l'éperlan, comme le Memphremagog (85-2)* et le Massawippi (85-3)*. D'ailleurs, d'après Coleman (1922), l'invasion marine maximum de la mer Champlain s'est étendue à l'ouest jusqu'au lac Témiscamingue, longeant les rives de la rivière Outaouais et, à l'est, jusqu'à la région de Sherbrooke.

Il était inévitable qu'une dissémination naturelle de ces poissons se fut produite dans ces bassins depuis le retrait des glaciers de la dernière glaciation et de la formation du présent système hydrographique. On peut ainsi expliquer pourquoi on retrouve fréquemment de l'éperlan dulcaquicole aussi profondément à l'intérieur des terres et à des altitudes de près de mille pieds (Voir tableau I, appendice). Connaissant les moeurs de fraye de ce poisson euryhalin il n'y a rien d'étonnant qu'il se soit disséminé naturellement. Cet instinct migrateur fait supposer que l'origine de l'éperlan dulcaquicole remonte à l'invasion "volontaire" en eau douce de leurs ancêtres marins, et à leur adaptation graduelle.

L'influence de Glugea sur la mortalité n'est pas toujours la même partout. Dans plusieurs plans d'eau où l'on retrouve Glugea, les populations d'éperlans ne sont pas nécessairement soumises à une mortalité massive. Cependant, dans plusieurs cas où l'éperlan est gravement infesté par ce parasite, il y aura éventuellement mortalité chez les jeunes de l'année (Legault et Delisle, 1967) ou chez les éperlans adultes (Delisle, MS, 1965).

Il est désirable, lors de toute introduction d'éperlans, d'éviter l'ensemencement de spécimens infestés par Glugea hertwigi. Les quatre foyers d'infestation des rivières Gatineau (43), Lièvre (42) et Saint-Maurice (35) sont particulièrement à surveiller ainsi que la rivière Outaouais.

* Réfère au tableau I en appendice.

Très peu d'études ont été faites sur la phototaxie de l'éperlan. Gauthier (1968) dans sa revue bibliographique n'en fait aucunement mention. Dans leurs études sur ce sujet, Breder et Rasquin (1950) ne touchent pas à l'éperlan.

Nos données estivales apportent des précisions sur la migration verticale nocturne. Ces données furent obtenues grâce au développement d'une technique de pêche facile et efficace pour collectionner ce poisson, et qui est orientée vers la phototaxie. Les résultats sur les mouvements hivernaux sont également d'un intérêt particulier au point de vue éthologique. A notre avis leurs originalités consistent en ce qu'aucun travail semblable ne fut effectué l'hiver sur l'éperlan en Amérique. C'est d'ailleurs Shiraishi (1952) qui nous en donna l'idée. Après avoir remarqué durant l'hiver 1964-65 une activité importante des éperlans nains adultes dans le lac Heney, nous avons cru bon d'étudier ce comportement qui semblait avoir certaine ressemblance avec les phénomènes décrits par cet auteur. Shiraishi (1952-53) interprète sa découverte de rotation "in clockwise direction" d'Hypomesus olidus comme étant une migration pré-fraye où la vélocité de l'eau a un rôle à jouer.

Pour notre part, nous avons constaté que le courant est négligeable sous la glace de la Baie Northfield. Nos observations furent faites trois mois avant la fraye des éperlans nains. Pour ces raisons, nous sommes portés à croire qu'il s'agit simplement d'un mouvement naturel hivernal directionnel de la population d'éperlans nains.

Quant à la réaction phototaxique positive de l'éperlan nain, on assume que la source lumineuse utilisée n'est pas suffisante, à grandes distances (1000 pieds), pour guider les déplacements des éperlans marqués et libérés sous la glace. Elle permet simplement de mieux voir les poissons et de les faire s'orienter vers l'ouverture lors de leur arrivée en périphérie de la région éclairée. Même sans

effet lumineux, nous avons souvent observé par des nuits claires, des écoles d'éperlans circulant immédiatement sous la couche de glace.

Si la compétition était sévère entre les deux populations, et surtout si les habitats des deux populations étaient toujours les mêmes, les éperlans géants seraient appelés à éliminer et à remplacer les nains selon la thèse de Gause (1935) et les observations de Northcote (1954). Cela n'est cependant pas notre cas. McCart (1965), dans son étude sur quatre populations naines de Prosopium coulteri, ne trouve aucune évidence à l'effet qu'une compétition interspécifique pourrait aboutir au nanisme et aux différences écologiques observées. Il en est de même pour nous avec les écarts écologiques et taxonomiques observés entre les deux populations sympatriques d'éperlans du lac Heney.

Nous proposons que les variations observées sont dues à ce qu'une ou deux migrations d'Osmerus mordax d'eau salée s'effectuèrent, mais par deux formes d'éperlans qui avaient déjà ces caractères divergents. Un laps de temps de plus ou moins 9,000 ans depuis la dernière invasion marine est de loin inférieure au temps généralement considéré comme nécessaire à la spéciation. En d'autres mots, les changements évolutifs importants d'ordre morphologique, écologique ou éthologique, prennent plus de 9,000 ans à se concrétiser. C'est pourquoi les deux formes d'éperlans nains et géants devaient déjà être distinctes lors de l'invasion marine.

- CONCLUSIONS GENERALES -

1. Il y a cohabitation de deux populations sympatriques d'éperlans au lac Heney. On postule que ces éperlans géants et nains proviennent d'une ou deux migrations d'éperlans marins qui avaient déjà des caractères divergents.

2. Il y a territorialité marquée de l'éperlan géant à l'intérieur de l'isobathe de 90 pieds, au cours de la saison estivale et une forte prédation de ces derniers envers les éperlans nains qui se nourrissent principalement de plancton.

3. Il existe de 79 à 100% de séparation entre les éperlans géants et nains pour huit des douze caractères diagnostiques analysés. A ce propos il serait intéressant de trouver les causes des difformités des branchiospines rencontrés chez les géants.

4. La fraye de l'éperlan géant en 1967 a commencé 37 jours avant le départ des glaces, a duré 27 jours et s'est terminée 10 jours avant la débâcle, tandis que les éperlans nains frayent du moment de la débâcle jusqu'au 10 mai environ. Les éperlans géants frayent donc sous la glace dans 20 à 40 pieds de profondeur, tandis que les nains frayent sur les plages de sable lorsque les rives du lac sont partiellement ou totalement découvertes de glace. Il y a donc isolation reproductrice de temps et de lieu entre les deux populations.

5. La température constante de 4°C sur les frayères des éperlans géants prolonge leur période de fraye. Les nains frayent entre 4 et 8°C et prennent rarement plus de 15 jours.

6. Le poids des ovaires à maturité représente grossièrement le quart du poids total du corps et le poids des testicules, le quarantième. L'ovaire droit est en moyenne 4.5 fois plus petit que le gauche, tandis que le testicule droit est en moyenne 3.8 plus petit que le gauche.

7. En moyenne, le nombre d'oeufs produits par les éperlans nains est au moins dix fois inférieur (4,000) de ceux produits par les éperlans géants (40,000). Le diamètre des oeufs ovariens diffèrent selon les deux populations: .80 à 95 mm chez les géants; .54 à 65 mm chez les nains.

8. Une différence de croissance marquée existe entre les deux populations. A cinq ans un éperlan nain mesure tout au plus 12 cm et pèse 8 gr, tandis qu'un éperlan géant mesure 23 cm et pèse 74 gr. Les nains atteignent cependant leur maturité sexuelle à 2 ans, tandis que la plupart des éperlans géants l'atteignent à trois ans.

9. Selon le degré de plénitude des estomacs, il est évident que les deux populations recherchent activement leur nourriture au cours de l'hiver. Les éperlans géants se nourrissent d'un niveau trophique plus élevé que les éperlans nains.

10. Des ressemblances remarquables dans les apogées (16 au 22 mai) des mortalités massives annuelles affectant les éperlans nains se sont manifestés depuis le printemps 1964. Les raisons ne sont pas connues et il reste là l'occasion d'exploiter ce problème.

11. On a estimé à 12,124,000 pour 1966, et à 10,015,000 pour 1967 le nombre d'éperlans nains d'âges 2 et 3 décimés au cours des mortalités massives printanières. D'après ces données, certains autres facteurs de correction, et notre courbe de capture, la population totale initiale d'éperlans d'âges 2 et 3 est estimée à 22.16 millions d'individus. Le nombre de survivants d'âges 2 et 3 après la mortalité massive, représente 54.8% de la population totale initiale.

12. On a trouvé que cent vingt-huit plans d'eau contiennent de l'éperlan dulcaquicole au Québec, dont 42 ont étéensemencés. Les bassins de drainage des rivières Gatineau, du Lièvre et de la Saint-Maurice sont les plus peuplés en éperlans indigènes.

13. Après quatre mois d'existence, 93.2% des éperlans d'âge 0 sont infestés par Glugea hertwigi. Il semble qu'une variation saisonnière dans le taux d'infestation des éperlans nains adultes existe, le maximum d'infestation (95%) étant situé en mai et en juin.

14. Un mouvement de rotation directionnelle dans le sens des aiguilles d'une montre fut observé au cours des hivers 1965 et 1966 parmi la population d'éperlans nains de la baie de Northfield. La réaction phototaxique positive des éperlans combinée à la pêche électrique consiste en une méthode sûre de capture.

- AUTEURS CITES -

- Bailey, M.M. 1964. Age, growth, maturity, and sex composition of the American smelt, Osmerus mordax (Mitchill), of the western lake Superior. Trans. Amer. Fish. Soc., 93 (4) : 382-395.
- Baldwin, N.S. 1950. The American smelt, Osmerus mordax (Mitchill) of south bay Manitoulin Island, lake Huron. Trans. Amer. Fish. Soc., 78 (1948) : 176-180.
- Barysheva and Bauer. 1957. Fish parasite of lake Ladoga. In parasites and diseases of fish. Vol. XLII. Edited by G.K. Petrushevskii. pp. 171-238.
- Bigelow, H.B. and W.W. Welsh. 1925. Fishes of the gulf of Maine. Bull. U.S. Bur. Fish., vol. 40, Part 1, 567 p.
- Bogdanova, 1957. The myxosporidian Glugea hertwigi Weissenberg in the stint (Osmerus eperlanus m. spirinchus) from lake Yulya-Yarvi. In parasites and diseases of fish. Vol. XLII. Edited by G.K. Petrushevskii. p. 328.
- Booke, H.E. 1968. Cytotaxonomic studies of the coregonine fishes of the great lakes, U.S.A. : DNA and karyotype analysis. J. Fish. Res. Bd Canada, 25 (8) : 1667-1687.
- Breder, C.M. and P. Rasquin. 1950. A preliminary report on the role of pineal organ in the control of pigment cell and light reactions in recent teleost fishes. Science, Vol. III, Jan. 6 : 10-12.
- Brooks, J.L., and E.S. Deevey, Jr. 1963. New England. Chapter 4. in: David G. Frey (ed.). Limnology in North America. Univ. Wisconsin Press, Madison, Wis. 734 p.
- Caillouet, C.W. 1967. Hyperactivity, blood lactic acid and mortality in channel catfish. Agric. and Home Econ. Exp. Stat. Iowa State Univ. Res. Bull. 551.
- Carlander, K.D. 1956. Fish growth rate studies: techniques and role in surveys and management. Trans. N. Amer. Wild. Conf. (21) : 262-274.
- Carlander, K.D. 1966. Relationship of limnological features to growth of fishes in lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol. 16: 1172-1175.
- Chugunova, N.I. 1963. Age and growth studies in fish. Published by the National Science Foundation, Washington, D.C. Translated from Russian 132 p.
- Clulow, F.V. 1964. The early embryology of teleosts with particular reference to the postgastrular embryonic development of Osmerus mordax, Brachydanio rerio and Perca flavescens. M. Sc. Thesis. Department of Biology, Univ. Ottawa. 95 p. XIV plates.
- Coleman, A.P. 1922. Glacial and post-glacial lakes in Ontario. Univ. Toronto Stud., Biol. Ser. 21, Pub. Ont. Fish. Lab. 10.

- Creaser, C.W. 1926. The establishment of the Atlantic smelt in the upper waters of the great lakes. Papers Mich. Acad. Sci., Arts and Letters, 5 : 405-423 (1925).
- Cuénot, L. 1936. L'Espèce. Doin. Paris.
- Cuerrier, J.P. 1966. L'esturgeon de lac, Acipenser fulvescens, Raf. de la région du lac St-Pierre au cours de la période du frai. Nat. Can., 93 (4): 279-334.
- Delisle, C. 1965. A study on the mass mortality of the stunted smelt population, Osmerus eperlanus mordax, at Heney lake, Gatineau Co., Quebec. Ontario Research Foundation, 19th Tech. Sessions, Queen's Univ., Kingston, Ont. 15 p. mimeo.
- Delisle, C. 1969. Bi-monthly progress of a non-lethal infection by Glugea hertwigi in young-of-the-year smelt, Osmerus eperlanus mordax. Can. J. Zool. 47 (5) : 871-877.
- Delisle, C. et Van Vliet W. 1968. First record of the sculpins Myoxocephalus thompsonii and Cottus ricei from the outaouais valley, southwestern Quebec. J. Fish. Res. Bd of Canada, 25 (12) : 2733-2737.
- Delisle, C. et Veilleux, C.M. 1969. Répartition géographique de l'éperlan arc-en-ciel, Osmerus eperlanus mordax et de Glugea hertwigi (Sporozoa : Microsporidia) en eau douce, au Québec. Le Naturaliste Canadien. 96 (3) : 337-358.
- Dechtiar, A.O. 1965. Preliminary observations on Glugea hertwigi, Weissenberg 1911 (Microsporidia; Glugeidae) in american smelt, Osmerus mordax (Mitchill) from lake Erie. The Can. Fish. Cult. 34, 35-38.
- Dogiel, V.A., Petrushevski, G.K. and Polyanski, Yu. I. 1958. Parasitology of fishes. Oliver and Boyd Ltd. London, English edition 1961. 384 p.
- Dymond, J.R. MS. 1939. The fishes of the Ottawa region. Bibliothèque Vanier de l'Université d'Ottawa. 43 p. mimeo.
- Elson, J.A. 1969. Late quaternary marine submergence of Québec. Rev. Géogr. Montr. XXIII (3): 247-258.
- Eschmeyer, P.H. 1955. The pygmy whitefish, Coregonus coulteri, in lake Superior. Trans. Am. Fish. Soc. Vol. 84 : 161-169.
- Fantham, H.B., Porter, A., and Richardson, L.R. 1941. Some microsporidian found in certain fishes and insects in eastern Canada. Parasitol. 33, 186-208.
- Fenderson, O.C. 1964. Evidence of subpopulations of lake whitefish, Coregonus clupeaformis, involving a dwarfed form. Trans. Am. Fish. Soc. 93 (1) : 77-94.
- Ferguson, R.G. 1958. The preferred temperature of fish in their midsummer distribution in temperate lakes and streams. J. Fish. Res. Bd. Canada. 15 (4) 607-624

- Ferguson, R.G. 1965. Bathymetric distribution of American smelt Osmerus mordax in lake Erie. Great lakes research division, The Univ. of Mich. Pub. No. 13: 47-60.
- Francoeur et al. MS. 1935. Rapport d'inspection du lac Heney. Service de la Faune de Hull, Gouvernement du Québec.
- Gardiner, B.G. 1966. Catalogue of Canadian fossil fishes. Roy. Ont. Mus. Life Sciences, Contr. 68 154 p.
- Gause, G.F. and A.A. Witt. 1935. Behaviour of mixed populations and the problem of natural selection. Amer. Nat. 69: 596-609.
- Gauthier, M. 1968. Bibliographie sur le phototropisme des animaux marins. Station de Biologie Marine, Grande-Rivière, Qué. Cahier d'information No. 44, 73 p.
- Gordon, W.G. 1961. Food of the American smelt in Saginaw bay, lake Huron. Trans. Am. Fish. Soc. 90 (4) : 439-443.
- Gravel, Y. 1967. Différences morphologiques et relations taxonomiques de populations anadromes et dulcicoles du saumon Atlantique (Salmo salar, Linné). M. Sc. Univ. de Montr. 178 pp.
- Greene, C.W. 1930. IV. The smelts of lake Champlain. In a biological survey of the Champlain watershed. A supplement to the 19th Ann. Rept., New York Conservation Department for 1929, pp. 105-129.
- Hale, J. MS. 1959. Some aspect of the life history of the smelt Osmerus mordax in western lake Superior. Investigational report No. 204, Minnesota Dept. of Conservation, Div. of Game and Fish, Section of Res. and Planning, 12 p.
- Haley, A.J. 1952. Preliminary observation on a severe epidemic of microsporidiosis in the smelt, Osmerus mordax (Mitchill). J. Parasitol. 38 (2), 138.
- Haley, A.J. 1953. Microsporidian parasite, Glugea hertwigi, in american smelt from the Great bay region, New Hampshire. Trans. Am. Fish. Soc. 83, 84-90.
- Haley, A.J. 1954. Further observations on Glugea hertwigi Weissenberg 1911, 1913 (Microsporidia) in freshwater smelt in New Hampshire. J. Parasitol. 40 (4), 483-493.
- Hancock, H.M. MS 1954. Investigations and experimentation relative to winter aggregations of fishes in Canton reservoir, Oklahoma. Research Foundation Pub. No. 58, Oklahoma Agricultural and Mechanical College, Stillwater, Oklahoma. 104 p.
- Hoar, W.S. 1952. Thyroid function in some anadromous and landlocked teleost. Trans. Royal Sec. of Can. Vol. XLVI: Series III : June 1952: 39-53.
- Hoover, E.E. 1936. The spawning activities of freshwater smelt, with special reference to the sex ratio. Copeia (2) 85-91.
- Keast, A. 1968. Feeding of some lake fishes at low temperatures. J. Fish. Res. Bd Canada. 25 (6) : 1199-1218

- Kendall, W.C. 1927. The smelts. Bull. U.S. Bur. Fish, 42: 217-315. (Doc.No.1915).
- Koster, W.J. 1955. Outline for an ecological life history study of a fish. Ecology 36 (1) : 141-153.
- Kramer, R.H. MS. 1967. Extent and causes of early mortality in freshwater fish. 97th Annual Meeting, Am. Fish. Soc. Toronto. 13 p.
- Kromal, S.B. MS. 1949. The ecology of the smelt Osmerus mordax (Mitchill) in Great bay, New Hampshire. M.Sc. thesis, Univ. of New Hampshire, 85 pp.
- Lagler, K.F. 1952. Freshwater fishery biology. Wm C. Brown Co., Dubuque, Iowa. 2nd printing 1959. 421 p.
- Langlois, T.H. 1935. Notes on the spawning habits of the Atlantic smelt. Copeia, (3) : 141-142.
- Legault, R.O. et Delisle, C. 1967. Acute infection by Glugea hertwigi Weissenberg in young-of-the-year rainbow smelt, Osmerus eperlanus mordax (Mitchill) Can. Jour. of Zool. 45. 1291-2.
- Legault, R.O. et Delisle, C. 1968. La fraye d'une population d'éperlans géants, Osmerus eperlanus mordax, au lac Heney, comté de Gatineau, Québec. J. Fish. Res. Bd Canada, 25 (9): 1813-1830.
- Legendre, V. 1952. Clef des poissons de pêche sportive et commerciale de la province de Québec: Poissons d'eau douce. 164 p. dont 80 Fig. Ed. Anglaise 1954, 180 p. Ministère de la Chasse et de la Pêche du Québec, Québec.
- Leggett, W.C. and Power, G. 1969. Differences between two populations of landlocked Atlantic salmon (Salmo solar) in Newfoundland. J. Fish. Res. Bd Canada, 26 : 1585-1596.
- LeJenne, R., MS. 1959. Enquête sur la pêche de l'éperlan au lac Vert, Hébertville Québec. Extraits de Aménagement, enquêtes de recherches, Québec, Ministère de la Chasse et des Pêcheries, Rapport inédit, 103 p.
- Lievense, S.J. 1954. Spawning of American smelt, Osmerus mordax in Crystal lake Benzie county, Michigan. Copeia, (3) : 232-233.
- Lindsey, C.C. 1962. Experimental study of meristic variation in a population of threespine sticklebacks, Gasterosteus aculeatus. Can. J. Zool. 40:271-312.
- MacLeod, 1922. An investigation of the lake Utopia smelt. Manuscript Reports of the biological stations. No. 44. Biological Board of Canada. 9 p.
- Magnin, E. 1962. Recherches sur le systématique et la biologie des Acipensérédés. Ann. Sta. Centrale Hydrobiol. Appl. Tome 9. Imprimerie Nationale, Paris. P. 9-242.
- Magnin, E., et G. Beaulieu. 1865. Quelques données sur la biologie de l'éperlan Osmerus eperlanus mordax (Mitchill) du Saint-Laurent. Nat. Can. 92 (3-5): 81-105 et Travaux sur les pêcheries du Québec, No. 9.

- Marcotte, A., et J.L. Tremblay. 1948. Notes sur la biologie de l'éperlan Osmerus mordax (Mitchill) de la province de Québec. Contri. Sta. Biol. Saint-Laurent, Univ. Lav. Qué. Canada No. 18, 107 pp.
- Masterman, A.T. 1913. Report on investigations upon the smelt Osmerus eperlanus with special reference to age-determination by study of scales and its bearing upon sexual maturity. U.K. Agric. and Fish. Investig., Ser.I, 1: 113-126.
- Mayr, E. 1952. The new systematics. In Taxonomic biochemistry and serology, Edited by Charles A. Leone, The Ronald Press Co., N.Y. 728 p.
- Mayr, E. 1963. Animal species and evolution. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass. Second printing 1965, 797 pp.
- McAllister, D.E. 1963. A revision of the smelt family, Osmeridae. National Museum of Canada Bull. 191 : 53 p.
- McAllister, D.E. 1964. Distinguishing characters for the sculpins Cottus bairdii and C. cognatus in eastern Canada. J. Fish. Res. Bd. Canada. 21 (5): 1339-1342.
- McAllister, D.E. 1966. Numerical taxonomy and the smelt family, Osmeridae. The Can. Field-Nat., 80 (4) : 227-238.
- McCart, P. 1965. Growth and morphometry of four British Columbia populations of pygmy whitefish (Prosopium coulteri). J. Fish. Res. Bd. Canada, 22 (5) : 1229-1259.
- McKenzie, R.A. 1947. The effect of crowding smelt eggs on the production of larvae. Fish. Res. Bd. Canada, Atlantic Prog. Rept., No. 39, pp 11-13.
- McKenzie, R.A. 1958. Age and growth of smelt, Osmerus mordax (Mitchill) of the Miramichi river, New Brunswick. J. Fish. Res. Bd. Canada 15 (6) : 1313-1327.
- McKenzie, R.A. 1964. Smelt. Life history and fishery in the Miramichi river, New Bruns. Fish. Res. Bd. Canada. Bulletin No. 144: 77 p.
- Mode, E.B. 1961. Elements of statistics. Prentice Hall. p. 219.
- Nikolsky, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press Inc., New York 3 352 p. (Traduit du Russe par L. Birkett).
- Northcote, I.G. 1954. Observations on the comparative ecology of two species of fish, Cottus asper and Cottus rhothens, in British Columbia. Copeia, No. 1, Feb. 19: 25-28.
- Odense, P.H. et al. 1966. Multiple forms of Lactate dehydrogenase and aspartate aminotransferase in herring Clupea harengus harengus L. Can. J. of Biochemistry 44 : 1319-1326.
- Radforth, I. 1944. Some considerations on the distribution of fishes in Ontario. Contributions of the Royal Ontario Museum of Zoology. 116 p.
- Rawson, D.S. 1938. Some physical and chemical factors in the metabolism of lakes. Publicat. No. 10 Amer. Ass. for the Adv. of Sc. p. 9-26.

- Richardson, L.L. 1942. The occurrence of nuptial tubercles on the female of Osmerus mordax (Mitchill). Copeia. No. 1 27-29
- Ricker, W.E. 1932. Studies of speckled trout (Salvelinus fontinalis) in Ontario Univ. Toronto Studies, Biol. Ser. No. 36 Publ. Ontario Fish. Res. Lab., No. 44, pp. 68-110.
- Ricker, W.E. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Canada No. 119. 300 p.
- Rodeheffer, I.A. 1940. The movements of marked fish in Douglas lake, Michigan. Pap. of the Mich. Acad. of Sc., Arts and Letters. Vol. XXV : 265-280.
- Rothschild, B.J. 1961. Production and survival of eggs of the American smelt, Osmerus mordax (Mitchill) in Maine. Trans. Amer. 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. Amer. Fish. Soc., 88 : 241-252.
- Rupp, R.S. 1965. Shore-spawning and survival of eggs of the American smelt. Trans. Amer. Fish. Soc., 94 (2) : 160-168.
- Rupp, R.S. and M.A. Redmond. 1966. Transfer studies of ecologic and genetic variations in the American Smelt. Ecology, 47 (2) : 253-259.
- Rupp, R.S. MS. 1968. Life history and ecology of the smelt Osmerus mordax in inland waters of Maine. Final report, January 1968, Maine Dept of Inland Fisheries and Game Fisheries Research and Management Division, Augusta, Maine.
- Schoumacker, R. 1964. Projection machine for examining fish scales. Prog. Fish-Cult. Jan. 1964. p. 47.
- Schrader, 1921. A microsporidian occurring in the smelt. J. Parasitol. 7, 151-153.
- Scott, W.B. 1954. Freshwater fishes of eastern Canada. Second ed., Univ. of Toronto Press, 1967, 137 p.
- Shiraishi, Y. 1952. Study on spawning migration of pond-smelt, Hypomesus olidus by marking in lake Suwa. Bull. Freshwater Fish. Res. Lab. 1 (1) : 26-41.
- Shiraishi, Y. 1953. Study on spawning migration of pond-smelt Hypomesus olidus by marking in lake Suwa. (Second experiment). Bull. Freshwater Fish. Res. Lab., 2 (1) : 11-30.
- Skerry, 1952. A preliminary survey of the occurrence of Glugea hertwigi. Weissenberg, in the smelt, Osmerus mordax (Mitchill) of the Great bay area, New Hampshire, M. Sc. Thesis, Univ. New Hampshire. 46 p.
- Smith, O.R. 1947. Returns from natural spawning of cutthroat and eastern brook trout. Trans. Amer. Fish. Soc. for 1944, 74 : 281-296.
- Smith, S.H. 1954. Method of producing plastic impression of fish scales without using heat. The Prog. Fish-Cult., April 1954, pp. 76-78
- Sutherland, D.F. 1958. Use of diagnostic X-ray for determining vertebral numbers of fish. Spec. Sc. Report - Fisheries No. 244. U.S. Dept of the Interior 9 p.

- Svårdson, G.R. 1949. Natural selection and egg number in fish. Swedish Inst. Freshwater Res., Rept. No. 29, pp. 155-122.
- Svårdson, G.R. 1959. Speciation in freshwater fish as illustrated by Coregonus. XVth. Int'n'l Congress of Zoology, Sec. II, Paper 1. 4 p.
- Svårdson, G.R. 1961. Young sibling fish in northwestern Europe. pp. 498-513, 3 fig. In vertebrate speciation, University of Texas Symposium.
- Tåning, A.V. 1951. Experimental study of meristic characters in fishes. Biol. Reviews, 27 : 169-193.
- Thompson, R.B. 1959. Food of the squawfish Ptychocheilus oregonensis (Richardson) of the lower Columbia river. U.S. Fish and Wildlife Service, Fishery Bulletin, Vol. 60, No. 158 : 43-58.
- Trautman, M.B. 1957. The fishes of Ohio. Ohio State Univ. Press, Baltimore, Maryland, XVIII + 683 p.
- Van Oosten, J. MS. 1940. The smelt, Osmerus mordax (Mitchill). Michigan Dept. of Conservation, 13 mimeographed pages, Feb. 14, 1940.
- Van Oosten, J. 1944. Mortality of smelt, Osmerus mordax (Mitchill) in lakes Huron and Michigan during the fall and winter of 1942-1943. Trans. Am. Fish. Soc. 74 (1944) : 310-337.
- Veilleux, C. 1966. Evaluation du taux d'éclosion de l'éperlan, Osmerus mordax (Mitchill) au ruisseau McCloskey, comté de Gatineau, Québec. Thèse de maîtrise, Département de Biologie, Univ. d'Ottawa. 36 p.
- Vibert, R. et K.F. Lagler, 1961. Pêches continentales, biologie et aménagement. Dunod, Paris. 720 p.
- Vladykov, V.D., 1951. Fecundity of Quebec lampreys. Canadian Fish. Cult., No. 10 : 1-14.
- Vladykov, V.D. 1952. Qu'est-ce qu'une sardine. Les carnets de la Soc. Zool. de Québec, Vol. XII (2) : 57-62.
- Vladykov, V.D. 1956. Fecundity of wild speckled trout, Salvelinus fontinalis in Quebec lakes. J. Fish. Res. Bd Canada, 13 (6) : 799-841.
- Vladykov, V.D. 1957. Les voyages de l'éperlan. Actualités marines. Vol. I (1): 15-19.
- Vladykov, V.D. and V. Legendre. 1940. The determination of the number of eggs in ovaries of brook trout, Salvelinus fontinalis. Copeia, (4) : 218-220.
- Welch, P.S. 1948. Limnological methods. McGraw Hill Co. 381 p.
- Zilliox, R.G. and W.D. Youngs. 1958. Further studies of the smelt in lake Champlain, N.Y. Fish and Game J. 5 (2) : 164-174.

APPENDICE

- FIGURE 1
- No. 1 Fillet maillant de $1\frac{1}{2}$ pouce (mailles étirées) avec éperlans géants emmaillés par les dents.
- No. 2 Cisco, Coregonus artedii et éperlans géants Osmerus eperlanus mordax emmaillés par le corps dans un fillet de $1\frac{1}{2}$ pouce (mailles étirées) en nylon 140/3.

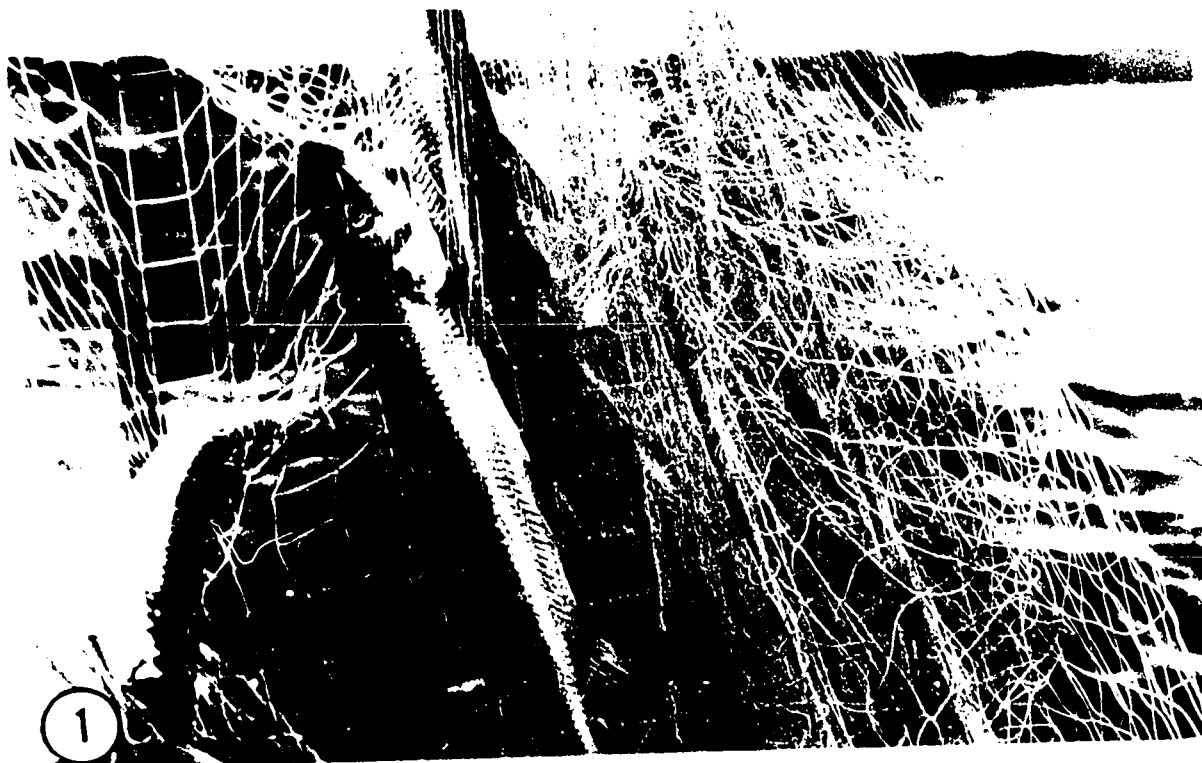


FIGURE 2

- No. 1 Pêche électrique sous la glace montrant les électrodes de cuivre avant d'être introduites sous l'eau.
- No. 2 Batterie d'automobile de 12 volts D.C. raccordée à un transformateur 110 volts A.C. menant aux électrodes.
- No. 3 Captures d'éperlans nains par cette méthode de pêche électrique. Notez le fanal Coleman qui sert de source lumineuse à cette occasion.
- No. 4 Vue de proche des électrodes pénétrant dans la fenêtre d'observation perforée à travers la glace.

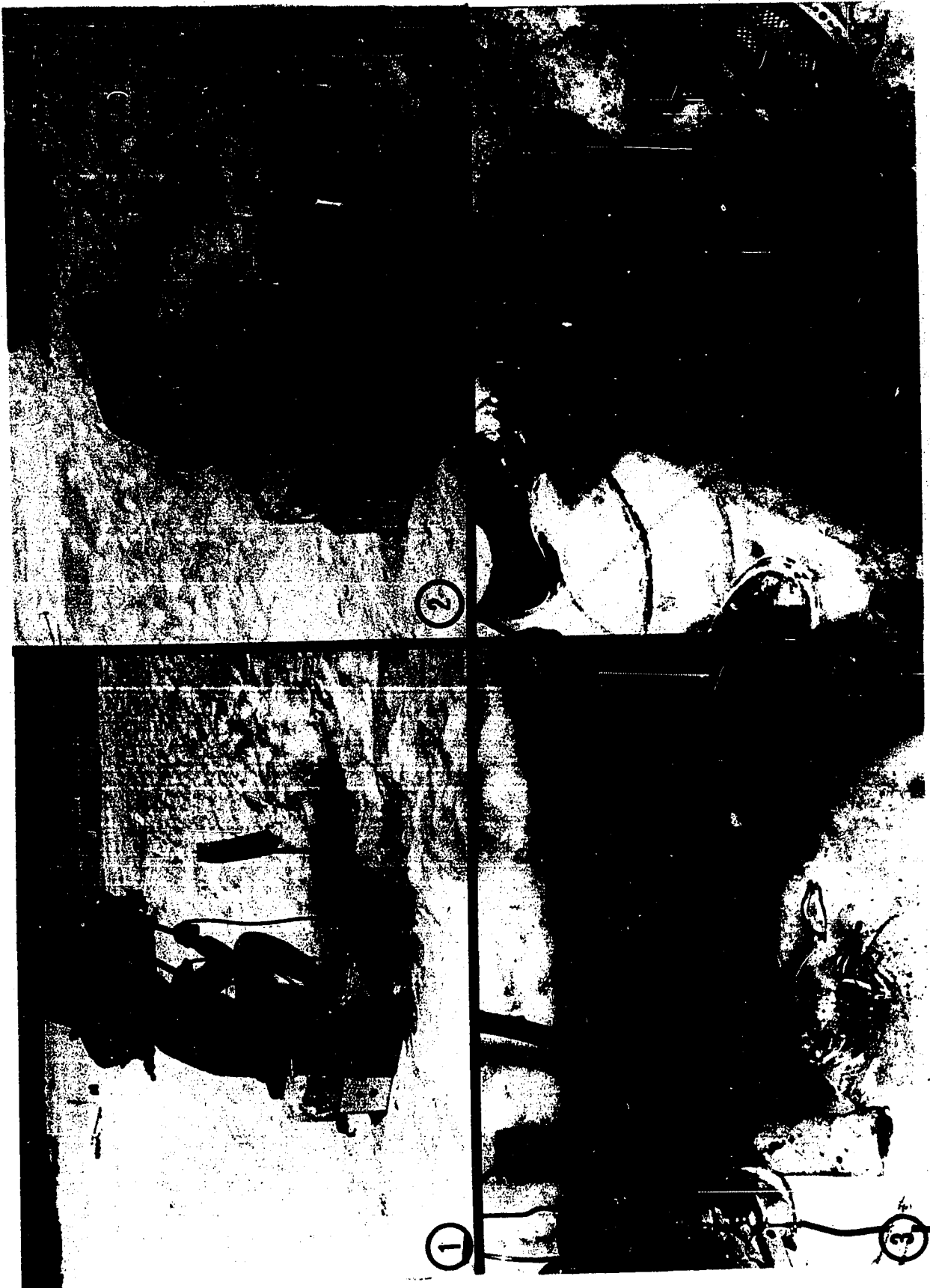


FIGURE 3

- No. 3 Technicien ouvrant la drague d'Eckman qui sert à échantillonner le fond du lac.
- No. 4 Technicien perforant une fenêtre d'observation à travers la glace à l'aide d'une scie mécanique.
- No. 5 Trotteuse sous glace (ice jigger) et vrille mécanique (ice auger) servant à l'installation des filets maillants sous la glace.
- No. 6 Equipement utilisé pour l'analyse chimique de l'eau: pH mètre, bouteille à échantillonnage d'eau, trousse de Hach Chemical Co. pour l'oxygène et l'anhydride carbonique.
- No. 7 Bassin de 8' x 3' x 3' alimenté à même l'eau du lac par une pompe à eau (flèche) et servant de bassin de réserve pour les éperlans adultes nains utilisés pour étiquetage. A l'arrière plan, on remarque l'auto-neige et le traîneau pour transporter l'équipement.



FIGURE 4 Vue postérieure et latérale de l'échantillonneur DeGiusti.
Le carrelage métallique à l'arrière à moins de 1 mm de côté
et peut retenir des oeufs d'éperlans (Photographie
R.G. Ferguson).

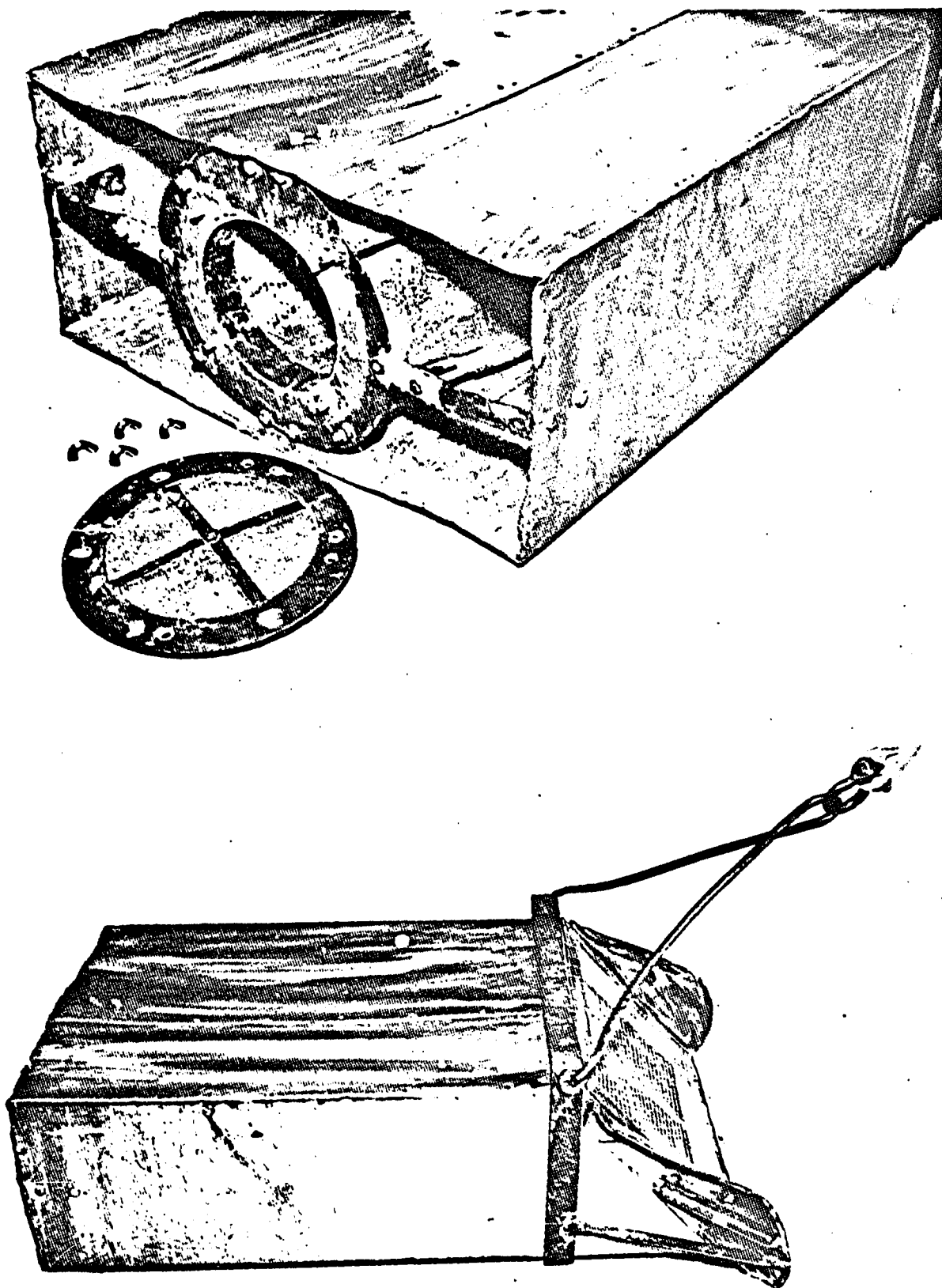
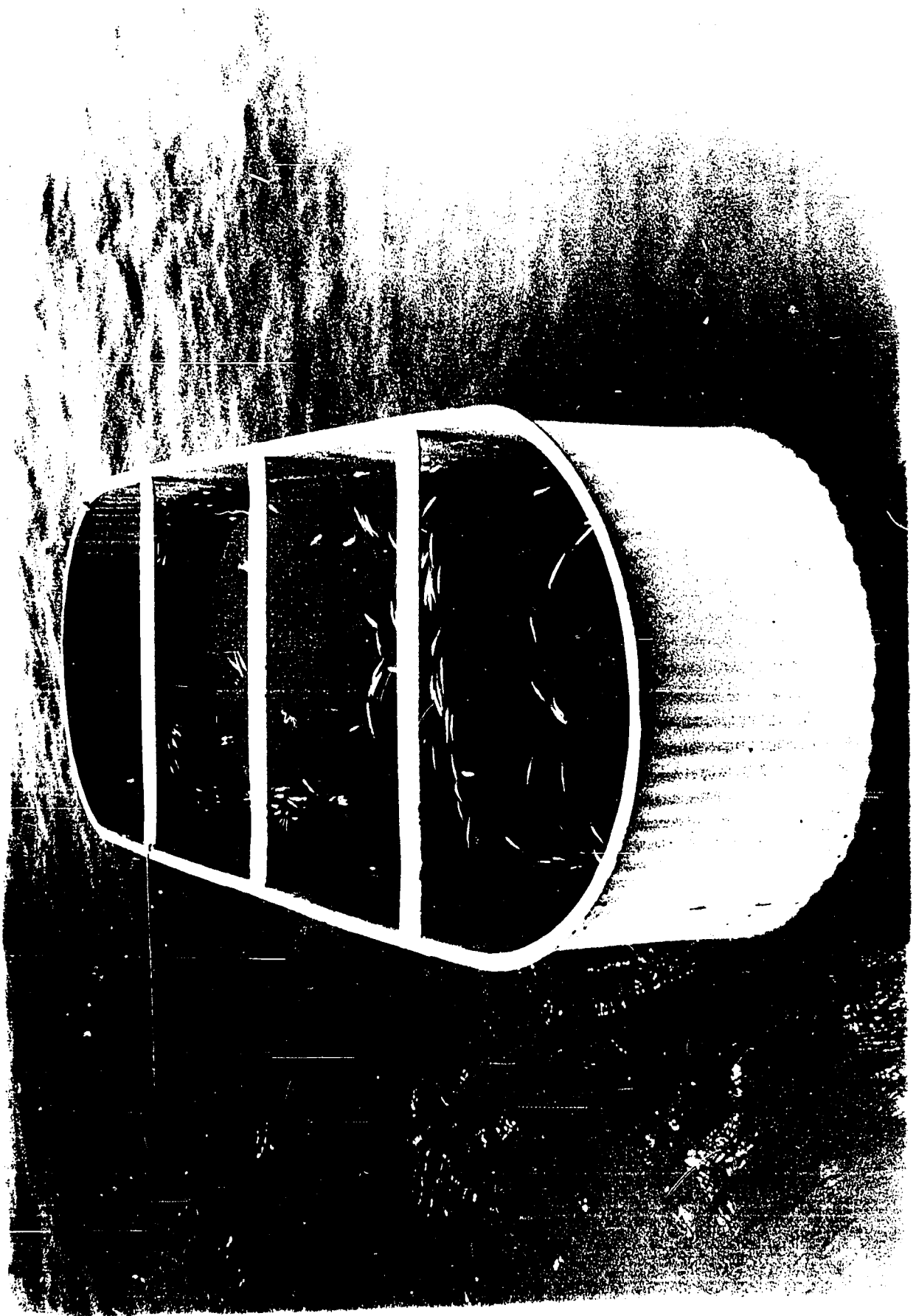


FIGURE 5

Bassin de 8' x 3' x 3' servant à étudier le taux de flottaison et de submersion des éperlans moribonds. Ce bassin était disposé dans 6 à 8 pouces d'eau et exposé au soleil afin de reproduire les conditions naturelles.



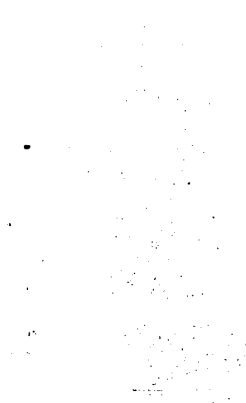


FIGURE 6 Radiographies d'éperlans géants utilisées pour le dénombrement des vertèbres.



FIGURE 7

Répartition des sexes au cours de la période de fraye de 1945, Grande-Rivière, Gaspé, Québec (d'après Marcotte et Tremblay, 1948).

FRÉQUENCES EN %

20 40 60 80

28

31

3

6

9

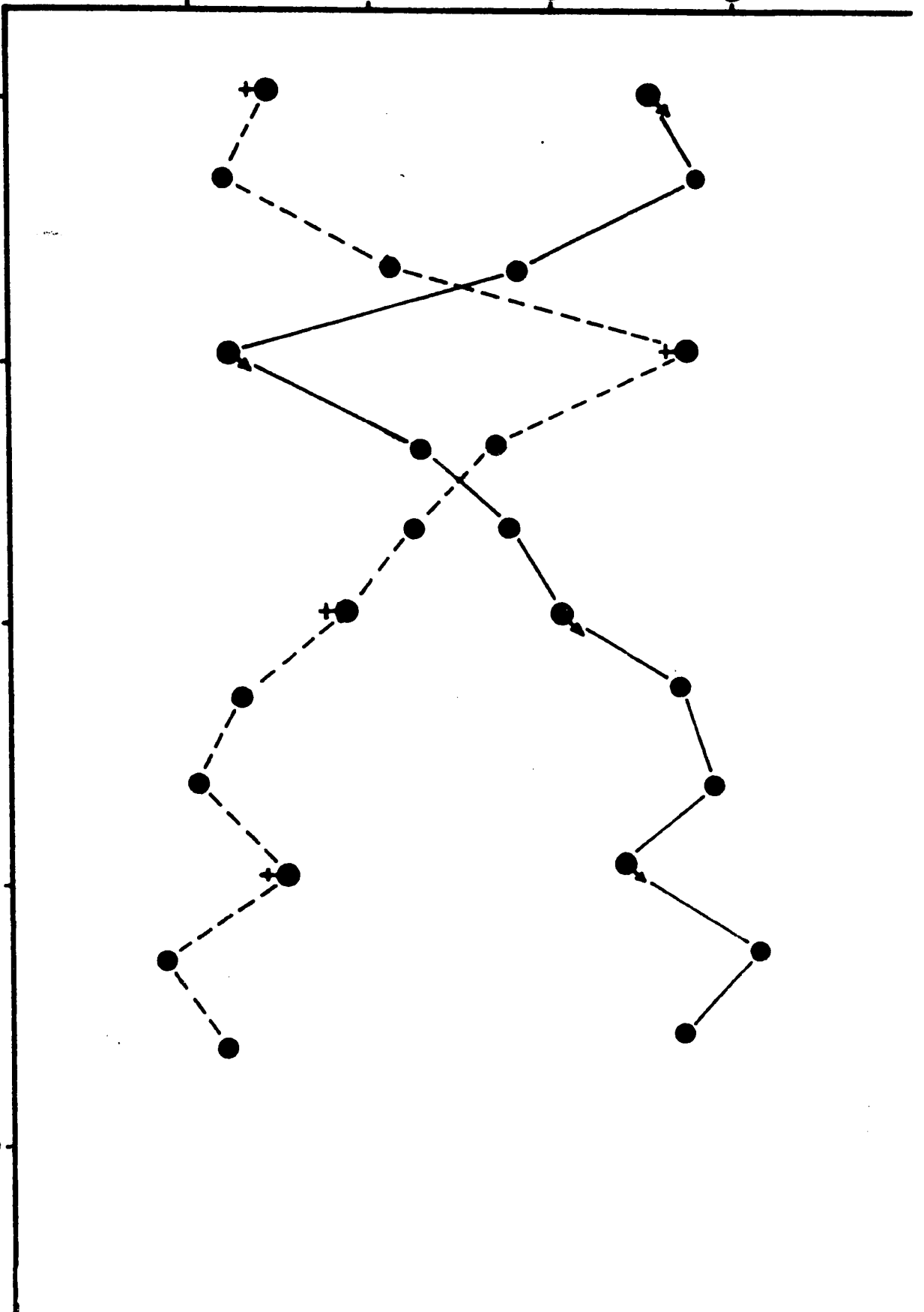
MAI

DURÉE DE LA PÉRIODE DE FRAI EN JOURS

JUN

MARCOTTE et TREMBLAY

1945



Explication du tableau I:

Le tableau I qui suit donne les précisions nécessaires afin de localiser, sur carte géographique, les plans d'eau mentionnés au cours de cette étude. Le comté provincial, la longitude et la latitude à la minute près, l'altitude au 100 pieds près, la source d'information ainsi que des remarques le complètent.

Le crédit de l'information a été donné à celui qui, selon les publications ou les documents consultés, a signalé le premier la présence de l'éperlan dans le plan d'eau en question. Lorsqu'il s'agit de publications, on retrouve le nom de ces auteurs dans la bibliographie, mais lorsqu'il s'agit de documents il faudra consulter la correspondance accumulée par l'auteur du présent travail ou Legendre (1967).

Des remarques sont incluses au tableau et portent sur quatre points:

1. Présence (G.h.+) ou non (G.h.-) de Glugea hertwigi;
2. Présence (m.+) ou non (m.-) d'une mortalité massive d'éperlans;
3. Présence d'éperlans géants (***) normaux (**) et nains (*);
4. La source de l'ensencement (E.) lorsque l'information était connue des auteurs.

Les renseignements fournis par les deux premières remarques, permettent de voir s'il y a une relation entre l'infection à Glugea, et les mortalités d'éperlans habituellement printanières et rencontrées dans plusieurs lacs du Québec. Il faut distinguer entre la mortalité naturelle durant toute fraye d'éperlans et la mortalité pré ou post-fraye due à Glugea. Cette distinction n'a pas toujours été possible et c'est pourquoi nous ne pouvons pas juger adéquatement des relations entre la mortalité massive printanière et l'infection à Glugea.

La troisième remarque est faite en vue de jeter un peu plus de lumière sur le problème des populations sympatriques et allopatriques d'éperlans à taux de croissance différents. On peut se demander si le milieu environnant influence le taux de croissance dans tous les cas, ou si des populations sympatriques peuvent avoir ce caractère fixé génétiquement. A notre avis, il apparaît que le taux de croissance des populations sympatriques d'éperlans nains et géants du lac Heney est fixé génétiquement.

La quatrième remarque nous permet une opinion pondérée sur la répartition réelle de l'éperlan d'eau douce en faisant abstraction des plans d'eau ensemencés. Avec des renseignements adéquats sur la source et la date des introductions, l'on risque moins de se leurrer sur la répartition géographique réelle de ce poisson.

Il est évident que nous ne possédons pas ces remarques pour tous les plans ici mentionnés.

TABLEAU I RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE L'ÉPERLAN DULCICOLE DANS LES PRINCIPAUX BASSINS HYDROGRAPHIQUES DU QUÉBEC
AVEC PRÉCISIONS SUR LE NOM OFFICIEL, LE COMITÉ PROVINCIAL, LA LONGITUDE, LA LATITUDE, LA SOURCE D'INFORMATION AINSI QUE CERTAINES REMARQUES SUR LES PLANS D'EAU EN QUESTION.

PLAN D'EAU NO ET NOM	COMITÉ	LONGITUDE W	LATITUDE N	ALTITUDE (pi.)	SOURCE D'INFORMATION	REMARQUES
BASSIN 1: MINGAN, ROMAINE, PIAHTIGAIE, WATCHICHOU, NABÉSIPI, AGUANUS, NATASHQUAN, MUSQUARO ET AUTRES						
1 L. Puyjalon	Duplessis	63°25'	50°31'	300	Bourassa, R. 1967	
2 L. XXIIe Mille	"	63°05'	50°34'	300	"	"
3 L. en Travers	"	62°59'	50°28'	300	Legendre, V. 1957 (m. +, août 1957)	
4 L. Ferland	"	62°59'	50°26'	300	Bourassa, R. 1967	
5 L. Victor (Squaw)	"	61°50'	50°35'	300	"	"
6 L. Musquaro	"	61°05'	50°33'	300	"	"
7 R. Nabésipi	"	62°14'	50°30'	200	Shooner, G. 1967	
BASSIN 7: MARGUERITE						
1 L. Kachéwiss	"	66°15'	50°22'	500	Desserres, L. 1967	
2 L. Hall	"	66°35'	50°16'	240	Vignault, R. 1967	
BASSIN 16: ESCOUMAINS						
1 L. des Sables	"	69°40'	48°18'	500	Legendre, V. 1958 (m. +, mai 1958)	
BASSIN 17: Ste-MARGUERITE						
1 L. de l'Anse à l'Eau	"	69°43'	48°09'	100	Bernard, C. 1967	

14 L. Mélinac	Laviolette	72°34'	47°05'	500	Lemay G. 1967
15 L. du Missionnaire	"	72°34'	46°55'	500	" "
16 L. Edward	"	72°55'	46°45'	500	Richardson, L.R. et al. 1941 (G.h. +)
17 L. Eau Claire	Joliette	74°03'	46°32'	1600	Vincent, B. 1966 (E.,)

BASSIN 36: DU LOUP

1 L. St-Bernard	Maskinongé	73°18'	46°34'	1250	Prévost, G. 1959 (E., 1929)
2 L. Culbute	"	73°20'	46°33'	1200	" " " (E., 1929)
3 L. Vert	St-Maurice	72°56'	46°30'	500	Lemay, G. 1967
4 L. Goulet	"	72°57'	46°36'	500	" " "
5 L. Sacocomie	Maskinongé	73°15'	46°30'	900	Dwyer, J.N. 1967 (E.)
6 L. Sans-Bout	"	73°23'	46°34'	1300	" " " (E.)
7 L. au Sorcier	"	73°23'	46°41'	1100	" " " (E.)

BASSIN 37: MASKINONGE

1 L. Maskinongé	Berthier	73°23'	46°19'	467	Wynne-Edwards, 1933 (**) (G.h. -) (m.-)
-----------------	----------	--------	--------	-----	---

BASSIN 38: L'ASSOMPTION

1 L. Archambault	Montcalm	74°14'	46°18'	1250	Vincent, B. 1966 (E.)
2 L. Brûlé	Joliette	73°57'	46°24'	1300	" " " (E.)

BASSIN 40: ROUGE

1 Gr.L. Monroe	Montcalm	74°31'	46°21'	1100	Courtemanche, A. 1953 (E., lac Meach)
2 Pet. L. Monroe	"	74°30'	46°20'	1100	" " " (E.)
3 L. Shaw	"	74°30'	46°18'	1000	Legendre V., 1967 (E.)
4 L. Rolland	"	74°28'	46°25'	1400	Vincent, B. 1966 (E.)

5 L. Ouimet	Terrebonne	74°35'	46°10'	700	Vincent, B. 1966 (**) (G.h.-) (E.)
6 L. Quenouille	"	74°23'	46°10'	1200	" " " (E.)
7 L. Supérieur	"	74°29'	46°13'	1100	" " " (E.)
8 L. de la Montagne Tremblante	"	74°37'	46°14'	700	" " " (E.)

BASSIN 41: PETITE-NATION

1 L. St-Sixte	Papineau	75°15'	45°49'	700	Séguin, R.L. 1967 (E., lac Meach 1965)
2 L. Rognon	Labelle	75°04'	46°16'	800	Vincent, B. 1968 (E.)

BASSIN 42: LIÈVRE

1 L. des Iles	Labelle	75°30'	46°25'	775	Séguin, R.L. 1967
2 L. Donaldson	Papineau	75°30'	45°36'	425	Legendre, V., 1967 (E.)
3 L. Clay	"	75°34'	45°32'	600	Veilleux, C.M. 1965 (*) (G.h.+)(m.+ , octobre 1967)
4 L. Chauncey	"	75°28'	45°43'	825	Perrier, J.M. 1966 (**)
5 L. McGuire	"	75°26'	45°43'	775	Roussel Y. 1965 (**) (G.h.-)
6 L. Smith	"	75°26'	45°44'	875	Veilleux, C.M. 1966 (*)
7 L. Dodd's	"	75°37'	45°43'	633	" " " (*)
8 L. Ste-Claire	Gatineau	75°49'	45°44'	950	" " " (**) (E. lac Meach)
9 L. Cole	Papineau	75°33'	45°45'	500	Séguin, R.L. 1964 (*) (G.h.+)(m.+ , mai 1966)
10 L. Garrett	"	75°27'	45°46'	925	Cuerrier, J.P. 1965
11 L. Halfmoon	"	75°27'	45°43'	825	Séguin, R.L. 1965 (**)

BASSIN 43: GATINEAU

1. L. Green	Gatineau	75°55'	46°00'	476	Dymond, J.R. 1939 (**) (G.h.-) (m.-)
2 L. Meach	"	75°53'	45°32'	559	" " " (**) (G.h.-)(E. lac Utopia (N.B.) 1924) (m.+ , mai 1964)

3 Gr.L.des Cèdres	Gatineau	76°06'	46°18'	560	Roussel, Y. 1966 (*)	
4 Pet.L.des Cèdres	"	76°04'	46°18'	560	" " (*) (G.h.-) (m.-)	
5 L. Cayamant	Pontiac	76°16'	46°06'	630	Delisle, C. 1966	
6 L. Blue Sea	Gatineau	76°03'	46°14'	541	Roussel, Y. 1965 (*) (m.-)	
7 L. des Iles	"	75°98'	46°10'	650	Halkett, A. 1906 (*) (m.+ mai 1903)	
8 L. Grant	"	76°02'	46°13'	550	Veilleux, C.M. 1966	
9 L. 31 Milles	"	75°50'	46°15'	600	Delisle, C. 1966 (*) (G.h.+)	
	Labelle					
10 L. Heney	Gatineau	75°55'	46°02'	600	Legault, R.O. 1960 (*) (***) (G.h.+ (1960-1963, m.+)	
11 L. Désormeaux	"	75°57'	46°02'	500	Delisle, C. 1964 (*) (G.h.+ (m.+ 1960-1968)	
12 L. Pemichangan	"	75°57'	46°02'	550	" " 1966 (*) (G.h.+ (m.+ mai 1966, 1967)	
13 L. Noir	"	75°57'	46°01'	500	Veilleux, C. 1963 (**) (G.h.-) (m.-)	
14 L. Chabaret-St-Laurent	"	75°55'	46°06'	550	Legault, R.O. 1965 (*) (G.h.+ (m.+)	
15 L. Beauty	"	75°47'	46°11'	600	Séguin, R.L. 1966 (*) (G.h.-) (Empoisonnement, 1966)	
16 L. Savary	Pontiac	76°25'	46°45'	775	Veilleux, C.M. 1967 (*)	
17 L. Bras-Coupé	"	76°10'	46°34'	775	Cuerrier, J.P. 1966	

BASSIN 45: NOIRE

1. L. Summerville	"	77°12'	46°09'	900	Cuerrier, J.P. 1965 (E. lac Meach 1965)	
2 L. Papin	"	77°05'	46°10'	800	" " " (E. lac Meach 1965)	
3 L. aux Vers	"	77°09'	46°09'	800	" " " (E. lac Meach 1965)	
4 L. Long	"	77°10'	46°03'	700	" " " (E. lac Meach 1965)	

BASSIN 46 : DUMOINE

1 L. aux Sangsues	"	77°52'	46°28'	1100	Cuerrier, J.P. 1965 (E. lac Meach 1965)	
-------------------	---	--------	--------	------	---	--

BASSIN 53 : DARMOUTH

1 L. Grand-Etang Gaspé-Nord	64°43'	49°08'	100	Tétreault, B. 1967
-----------------------------	--------	--------	-----	--------------------

BASSIN 59 : MADELEINE

1 L. de l'Anse Pleureuse	Gaspé-Nord	65°37'	49°14'	100	Tétreault, B. 1967
--------------------------	------------	--------	--------	-----	--------------------

BASSIN 63: STE ANNE DES MONTS

1 L. Ste-Anne	Gaspé-Nord	66°03'	48°48'	1300	Laperle, M. 1965 (E. 1965)
---------------	------------	--------	--------	------	----------------------------

BASSIN 71: RIMOUSKI

1 L. St-Simon (St-Mathieu)	Rimouski	69°00'	48°09'	300	Pigeon, J. et A. Vallée 1937 (***) (G.h.)
2 L. à l'Anguille (Aqueduc)	"	68°25'	48°26'	500	Brousseau, J. 1967

BASSIN 81: CHAUDIERE

1. L. Mégantic	Frontenac	70°54'	45°31'	1294	Séguin, R.L. 1958
----------------	-----------	--------	--------	------	-------------------

BASSIN 84: NICOLET

1 L. Nicolet	Wolfe	71°34'	45°50'	1150	Auger, L. 1966 (E.)
2 L. Breachers	"	71°28'	45°54'	1200	Richardson, L.R. et Belknap, G.W. 1934 (E, L. Memphremagog)

BASSIN 85: SAINT-FRANCOIS

1 L. Lester (Lyster)	Stanstead	71°54'	45°02'	1570	Richardson, L.R. et Belknap, G.W. 1934 (E, L. Memphremagog)
2 L. Memphremagog	Stanstead Brome	72°16'	45°05'	683	Evermann, B.W. et Kendall, W.C. 1894 (**) (G.h.-)
3 L. Massawippi	Stanstead	72°00'	45°12'	550	Wynne-Edwards 1941 (**) (G.h.-) (m.+ mai 1963)
4 L. Brompton	Richmond, Sherbrooke	72°09'	45°26'	825	" " " (E.)
5 L. Magog	Sherbrooke Stanstead	72°02'	45°18'	650	" " " 1953 (**) (G.h.-) (m.+ 1953)
6 R. Magog	Sherbrooke	71°55'	45°24'	650	" " "
7 L. Bowker	Shefford	72°13'	45°25'	1250	Auger, L. 1967
8 L. Stukely	"	72°14'	45°23'	1050	" " "
9 L. Lovering	Stanstead	72°10'	45°10'	750	" " "
10 L. Elgin	Wolfe	71°20'	45°44'	800	" " "
11 L. Stoke	Richmond	71°48'	45°32'	725	" " "

BASSIN 87: RICHELIEU

1 L. Champlain	Missisquoi	73°10'	45°03'	95	Thompson Z. 1842 (*) (***) (G.h.-)
2 R. Richelieu	St-Jean Iberville	73°16'	45°21'	50	Legendre, V. 1967

AUTRES PLANS D'EAU:

1 Fleuve St-Laurent	Québec	71°15'	46°50'	0	Boucher, P. 1664, Vladykov, V.D. (1957)
2 (Lac St-Pierre)	Yamaska	72°50'	46°10'	25	Cuerrier, J.P. et al. 1946
3 " " "	Beauharnois	73°54'	45°19'	69	Melançon, C. 1958
	(Lac St-Louis)				

1 R. Saguenay (Cap. Jaseux)	Chicoutimi	70°48'	48°25'	100	Drainville, G. 1960
2 R. Saguenay (Anse St-Jean)	"	70°10'	48°15'	100	"
3 R. Saguenay (Lac St-Jean)	Roberval Lac St-Jean	72°00'	48°31'	322	Chambers, E.T.D. 1903
1 R. Outaouais		75°55'	45°25'	175	Gruchy, C. 1966 et Stobo, W. 1967 (*) (G.h.+)
1 R. Connecticut Compton (Lac Wallace)		71°38'	45°01'	1200	Auger, L. 1966, SFQ

SYMBOLES UTILISÉS -

- (*) éperlans nains (**) éperlans normaux (***) éperlans géants
 (G.h.+)
 présence de Glugea hertwigi (G.h.-) absence de Glugea hertwigi
 (m.+)
 présence d'une mortalité (m.-) mortalité non observée
 (E.)
 ensemencement ou introduction d'éperlans.
 S.F.Q.
 Service de la Faune du Québec S.P.Q. Service de la Protection du Québec.
-

ADDITION -

Au moment de faire parvenir ce manuscrit à l'éditeur, les additions suivantes ont été portées à notre attention.

- Bassin 34, Lac des Américains, co. Portneuf. 72°23' W - 46°55' N Alt.-750'. Potvin, C. 1968, SFQ
 Bassin 37, R. Mastigouche, co. Berthier. 73°24' W - 46°20' N. Alt. 470'. Mousseau, J.R. 1968 (**), SFQ
 Bassin 1, R. NorthWest, Labrador. 60°09' W - 53°32' N. Low, A.P. 1896.
 Bassin 1, L. Melville, Labrador 58°55' W - 53°55' N. Backus, R.H. 1953.