

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À  
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI  
COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA MAÎTRISE  
EN RESSOURCES RENOUVELABLES

PAR  
CHARLES LESUEUR  
B. Sc. en Biologie

DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES  
DE LA POPULATION DE TRUITE DE MER (*Salvelinus fontinalis*)  
DE LA RIVIÈRE ÉTERNITÉ (SAGUENAY)

DÉCEMBRE 1993



### **Mise en garde/Advice**

Afin de rendre accessible au plus grand nombre le résultat des travaux de recherche menés par ses étudiants gradués et dans l'esprit des règles qui régissent le dépôt et la diffusion des mémoires et thèses produits dans cette Institution, **l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** est fière de rendre accessible une version complète et gratuite de cette œuvre.

Motivated by a desire to make the results of its graduate students' research accessible to all, and in accordance with the rules governing the acceptance and diffusion of dissertations and theses in this Institution, the **Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** is proud to make a complete version of this work available at no cost to the reader.

L'auteur conserve néanmoins la propriété du droit d'auteur qui protège ce mémoire ou cette thèse. Ni le mémoire ou la thèse ni des extraits substantiels de ceux-ci ne peuvent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

The author retains ownership of the copyright of this dissertation or thesis. Neither the dissertation or thesis, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

## RÉSUMÉ

Divers aspects de la biologie d'une population d'ombles de fontaine anadromes (*Salvelinus fontinalis*) habitant la rivière Éternité ont été étudiés. Une comparaison est effectuée entre les particularités du cycle de vie de cette population et les principaux travaux portant sur cette espèce.

Dans la rivière Éternité, la dévalaison se déroule au cours des mois de mai et juin. Les ombles mesurent de 8 à 21 cm à leur première dévalaison et sont âgés de 1 ou 2 ans. Le mouvement de montaison débute vers la mi-juin, culmine à la mi-août et se termine en octobre. Les ombles anadromes remontent la rivière Éternité aux âges de 1+ (13%), 2+ (74%), 3+ (12%) et 4+ (1%). La population est presque entièrement renouvelée après trois saisons de croissance. Les ombles en montaison mesurent de 15 cm à plus de 50 cm, la taille moyenne étant de 26,5 cm. Les ombles de plus grande taille remontent la rivière en juillet et août et sont suivis, en septembre, par ceux de plus petite taille. Un grand nombre (45%) des ombles en montaison sont immatures.

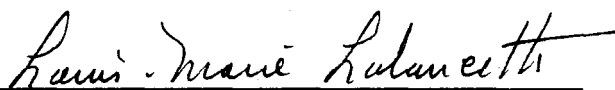
Le rapport des sexes des ombles en montaison n'est pas différent de la parité. La proportion de mâles est cependant supérieure dans le groupe ayant séjourné une saison en milieu saumâtre alors qu'elle est inférieure dans les groupes ayant demeuré 2 et 3 saisons en milieu estuarien. Des proportions de 52, 39 et 9% des ombles en montaison avaient séjourné une, deux et trois saisons en milieu estuarien.

Des proportions de 53 et 89% des ombles en montaison sont matures aux âges 1+ et 2+. Tous les individus sont féconds aux âges 3+ et 4+. Il apparaît que la condition élevée des femelles leur occasionne une grande fécondité.

La croissance en estuaire des populations du Saguenay est une des plus élevée rencontrée jusqu'à maintenant chez l'omble de fontaine anadrome. Les ombles de la rivière Éternité atteignent une taille comparable ou supérieure à celle des autres populations en dépit d'une longévité nettement inférieure.

La reproduction des ombles anadromes se déroule durant les deux premières semaines du mois d'octobre en même temps et aux mêmes endroits que les ombles dulcicoles. L'étude comparée des ombles anadromes avec ceux résidant en eau douce a permis de détecter très peu de différence entre les deux formes au niveau de l'âge à la maturité, du rapport des sexes, de la condition et de la croissance en rivière. La plus grande longévité des ombles anadromes, leur plus grande taille à la maturité ainsi que leur plus grande taille aux différents âges sont le résultat de leur migration en milieu estuarien. Nous concluons que les deux formes appartiennent à une seule population.

  
Charles LESUEUR

  
Louis-Marie LALANCETTE

## REMERCIEMENTS

Je remercie M. Louis-Marie Lalancette, professeur à l'Université du Québec à Chicoutimi pour ses précieux conseils lors de la rédaction de ce mémoire.

Je suis particulièrement reconnaissant à M. Pierre G. Vaillancourt, biologiste au ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche pour les avis judicieux qu'il m'a accordés au cours de la réalisation de ce travail.

Je remercie sincèrement M. Claude Dussault, biologiste au ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et M. Raynald Côté, directeur du programme de maîtrise en ressources renouvelables de l'Université du Québec à Chicoutimi qui ont accepté de corriger ce mémoire.

J'aimerais souligner la participation de M. Denis Guay, technicien de la faune au ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, pour son travail rigoureux lors de la vérification des lectures d'âge. M. Robert Loiselle et M. Rémi Larouche pour leur collaboration aux photos d'écaillés et d'otolithes. M. Pierre Magnan, professeur à l'Université du Québec à Trois-Rivières et M. François Caron, biologiste à la direction de la gestion des espèces et des habitats (M.L.C.P.) pour leurs conseils au cours des travaux de terrain.

Ce travail a pu être réalisé grâce à la participation financière et scientifique du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune de la région du Saguenay - Lac St-Jean et du Programme de subvention aux projets à caractères fauniques du M.L.C.P. Il résulte également du soutien financier du parc du Saguenay, de la municipalité de Rivière-Éternité et de la Société de Développement Touristique de Rivière-Éternité. Je souligne également la contribution financière du Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche.

Je remercie tout particulièrement M. Louis Villemure et le personnel du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune à Jonquière (M.L.C.P.), la direction et le personnel du Service des parcs de la région du Saguenay - Lac St-Jean ainsi que la municipalité de Rivière-Éternité.

En terminant, je mentionne la collaboration de tous les bénévoles du Comité de mise en valeur de la rivière Éternité qui ont accordé leur appui enthousiaste à ce projet.

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ . . . . .	ii
REMERCIEMENTS . . . . .	iv
TABLE DES MATIÈRES . . . . .	v
LISTE DES TABLEAUX . . . . .	vii
LISTE DES FIGURES . . . . .	viii
CHAPITRE I : INTRODUCTION . . . . .	1
CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODE . . . . .	8
1. Description du milieu . . . . .	9
1.1 Caractéristiques de l'estuaire du Saguenay . . . . .	9
1.2 Bassin versant de la rivière Éternité . . . . .	15
1.3 Faune ichthyologique de la rivière Éternité . . . . .	22
2. Migrations des ombles anadromes . . . . .	25
3. Croissance et autres caractéristiques biologiques . . . . .	27
4. Analyses et modèles statistiques . . . . .	36
CHAPITRE III : RÉSULTATS . . . . .	38
1. Migrations des ombles anadromes . . . . .	39
1.1 Dévalaison . . . . .	39
1.2 Montaison . . . . .	44
2. Croissance . . . . .	51
3. Caractéristiques biologiques . . . . .	57
3.1 Maturité . . . . .	57
3.2 Rapport des sexes . . . . .	59
3.3 Taux de survie et renouvellement de la population . . . . .	59

4. Reproduction . . . . .	61
5. Population dulcicole . . . . .	64
CHAPITRE I V : DISCUSSION . . . . .	69
1. Migrations des ombles anadromes . . . . .	70
2. Croissance . . . . .	82
3. Caractéristiques biologiques . . . . .	98
4. Reproduction . . . . .	101
5. Population dulcicole . . . . .	105
CHAPITRE V : CONCLUSION . . . . .	107
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	113

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la rivière Éternité en juillet et août . . . . .	19
Tableau 2.	Longueur et âge moyen des ombles en dévalaison calculé par rétrocalculs . . . . .	42
Tableau 3.	Évolution de la longueur moyenne et du pourcentage de spécimens matures dans la montaison de 1991 . . .	48
Tableau 4.	Longueur (LT) et poids moyen aux différents âges des ombles anadromes en montaison dans la rivière Éternité. . . . .	50
Tableau 5.	Composition des retours selon la durée de vie en rivière et en estuaire des ombles anadromes de la rivière Éternité. . . . .	53
Tableau 6.	Longueur moyenne et poids moyen des ombles anadromes de la rivière Éternité selon la durée de leur séjour en rivière et en estuaire . . . . .	54
Tableau 7.	Pourcentage d'individus matures par groupes d'âge et par sexe des ombles en montaison dans la rivière Éternité du 8 juillet au 15 octobre 1992 . . . . .	58
Tableau 8.	Croissance en longueur des ombles anadromes et dulcicoles de la rivière Éternité. . . . .	68
Tableau 9.	Patron de migrations de différentes populations d'ombles de fontaine anadromes . . . . .	71
Tableau 10.	Structure d'âge (%) et âge moyen de diverses populations d'ombles de fontaine anadromes en montaison. . . . .	83
Tableau 11.	Facteur de condition, rapport des sexes et âge à la maturité de diverses populations d'ombles de fontaine anadromes en montaison . . . . .	97



## LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Le Saguenay, émissaire du lac Saint-Jean et affluent du fleuve Saint-Laurent . . . . .	10
Figure 2.	Stratification thermo-haline du Saguenay (14-21 juin 1962) . . . . .	12
Figure 3.	Localisation de la rivière Éternité et des stations d'échantillonnage . . . . .	16
Figure 4.	Variations quotidiennes de la température de l'eau de la rivière Éternité de 1990 à 1992 . . . . .	21
Figure 5.	Variations quotidiennes du niveau de l'eau de la rivière Éternité de 1990 à 1992 . . . . .	23
Figure 6.	Ombre anadrome âgé de 4+ capturé le 15 octobre 1992 et mesurant 44 cm . . . . .	29
Figure 7.	Augmentation de croissance causée par la migration en milieu marin visible sur les écailles et généralement invisible sur les otolithes . . . . .	33
Figure 8.	Distribution journalière des ombles de fontaine capturés en dévalaison dans la rivière Éternité en 1990 . . . . .	40
Figure 9.	Longueur à la première dévalaison des ombles de fontaine anadromes de la rivière Éternité . . . . .	41
Figure 10.	Distribution journalière des ombles de fontaine capturés en montaison dans la rivière Éternité en 1992 . . . . .	45
Figure 11.	Distribution des longueurs des ombles en montaison dans la rivière Éternité en 1991 . . . . .	46
Figure 12.	Fécondité de l'ombre de fontaine anadrome de la rivière Éternité en 1992 . . . . .	63
Figure 13.	Distribution des longueurs d'un échantillon d'ombles résidants capturés entre le 21 juin et le 29 juillet 1992 . . . . .	65

Figure 14.	Distribution des longueurs des ombles résidants et anadromes matures en 1992 . . . . .	66
Figure 15.	Longueur aux différents âges de différentes populations d'ombles de fontaine anadromes . . . . .	93
Figure 16.	Fécondité de diverses populations d'ombles de fontaine. . . . .	103

## **CHAPITRE I**

### **INTRODUCTION**

L'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) est indigène dans l'est de l'Amérique du Nord. Il est retrouvé dans la plupart des cours d'eau de l'est du Canada (Scott et Crossman 1974). Comme les autres salmonidés, l'omble de fontaine peut opter pour différents cycles de vie dépendant du milieu dans lequel il évolue. Les populations vivant exclusivement en eau douce, ont fait l'objet de plusieurs recherches et leur biologie est bien connue. Outre les populations dulcicoles, il existe une forme qui effectue des migrations en eau salée et qui revient en eau douce pour s'y reproduire. Il s'agit de la forme anadrome communément désignée sous le terme de truite de mer.

Dans l'est du Québec et dans les maritimes, plusieurs rivières abritent simultanément les formes anadrome et dulcicole de l'omble de fontaine (Verreault et Courtois 1986; Lear et Day 1977).

L'aire de distribution de la forme anadrome de l'omble de fontaine s'étend du Québec à la Côte est des États-Unis (Maine, Cape Cod), dans les quatre provinces atlantiques et en Ontario (MacCrimmon et Campbell 1969). Au Québec, l'omble de fontaine anadrome est principalement retrouvé dans les régions Nouveau-Québec, Côte-Nord, Saguenay - Lac St-Jean, Gaspésie et Abitibi-Témiscamingue.

Chez le saumon Atlantique (*Salmo salar*), des changements enzymatiques au niveau du système osmorégulateur accompagnent la transformation des tachs en saumonnetaux avant même l'entrée en eau salée (Saunders et Henderson 1978). Induits par une augmentation de la photopériode, de la température de l'eau et possiblement par d'autres facteurs environnementaux (Hoar 1976), ces changements préparent le saumon juvénile à sa vie en mer (Bley 1987).

De tels mécanismes n'ont pas été mis en évidence pour l'omble de fontaine anadrome. Castonguay *et al.* (1982) observant des jeunes ombles en dévalaison arborant une coloration argentée, typique des ombles marins, avant que ceux-ci aient séjourné en mer ont cependant proposé que ces mécanismes devaient être, du moins en partie, d'origine génétique. Depuis, il a été suggéré que les mouvements anadromes de cette espèce soient plutôt de nature passive que déterminés (McCormick et Naiman 1984; Swanson 1986; Swanson et Kansas 1987; Doyon *et al.* 1991).

L'anadromie (capacité d'adaptation à l'eau salée) est peu développée chez le genre *Salvelinus*. Les séjours en mer de l'omble de fontaine anadrome étant limité aux abords de sa rivière d'origine (Power 1980), ainsi que le faible développement de la smoltification (McCormick *et al.* 1985) suggèrent que l'omble anadrome et dulcicole d'une même rivière appartiennent à une seule population, la portion des individus anadromes étant déterminée aléatoirement (Doyon *et al.*

1991). Ces derniers notent effectivement une corrélation significative entre la dévalaison et l'augmentation du niveau de l'eau de la rivière.

L'omble de fontaine est considéré comme une espèce opportuniste au point de vue de son alimentation (Power 1980). Lorsque le réseau hydrographique rend possible une migration en milieu marin, cette migration résulte en une croissance accrue qui permet, aux individus anadromes d'atteindre une plus grande taille comparativement aux spécimens résidant en rivière (Castonguay *et al.* 1982).

La forme anadrome diminue la compétition intraspécifique avec la forme dulcicole en exploitant les ressources alimentaires supplémentaires qu'offre le milieu marin. De même, le mode de dispersion et d'alimentation des ombles anadromes en milieu marin favorise une répartition des ressources entre les individus anadromes. Après avoir dévalé leur rivière natale, les ombles juvéniles séjournent dans des zones de faible salinité et consomment surtout des Insectes et des crustacés tandis que les ombles adultes rejoignent des zones de salinité plus élevée et consomment des Crustacés et des Poissons (Gaudreault *et al.* 1982). Cette répartition des ressources sur deux axes, soit l'habitat et l'alimentation, contribue à réduire la compétition à l'intérieur même de la portion anadrome.

En pratique, l'omble de fontaine anadrome est fréquemment retrouvé en compagnie du saumon atlantique. Les deux espèces sont territoriales, se nourrissent à la surface de l'eau tout en s'attaquant à des organismes sur le substrat (Gibson 1973; Randall 1982). De plus, l'examen du contenu stomacal des juvéniles révèle que les deux espèces se nourrissent des mêmes proies (Randall 1982). Cette compétition, essentiellement exercée en rivière entre les individus juvéniles des deux espèces est cependant réduite au minimum en raison de l'utilisation d'habitats différents (Keenleyside 1962; Gibson 1966). Le saumon juvénile occupe généralement les zones d'eau vive et l'omble de fontaine utilise les zones d'eau plus lente (Gibson 1973). Le jeune saumon est mieux adapté et il est plus efficace pour exploiter les rapides que l'omble de fontaine qui doit dépenser plus d'énergie pour se maintenir dans cet habitat. Au stade adulte, les cas de prédation de saumons juvéniles par l'omble anadrome sont très rares (Verreault et Courtois 1986).

Au Québec, plusieurs cours d'eau des régions de la Côte-Nord, de la Gaspésie et du Saguenay contiennent des populations d'ombles de fontaine anadromes faisant l'objet d'une exploitation par la pêche sportive (Lejeune 1987). L'île Anticosti est aussi renommée pour ses ombles anadromes (Barnard 1982).

Dans la région du Saguenay, l'omble de fontaine anadrome est présent dans plusieurs tributaires du fjord du Saguenay mais aucune recherche n'a porté sur sa biologie. La population la plus importante est retrouvée dans la rivière Ste-Marguerite où elle attire annuellement de 1500 à 1800 pêcheurs. La popularité de l'activité récréative engendrée par son exploitation, rehaussée par la grande taille des spécimens capturés, a motivé la mise en place d'une saison de pêche automnale prolongée jusqu'au 31 octobre sur cette rivière.

Une population plus modeste d'ombles anadromes est également exploitée dans la rivière Éternité. Cette population revêt un caractère particulier par sa présence dans le parc de conservation du Saguenay et le parc marin du Saguenay. En plus de son exploitation par la pêche, la rivière Éternité offre un potentiel à des fins d'éducation et d'interprétation des ressources naturelles.

En dépit de son potentiel de pêche important et de l'activité économique qu'elle engendre dans certaines régions, la biologie de la forme anadrome est peu connue et aucune méthode de gestion n'a été proposée jusqu'à maintenant pour éviter la surexploitation des populations. Cette situation a été soulevée par les participants de l'atelier sur la gestion de l'omble de fontaine au Québec (M.L.C.P.) tenu en 1982 (Lavigne et Guay 1982). Ils mentionnaient le manque presque total de connaissances sur les populations anadromes au Québec, la méconnaissance de leur potentiel et l'absence d'outils de



gestion permettant de les exploiter pour en retirer un maximum de retombées économiques.

Suite à cette situation, nous avons choisi d'étudier les divers aspects de la biologie d'une population d'ombles de fontaine anadromes d'un tributaire du fjord du Saguenay. Les caractéristiques particulières de la population de la rivière Éternité seront étudiées et comparées avec les travaux disponibles au Québec. Les migrations des ombles anadromes ainsi que leur croissance en rivière et en estuaire seront déterminées. La période de reproduction et la fécondité seront également abordées. De plus, je tenterai d'apporter des éclaircissement sur le cycle de vie de la forme anadrome et de ses interactions avec celui de la forme résidante, également présente dans la rivière Éternité. Enfin, je soulignerai l'importance de certains paramètres biologiques susceptibles d'orienter la gestion de l'exploitation de cette espèce.

## **CHAPITRE II**

### **MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## 1. Description du milieu

### 1.1 Caractéristiques de l'estuaire du Saguenay

Le Saguenay (figure 1) prend sa source dans le lac Saint-Jean et s'écoule vers le fleuve Saint-Laurent au fond d'une dépression tectonique englobant aussi le lac Saint-Jean (Blanchard 1935). Après la dernière glaciation et plus tard, la partie inférieure de cette vallée s'est présentée sous un aspect typique de fjord suite au retrait de la mer Laflamme (Laverdière et Mailloux 1956). Le Saguenay, d'une largeur d'un à six km et d'une longueur de 165 km reçoit les eaux de l'estuaire du Saint-Laurent et s'étend du barrage de Shipshaw jusqu'à son embouchure dans le fleuve Saint-Laurent, à Tadoussac. Le fjord (les 100 premiers Km de Tadoussac à Saint-Fulgence) est sous l'influence de la marée, et constitue une zone de mélange entre les eaux douces provenant de l'amont et les eaux salées provenant de l'aval.



Le fjord du Saguenay est caractérisé par la présence d'une très forte pycnocline (superposition de couches d'eau causée par leur différence de densité; figure 2). La différence de salinité (halocline) étant le principal facteur influençant la densité des couches. Cette stratification s'accompagne également d'une forte thermocline qui sépare la masse d'eau en deux couches très différentes (Côté 1977). La nappe superficielle (0-15 m) du Saguenay est mince, de salinité peu élevée et relativement chaude. Dans la nappe profonde (15-280 m), la masse d'eau est caractérisée par une température froide et une salinité très élevée (Drainville 1968).

Cet estuaire est sous l'influence de très forts courants de marée engendrés par des marées de 4 à 6 m d'amplitude. À son embouchure, il est partiellement isolé des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent par la présence d'un seuil, à une profondeur de 20 m. Les eaux superficielles du Saint-Laurent pénètrent cependant au dessus de ce seuil et rejoignent, grâce à leur densité élevée, la nappe profonde du Saguenay (Côté 1977).

Le travail de Drainville (1968), poursuivi par celui de Côté (1977) ont permis de dresser un tableau complet des conditions physiques et chimiques qui prévalent dans le fjord du Saguenay. Au printemps, la température des eaux de surface est de l'ordre de 5 à 10 °C. La salinité y est partout inférieure à 10 ‰ et peut être aussi faible que 1 ‰ durant les périodes de forts débits d'eau douce (Côté 1977). Durant

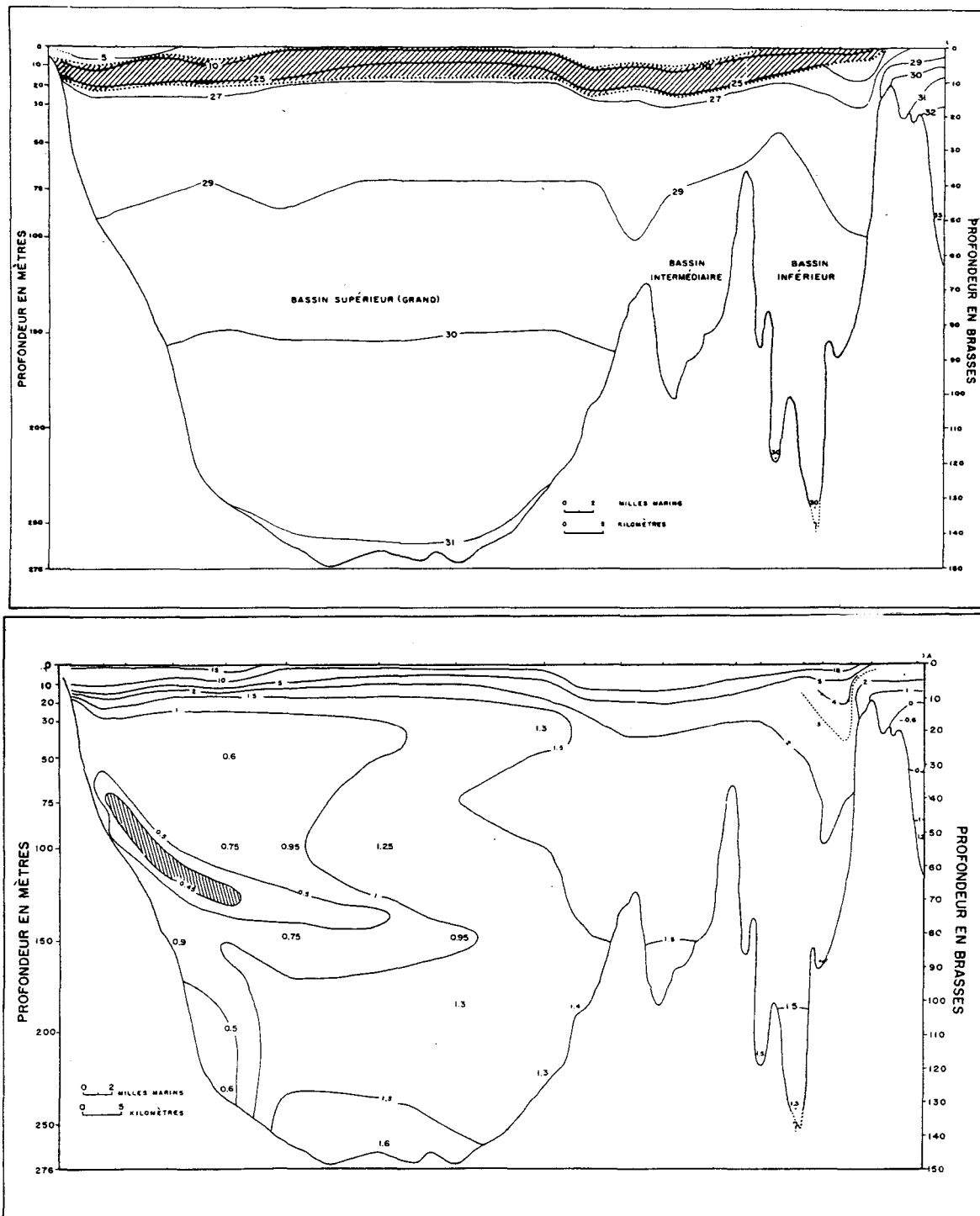


Figure 2. Stratification thermo-haline du Saguenay (14-21 juin 1962). Tiré de Drainville 1968. En haut: Distribution verticale des isohalines (‰). La zone hachurée représente la thermo-halocline. En bas: Distribution verticale des isothermes (°C). La zone hachurée représente la zone la plus froide (0,45 °C).

l'été, la salinité de surface augmente légèrement mais n'excède pas 7 ‰. Le fort brassage des eaux de surface cause un réchauffement progressif de la nappe superficielle (20°C) et amène la formation d'une forte thermocline. Durant le printemps et l'été, la couche de surface est donc isolée de la nappe profonde où l'eau est maintenue à une température inférieure à 3°C et la salinité à environ 25-30 ‰ (Côté 1977).

En automne, la différence de salinité et de température entre la nappe supérieure et inférieure s'amenuise et, à la fin de novembre, il n'y a plus de discontinuité. Par la suite, en hiver, la température de l'eau devient froide en surface mais la salinité n'excède guère 8-10 ‰ (Côté et Chassé 1991).

Il est à noter que les eaux du fjord du Saguenay sont très bien aérées jusque dans les grandes profondeurs où la concentration en oxygène dissous se maintient à près de 5 ml. L<sup>-1</sup> (Drainville 1968). En surface, la concentration en oxygène est de l'ordre de 6 ou 7 mg-at. L<sup>-1</sup> (Côté 1977). L'épaisseur de la couche de surface n'est pas uniforme en tout point dans le fjord. Généralement, l'épaisseur de la nappe superficielle d'un secteur est influencée par la présence d'une rivière qui draine une importante quantité d'eau douce. Ainsi, dans le secteur de la Baie Ste-Marguerite, la présence de trois rivières importantes coïncide avec une nappe superficielle d'une plus grande épaisseur. On peut aussi supposer qu'une couche de surface plus épaisse est

localisée à l'embouchure de chacun des tributaires qui se déversent dans le Saguenay et que leur superficie est fonction du débit du cours d'eau. Ainsi, la Baie Éternité devrait également présenter une telle caractéristique en raison de la rivière qui s'y déverse. En terminant, mentionnons que la Baie Éternité, délimitée de la rivière par la limite des plus hautes marées ainsi que l'ensemble du fjord du Saguenay font partie intégrante du parc marin du Saguenay.



## 1.2 Bassin versant de la rivière Éternité

La rivière Éternité (figure 3) prend sa source dans le Grand Lac Éternité au point 48° 14' O, 70° 31' N et se jette dans le fjord du Saguenay au point 48° 18' O, 70° 20' N. Le bassin versant de la rivière Éternité a une superficie totale de 190 km<sup>2</sup> et se déverse en direction Nord-est. Sa partie nord contient surtout de la mangérite, alors que l'on retrouve du migmatite à trames de paragneiss dans la partie sud-ouest (Laurin et Sharma 1967). D'une longueur de 20,8 km, en incluant le Petit Lac Éternité, cette rivière est accessible sur la totalité de son parcours. La dénivellation est d'environ 255 m de l'embouchure de la rivière jusqu'à sa source. La pente moyenne est de 1,2 % pour toute la longueur du chenal. La rivière a une largeur moyenne de 15,8 m. Le débit du cours d'eau est estimé à 4,18 m<sup>3</sup>/s (Shooner *et al.* 1990).

En amont, la rivière Éternité traverse un écosystème possédant un relief vallonné, des dépôts épais de till et de sédiments fluvio-glaciaires. La forêt mixte environnante fait progressivement place, dans la partie en aval de la rivière, à des peuplements aux essences feuillues typiques du système écologique en bordure du Saguenay. À cet endroit, la rivière s'écoule au fond d'une vallée où des dépôts épais de sédiments argilo-marins sont recouverts de sable et de sédiments fluvio-glaciaires (Jurdant *et al.* 1972).

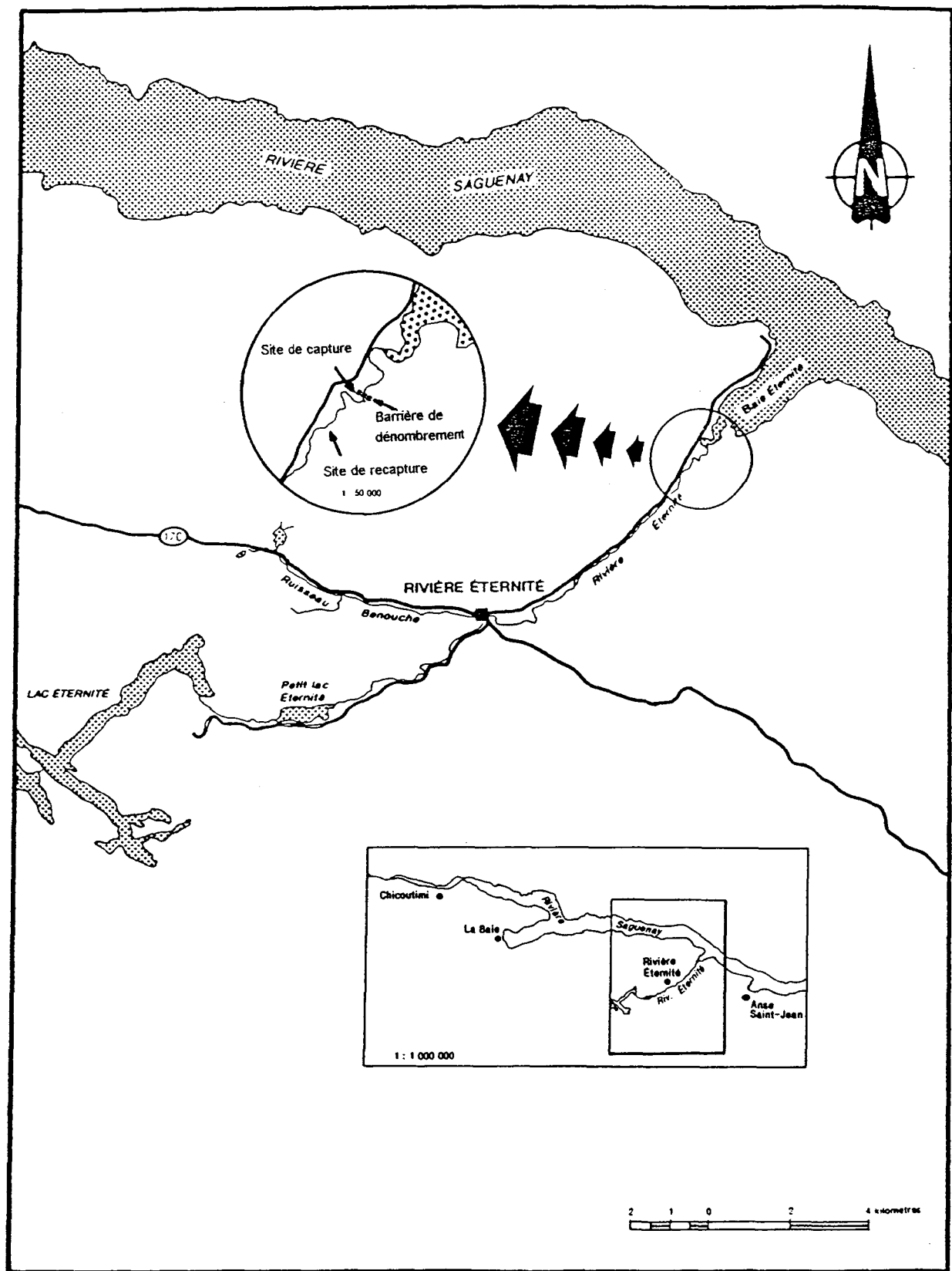


Figure 3. Localisation de la rivière Éternité et des stations d'échantillonnage.

Dans ce secteur, on a enregistré à maintes reprises des mouvements de la paroi qui se traduisent régulièrement par des effondrements en raison des rives escarpées et friables, composées de limon. Enfin, la rivière rejoint la Baie Éternité où le relief est montagneux et accidenté, les dépôts meubles y sont nuls et on y rencontre surtout des affleurement rocheux (St-Gelais et Roy 1981).

La profondeur moyenne du chenal est seulement de 51 cm. La granulométrie des matériaux constituant le lit de la rivière a été étudiée par St-Gelais et Roy (1981); ce sont, par ordre d'importance, les pierres (43%), les graviers (34%) et les matériaux fins (22%). La partie située en amont du village de Rivière-Éternité contient un bon nombre de secteurs d'eau calme et des fosses tandis que la partie en aval est dominée par les rapides. Dans ce secteur, l'effet d'érosion des berges est augmenté par les grandes variations de débit que connaît cette rivière. Cette situation a eu pour effet de causer des mouvements latéraux du lit de la rivière, et le remplissage de certaines fosses par le transport d'une grande quantité de matériel d'érosion (St-Gelais et Roy 1981).

Un seul obstacle franchissable majeur est présent le long du cours de la rivière; il s'agit d'une chute d'environ 2 m causée par la présence de roche-mère. En dépit de quelques zones déboisées, surtout localisées aux abords du village, les berges de la rivière sont recouvertes de végétation. La végétation arborescente qui surplombe le chenal recouvre environ 25% de sa surface (St-Gelais et Roy 1981).

De son embouchure jusqu'aux abords du village de Rivière-Éternité, la rivière est située à l'intérieur des limites du parc provincial de conservation du Saguenay tandis que le secteur plus en amont fait partie du territoire public.

Originant du Grand Lac Éternité, un lac oligotrophe à conductivité très faible, les eaux de la rivière Éternité sont claires et tout aussi oligotrophes (St-Gelais et Roy 1981; tableau 1). Même si aucune autre mesure n'a été effectuée par la suite, nous croyons que ces données reflètent encore la réalité actuelle en raison de l'absence de modification majeure à l'environnement immédiat de la rivière depuis cette étude.

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la rivière Éternité en juillet et août.

---



---

Conductivité (mhos)	37 - 60
pH	6,6 - 7,5
Turbidité (U.T.N.)	0,5 - 1,0
Oxygène dissous (mg. L <sup>-1</sup> )	8 - 11
Dureté totale (mg. L <sup>-1</sup> . CaCO <sub>3</sub> )	34
Solides en suspension (mg. L <sup>-1</sup> )	1 - 7
Nitrites et nitrates (mg. L <sup>-1</sup> )	0,02 - 0,06
Azote ammoniacal (mg. L <sup>-1</sup> )	0,01 - 0,05
Phosphore inorganique (mg. L <sup>-1</sup> )	0,006 - 0,021
Coliformes (n. 100 mL <sup>-1</sup> )	430- 5000
Coliformes fécaux (n. 100 mL <sup>-1</sup> )	4 - 190
Streptocoques fécaux (n. 100 mL <sup>-1</sup> )	136 - 310

---

D'après St-Gelais et Roy 1981.

La concentration en oxygène dissous, favorisé par l'écoulement turbulent des eaux et la présence d'une grande quantité de rapides, se maintient entre 8 et 11 mg.L<sup>-1</sup> durant l'été pour un pourcentage de saturation de 81 à 106% (St-Gelais et Roy 1981). Les rapides augmentent également les échanges thermiques à l'interface air-eau de sorte que la température de la rivière fluctue rapidement en fonction de celle de l'air. Lors des fortes chaleurs estivales, l'eau de la rivière atteint une température maximale de 26°C (St-Gelais et Roy 1981; Lesueur, 1992). Toutefois, la température dépasse rarement 20°C pour plus de quelques heures (figure 4).

La faible conductivité ainsi que la concentration des éléments nutritifs dissous indiquent, dans l'ensemble, la faible productivité primaire de la rivière Éternité. La turbidité est généralement faible, exception faite des périodes de fortes crues où les matériaux d'érosion arrachés aux berges rendent l'eau très trouble. Le pH de l'eau se maintient près de la neutralité. Les résultats des tests bactériologiques indiquent la présence de rejets d'égouts domestiques mais St-Gelais et Roy (1981) ont observé un phénomène d'auto-épuration efficace, les eaux contaminées de l'amont rejoignant rapidement l'état de pureté en aval.

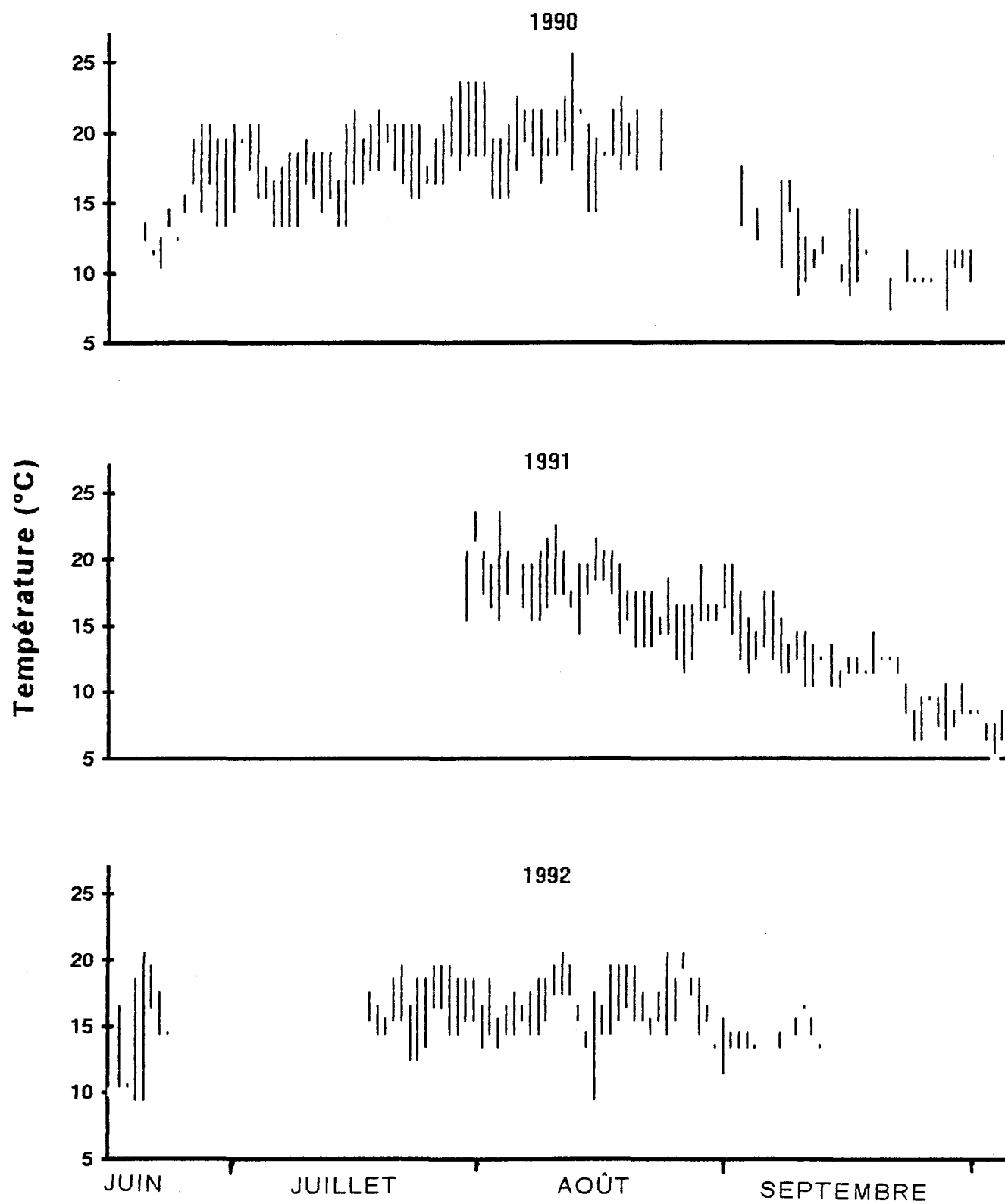


Figure 4. Variations quotidiennes de la température de l'eau de la rivière Éternité de 1990 à 1992.

Les fortes variations estivales du niveau de l'eau de la rivière (figure 5) peuvent influencer les déplacements des espèces anadromes et ce à plus forte raison, lorsque le niveau est très bas à cause de la faible profondeur de la rivière à certains endroits.

### 1.3 Faune ichtyologique de la rivière Éternité

La rivière Éternité abrite une population de saumons atlantiques. Jadis bien implanté, le saumon n'y est maintenant présent qu'en très petit nombre (Lesueur 1993a). La rivière pourrait théoriquement supporter une montaison annuelle évaluée à environ 138 saumons (Lapointe 1991).

L'omble de fontaine est présent sur tout le parcours de la rivière. En plus d'une population résidente, y vit aussi une population anadrome de cette espèce (St-Gelais et Roy 1981).

Trois autres espèces d'intérêt sportif sont aussi présentes dans le bassin. Il s'agit du touladi (*Salvelinus namaycus*), du grand corégone (*Coregonus clupeaformis*) et de l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*). La distribution des deux premières espèces est cependant limitée aux Petit Lac Éternité et au Grand Lac Éternité tandis que l'anguille est aussi présente dans la rivière (St-Gelais et Roy 1981).



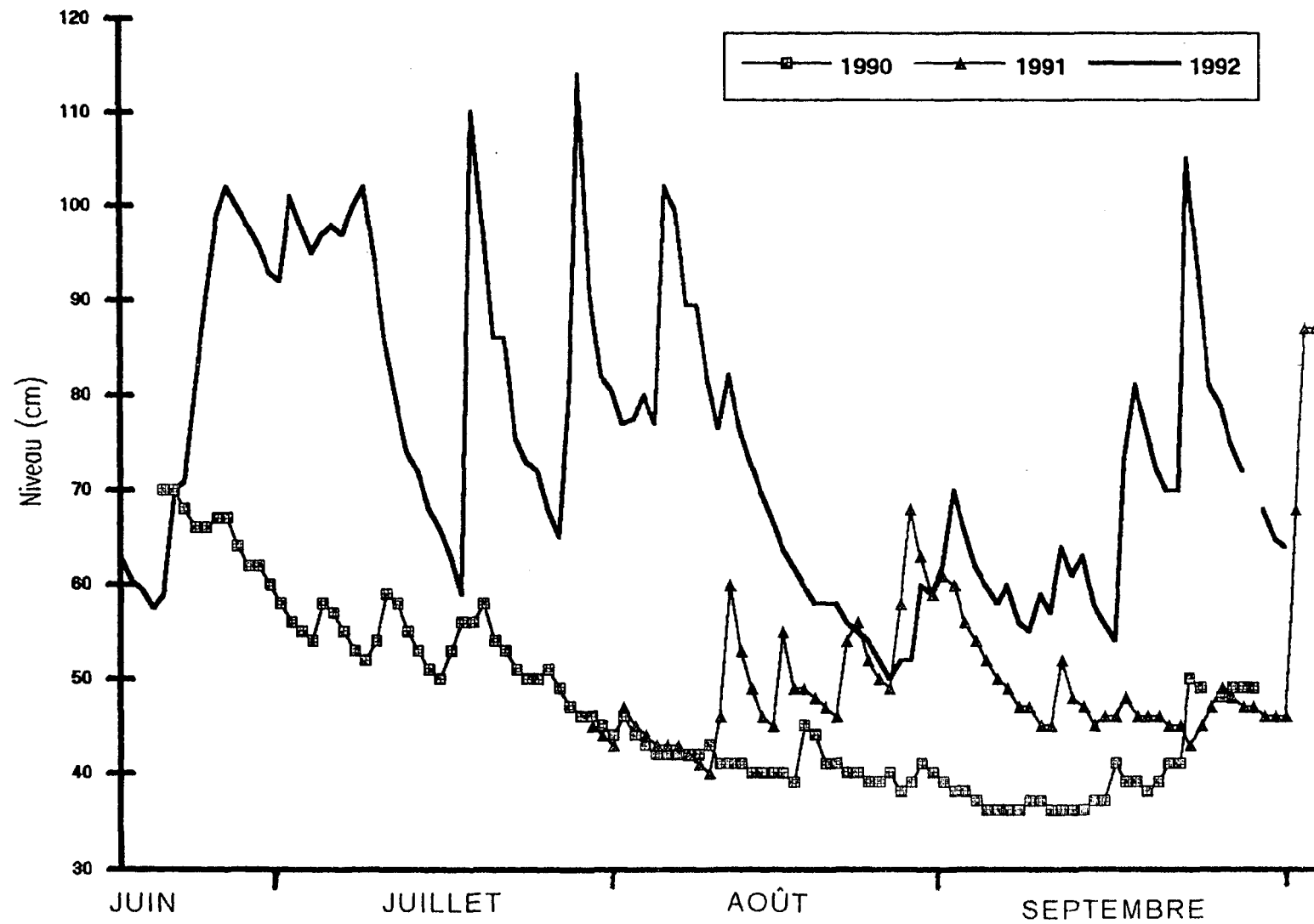


Figure 5. Variations quotidiennes du niveau de l'eau de la rivière Éternité de 1990 à 1992.

La rivière Éternité abrite aussi deux espèces de Catostomidés: le meunier noir (*Catostomus commersoni*) et le meunier rouge (*Catostomus catostomus*); deux espèces de Cyprinidés: la ouitouche (*Semotilus corporalis*) et le naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*). L'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) est également retrouvée dans cette rivière.

## 2. Migrations des ombles anadromes

Les données de cette étude proviennent de trois années d'échantillonnage (1990 à 1992). En 1990 (14 juin au 30 septembre) et en 1991 (25 juillet au 3 octobre), une barrière de comptage a été installée dans la partie en aval de la rivière (figure. 3). L'opération de cet engin de pêche a permis le décompte total des ombles de fontaine en migration vers l'amont (montaison) ainsi que de ceux en migration vers l'aval (dévalaison). Après avoir été dénombrés et mesurés (longueur totale), les spécimens étaient remis à l'eau.

En 1992 (1 août au 4 septembre), le niveau trop élevé des eaux de la rivière ne permettaient pas d'opérer avec la barrière de comptage; nous avons alors utilisé la méthode de capture-recapture de Petersen (Ricker 1980). Cette méthode, nous a permis d'estimer le nombre d'ombles de fontaine anadromes en montaison. Deux filets-trappes, orientés vers l'aval et séparés d'environ 800 m, afin de permettre un mélange uniforme entre les spécimens capturés et non-capturés, ont été installés dans la partie en aval de la rivière (figure. 3).

Le pic de la montaison a été déterminé en observant l'évolution des captures journalières durant la période de pêche. L'estimation de la montaison (N) a été obtenue par la formule modifiée de Petersen (Chapman 1951):

$$N = [(m+1)*(c+1) / (r+1)]-1$$

La variance de N:

$$V = [(m+1)*(c+1)*(m-r)*(c-r)] / [(r+1)^2*(r+2)^2]$$

où

m : est le nombre total de spécimens capturés au site de capture;

c : est le nombre total de spécimens capturés au site de recapture;

r : est le nombre total de spécimens précédemment marqués et recapturés au site de recapture.

L'intervalle de confiance sur l'estimé de N est compris entre: N - t\*s et N + t\*s où

t est la valeur du t de Student donné par les tables statistiques au niveau de probabilité choisi et s étant l'écart-type. La marge d'erreur en % de l'estimation N sera donc égal à (t\*s / N)\*100 (Chapman 1951).

### 3. Croissance et autres caractéristiques biologiques

Afin de recueillir des données à caractères biologiques sur les ombles de fontaine de la rivière, la collaboration des pêcheurs fréquentant la rivière Éternité a été mise à contribution. Un kiosque d'enregistrement, en opération du 21 juin au 7 septembre 1992, a également permis la rencontre des pêcheurs et l'examen de leurs prises. Environ 10% des ombles anadromes passant aux engins de dénombrement furent prélevés à intervalle régulier pour la détermination de l'âge, du sexe, du poids et de la maturité.

#### Lecture d'âge

En 1991, les otolithes ont été utilisés pour la détermination de l'âge. Ils ont été nettoyés à l'hydroxyde de potassium (KOH, 1%), légèrement abrasés puis placés dans de la glycérine. Les lectures ont été effectuées sous loupe binoculaire (25X) en lumière transmise. En 1992, les écailles ont été utilisées, en plus des otolithes après avoir vérifié la concordance des lectures d'âge obtenue à partir des deux structures. Les écailles ont été prélevées au dessus de la ligne latérale, entre le point d'insertion antérieur et postérieur de la nageoire dorsale. Aussitôt après la capture des poissons, elles ont été montées sur acétates de plastique selon la méthode de Power (1964). L'analyse a été effectuée conformément à Cooper (1951) sous loupe binoculaire (50X) avec base en verre dépolie (lumière transmise).

Chaque montage d'otolithes ou d'écailles a d'abord fait l'objet de deux lectures d'âge. L'âge d'un individu était accepté s'il y avait concordance entre les deux premières lectures. Dans le cas contraire, une deuxième série de lecture était effectuée. En cas d'un deuxième désaccord, la lame était rejetée et l'individu concerné n'était pas comptabilisé dans les résultats.

De plus, les otolithes des spécimens récoltés en 1991 ont été vérifiés par un lecteur expérimenté du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune (M.L.C.P.) de la région de la Côte-Nord et seules les lectures concordantes ont été retenues. Des 132 montages examinés par les deux lecteurs, l'âge s'est avéré différent dans 3 cas. Dans l'échantillon de 1992, nous avons observé seulement 6 désaccords entre les lectures d'écailles et d'otolithes de 93 spécimens. Bien que la détermination de l'âge à l'aide des otolithes soit généralement plus facile (figure. 6), les écailles ont été utilisées en raison du plus grand échantillon disponible et de leur utilisation plus facile aux fins de rétrocalculs de longueur (section suivante).

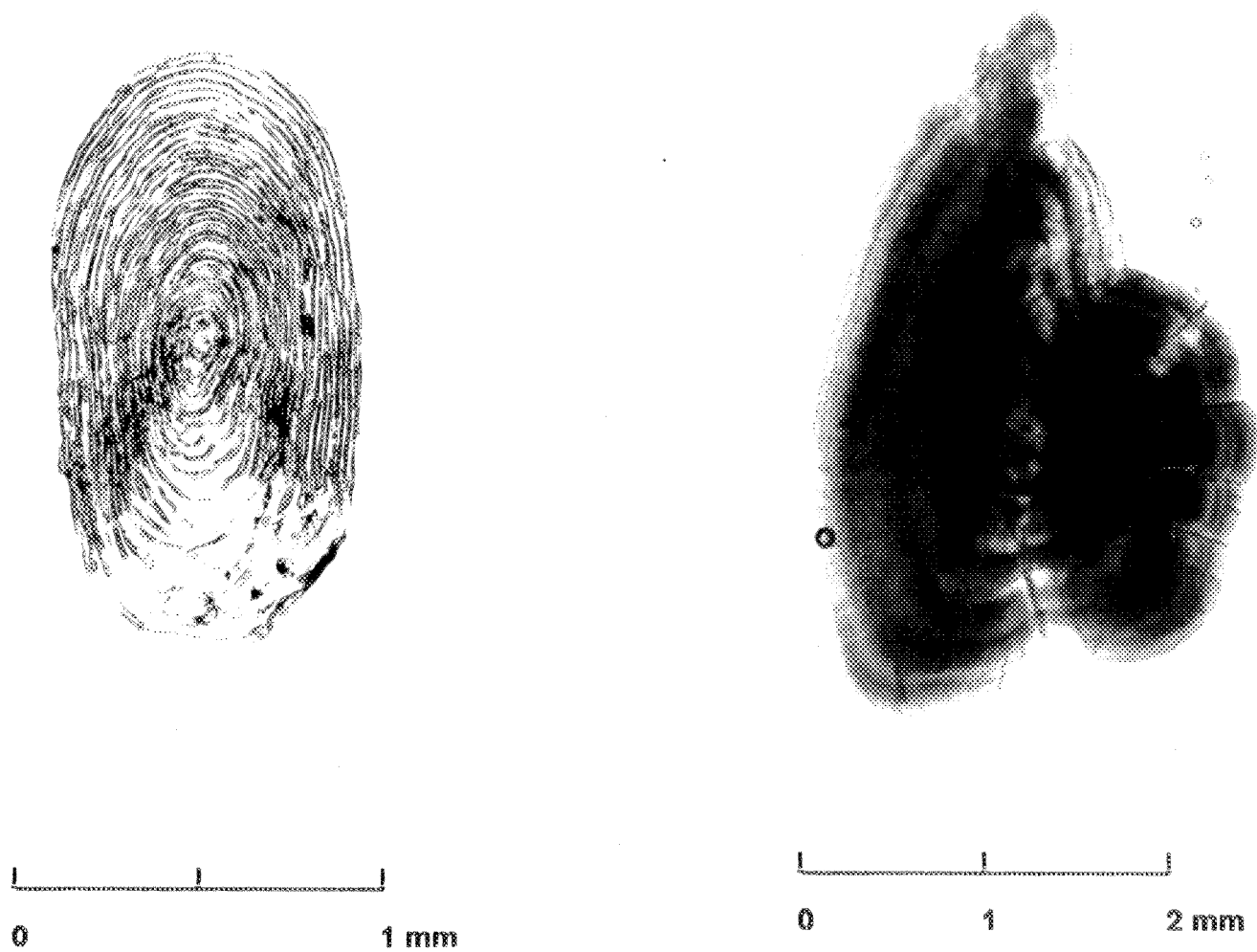


Figure 6. Omble anadrome âgé de 4+ capturé le 15 octobre 1992 et mesurant 44 cm.  
À gauche: l'interprétation des écailles est souvent difficile pour les individus les plus âgés.  
À droite: l'interprétation des otolithes est généralement plus facile. L'éclairage est diascopique.

### Rétrocalculs

Une reproduction exacte d'une écaille de chaque montage a été obtenue sur papier à l'aide d'une chambre claire. Sur ce dessin étaient indiqués: l'emplacement précis du foyer, l'emplacement de chaque annulus ainsi que la marge antérieure de l'écaille. Après conversion, les mesures des écailles ont été utilisées dans les rétrocalculs conformément avec la méthode décrite par Ricker (1971). La relation de régression de la longueur versus le rayon de l'écaille étant linéaire mais ne passant pas par l'origine, la formule suivante a été utilisée:

$$L_n = S_n/S (L-c) + c$$

où

$L_n$  : est la longueur du spécimen à la formation du n<sup>ième</sup> annulus;

$L$  : est la longueur du poisson à la capture;

$S_n$  : est le rayon de l'écaille au n<sup>ième</sup> annulus;

$S$  : est le rayon total de l'écaille au moment de la capture et

$c$  : est l'ordonnée à l'origine de la relation longueur (y) vs rayon de l'écaille (x)

Ces rétrocalculs de longueur avaient pour objectif principal de déterminer la longueur d'un individu lors de sa première migration en milieu estuarien. Il s'agit de la longueur à la dévalaison.



### Stades de maturité des gonades

Le stade de maturité des gonades a été déterminé à l'aide de la clé de Legendre (1951) conçue pour cette espèce. Les ombles étant récoltés autant en été qu'en automne, tous les spécimens de stade 2 ou plus, selon cette clé qui compte 6 stades, ont été considérés comme allant participer à la fraie à l'automne.

### Facteur de condition

Afin de comparer le rapport du poids des spécimens en fonction de leur longueur, la formule suivante a été utilisée (Ricker 1980):

$$K = 100 W / LF^3$$

où

K : est le facteur de condition;

W: est le poids en grammes et

LF : est la longueur à la fourche en cm.

### Âge à la dévalaison et durée de vie en estuaire

Comme chez le saumon, la croissance de l'omble anadrome juvénile augmente subitement lorsque l'individu rejoint l'eau saumâtre et l'événement est visible sur les écailles. Toutefois, l'augmentation de croissance en milieu estuarien, n'est pas aussi prononcée que pour le saumon lorsqu'il rejoint le milieu estuarien. L'âge à la dévalaison peut être déterminé par l'examen des écailles (figure. 7). Cependant, la simple observation de l'écaille au binoculaire ne suffit pas toujours pour donner une juste appréciation du moment où le spécimen a débuté sa vie en milieu estuarien.

Il est donc nécessaire de comparer, à l'aide d'un graphique, l'allongement de l'écaille de chaque spécimens (axe des Y) en fonction des divers annuli (axe des X). Idéalement, la graduation de l'axe des Y est remplacée par la longueur rétrocalculée du spécimen aux différents annuli. Cette opération permet d'identifier la saison durant laquelle le spécimen a connu une hausse subite de croissance. La croissance en rivière étant régulière, le dernier annulus précédant l'accentuation de la croissance correspond à l'âge à la dévalaison. L'efficacité de cette méthode se limite à identifier l'âge à la première dévalaison car les éventuelles migrations ultérieures ne sont pas détectables à l'aide de cette technique.

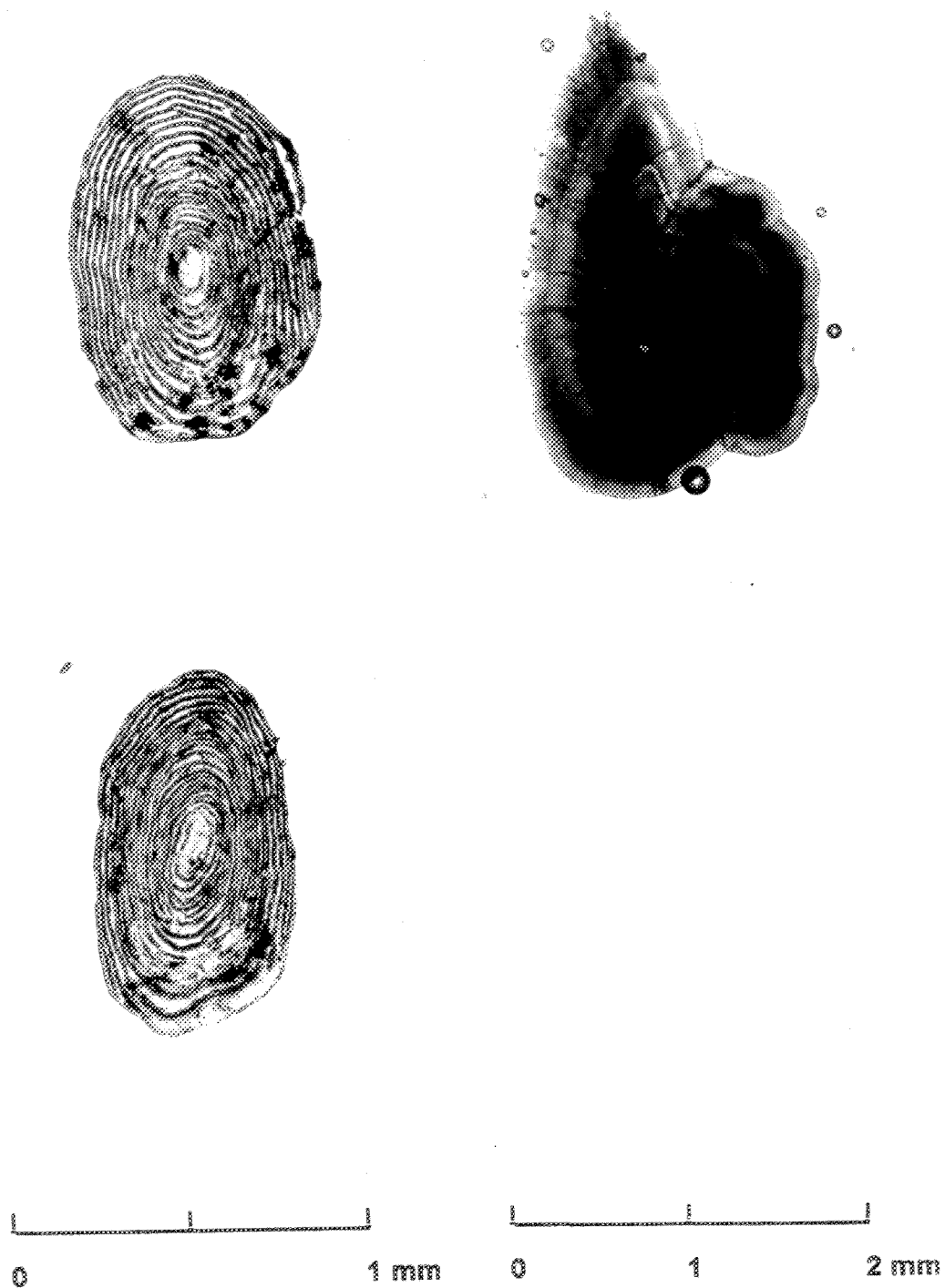


Figure 7. Augmentation de croissance causée par la migration en milieu marin visible sur les écailles et généralement invisible sur les otolithes. En haut: photographie d'une écaille et d'un otolithe d'un omble anadrome d'âge 2+ capturé le 27 septembre 1992 et mesurant 26 cm. En bas: écaille d'un omble résidant d'âge 2+ capturé le 9 août 1992 et mesurant 21,5 cm. L'éclairage est diascopique.

Les saisons subséquentes de croissance ont été désignées comme étant la durée de vie en estuaire. Cette période est exprimée en saisons de croissance et inclut celle durant laquelle le spécimen fut capturé. Le terme "vie en estuaire" est utilisé dans ce manuscrit afin d'alléger le texte. Il désigne la période post-dévalaison et fait abstraction des retours possibles en eau douce ou du lieu de croissance durant cette période. Ne connaissant pas la distribution des ombles lors de leur séjour hors rivière, le terme milieu estuarien a été utilisé. Il fait référence à l'estuaire du Saguenay et/ou celui du Saint-Laurent.

### Fécondité et reproduction

Les deux ovaires, récoltés sur les spécimens frais ont été conservés dans le liquide de Gilson (Simpson 1951). Au laboratoire, le décompte des ovules a été obtenu en pesant des sous-échantillons et en extrapolant pour le poids total des gonades. Cette méthode décrite par Ricker (1971) nécessite le mélange initial des ovules et un contenu en eau des échantillons en équilibre avec l'air de la pièce. Pour quelques spécimens ( $n = 11$ ), nous avons aussi effectué le décompte total pour constater une erreur presque toujours inférieure à 5%. Une erreur inférieure à 10% étant considérée acceptable pour ce genre d'étude (Vladykov 1956).

La détermination de la période de reproduction a été obtenue en observant le comportement et le nombre de reproducteurs présents sur des frayères. La pêche à la ligne a aussi été utilisée afin de vérifier la présence des reproducteurs ainsi que le degré de développement de leurs gonades à l'approche de la fraie. La localisation des lieux de reproduction a été obtenue en décrivant les tronçons de rivière susceptibles de comporter des frayères. La description et la classification de ces habitats ont été effectuées sur la base de la granulométrie du lit des biefs ainsi du type d'écoulement observé.



Afin de comparer les habitats de reproduction de la forme anadrome et de la forme dulcicole, la méthode de classification normalisée de Côté *et al.* (1987) a été utilisée. En complément à cette méthode, des visites régulières des biefs de la rivière et des tributaires susceptibles de contenir des frayères ont été effectuées.

#### 4. Analyses et modèles statistiques

Lorsque la conversion de la longueur totale (LT) en longueur à la fourche (LF) était nécessaire pour comparer nos résultats avec ceux de d'autres travaux, nous avons utilisé la formule de conversion suivante:  
$$LF(cm) = 0,9956 \times LT(cm) - 0,7265$$

La plupart des comparaisons statistiques ont été effectuées à l'aide du programme SPSS Windows version. 5.0.1. Les tests de Levene et Kolmogorof-Smirnof ont été utilisés afin de vérifier les conditions d'applications des tests paramétriques (homogénéité des variances et normalité des distributions). À défaut, des tests non-paramétriques ont été utilisés.

L'estimation de la taille, permettant de différencier les ombles anadromes et résidants ainsi que les spécimens immatures des individus féconds, a été calculée en employant la méthode de Dix et Strickland (1986). Étant donné que ces calculs supposent la normalité des distributions, un test de Kolmogorof-Smirnof a été utilisé afin de

vérifier cette condition d'application. Pour évaluer le pourcentage d'erreur, la méthode de Remington et Schork (1970) a été employée.

Les calculs relatifs à la détermination des bornes inférieures et supérieures des distributions de longueurs des groupes d'âge en estuaire ont été effectués en accord avec les propriétés de la loi normale. Ainsi, 90% des individus d'un groupe possèdent une longueur comprise entre  $X \pm 1,65 s$

X et s symbolisent la moyenne et l'écart-type du groupe et 1,65 est obtenu à l'aide d'une table de la loi normale et correspond à une probabilité de 90%.

## **CHAPITRE III**

### **RÉSULTATS**



## 1. Migrations des ombles anadromes

### 1.1 Dévalaison

En 1990, 123 ombles de petite taille ont été capturés en dévalaison. Tout indique que cette migration vers l'aval avait débuté avant l'installation de la barrière de dénombrement le 14 juin. La dévalaison s'est terminée vers le 26 juin (figure. 8). En 1991 et 1992, l'installation tardive des engins de captures n'a pas permis de documenter les mouvements de dévalaison.

Les ombles juvéniles quittent la rivière à une longueur variant entre 9 et 21 cm. La taille moyenne des ombles en dévalaison est de 13,8 cm. La figure 9 présente la distribution des longueurs des ombles lors de leur dévalaison en fonction de leur âge. Les ombles ayant dévalé à l'âge de 1 an mesuraient entre 8 et 17 cm tandis que la taille de ceux ayant dévalé à l'âge de 2 ans variait entre 12 et 21 cm. La longueur moyenne à la dévalaison (tableau 2), calculée par rétrocalculs (13,8 cm LT) ne diffère pas de celle des ombles mesurés directement sur les spécimens en dévalaison (14,2 cm LT; Anova,  $p > 0,35$ ).

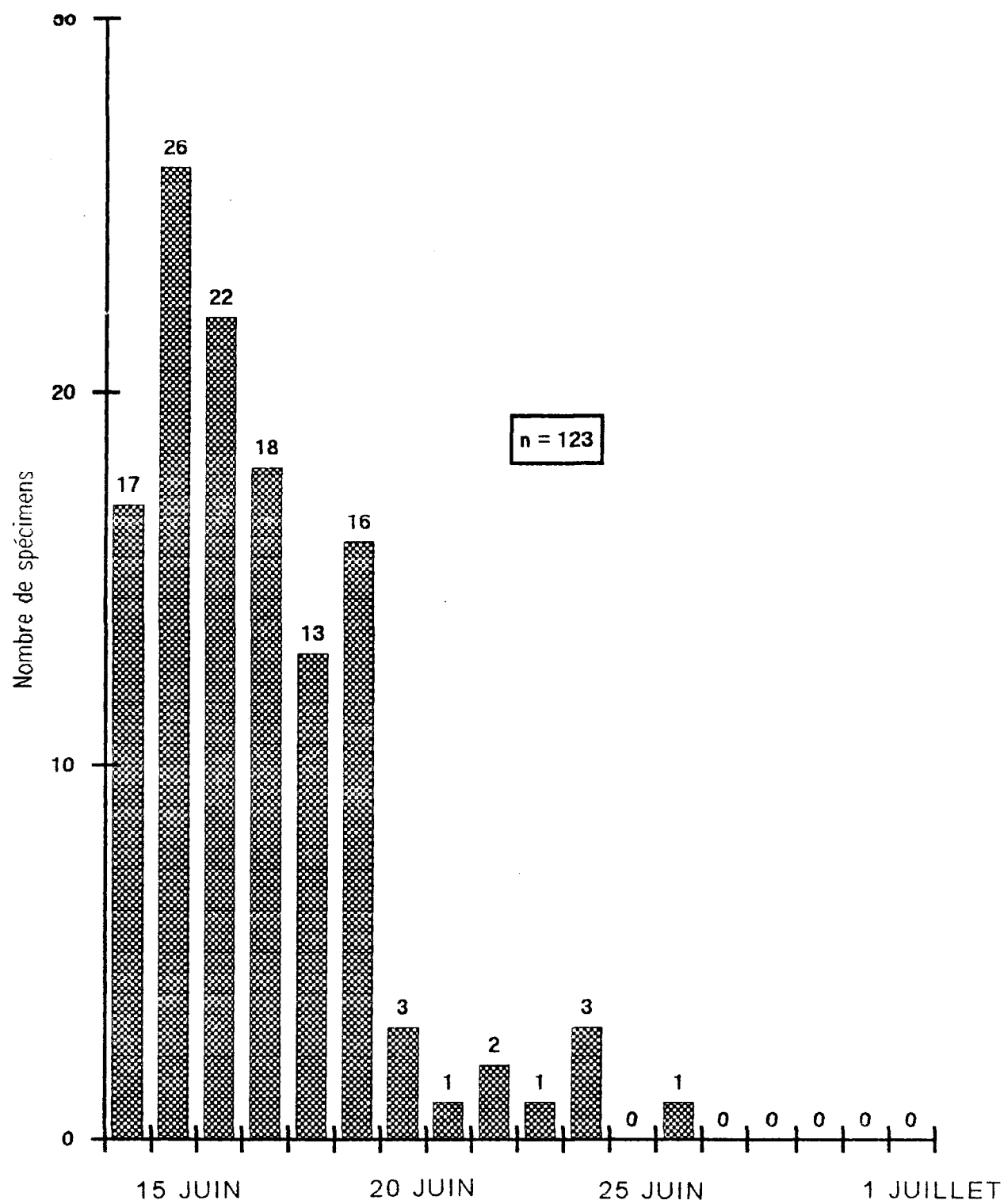


Figure 8. Distribution journalière des ombles de fontaine capturés en dévalaison dans la rivière Éternité en 1990.

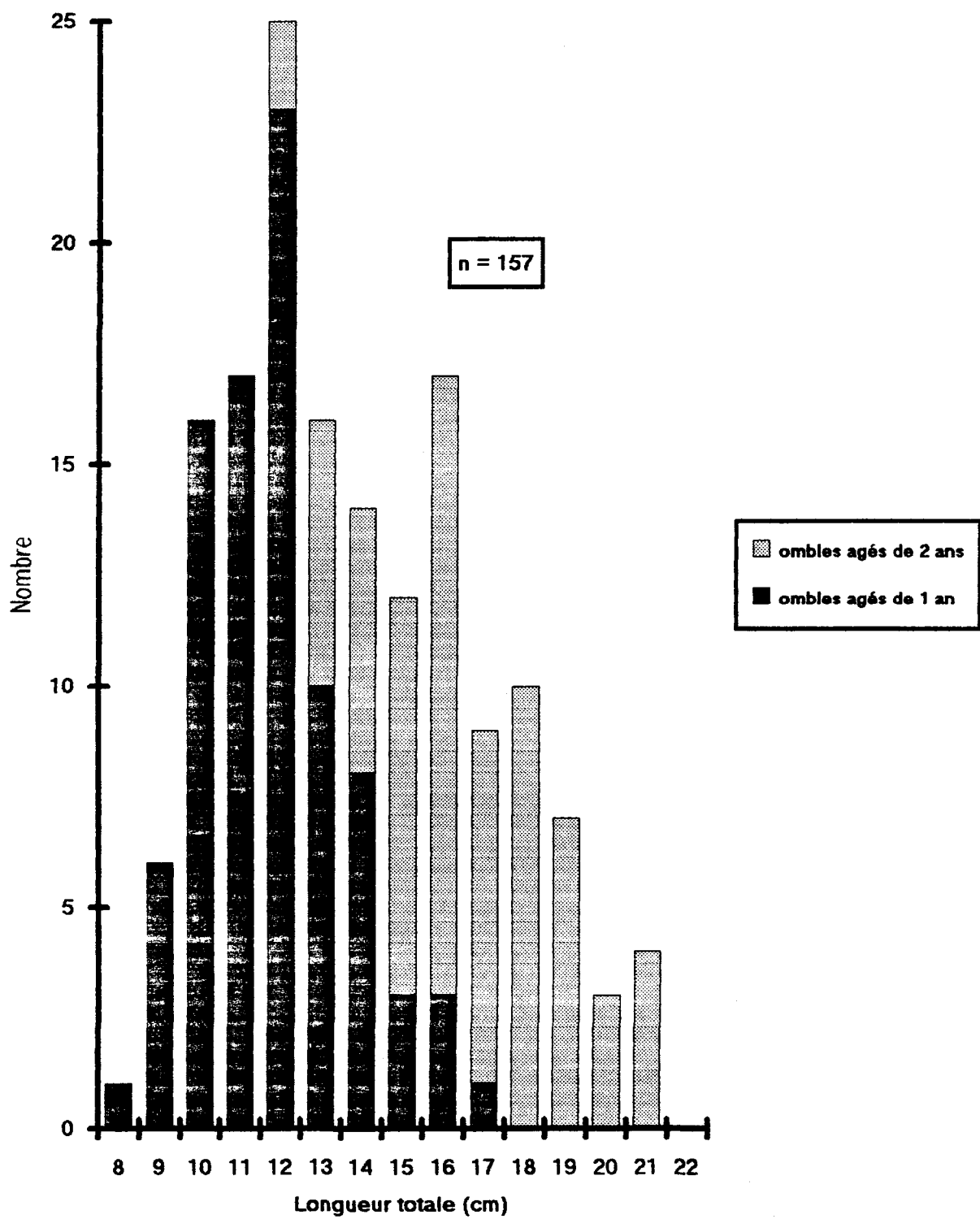


Figure 9. Longueur à la première dévalaison des ombles de fontaine anadromes de la rivière Éternité.

Tableau 2. Longueur et âge moyen des ombles en dévalaison calculés par rétrocalculs.

Âge en rivière	n	%	LT (cm)
1	88	56	11,7
2	69	44	16,5
Total	157	100	13,8
Âge moyen à la dévalaison			1,44 an

Les ombles anadromes dévalent la rivière à un âge moyen de 1,44 an soit 56% à l'âge de 1 an et 44% à 2 ans (tableau 2). Ceux ayant dévalé à 2 ans ont une taille moyenne plus élevée (16,5 cm) que ceux ayant quitté la rivière à l'âge de 1 an (11,7 cm; Mann-Whitney,  $p < 0,001$ ). Les femelles dévalent à un âge moyen (1,35 an) plus faible que les mâles (1,53 an; Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ) et à une longueur moyenne (13,3 cm) plus faible que les mâles (14,4 cm;  $t = 2,27$ ,  $p < 0,05$ ).

L'âge moyen à la dévalaison des individus ayant séjourné une saison en milieu estuarien (1,74 an) est supérieur à celui des individus remontant la rivière après 2 saisons (1,10 an) et 3 saisons de croissance (1,14 an; Anova,  $p < 0,01$ ).

## 1.2 Montaison

Les mouvements vers l'amont ont débuté vers la mi-juin et se sont intensifiés progressivement au cours de l'été pour connaître une apogée à la mi-août en 1991 et à la fin août en 1992 (figure. 10). Par la suite, le nombre d'ombles en montaison diminue de façon progressive. À la fin de l'opération des engins de pêche (début octobre), quelques spécimens seulement remontaient encore la rivière. Le nombre d'individus anadromes en montaison a été estimé à environ 1500 en 1991 et à 2300 en 1992. La taille moyenne des spécimens est d'environ 26,5 cm; 88% des ombles mesurent entre 20 et 40 cm LT. Certains individus mesurent plus de 50 cm (figure. 11).

Les spécimens de plus grande taille remontent la rivière en juillet et août et sont suivis par ceux de plus faible taille qui remontent surtout la rivière en septembre. La période de montaison a été divisée en trois périodes de manière à ce que chacune de ces périodes représente un tiers de la montaison totale.

Les ombles ayant remonté la rivière au début de la période de montaison (25 juillet au 26 août) mesuraient en moyenne 29,5 cm (tableau 3), ceux l'ayant remonté au milieu de cette période (27 août au 7 septembre) avaient une taille moyenne de 26,4 cm tandis que ceux ayant été capturés à la fin de la période de migration (8 septembre au 3 octobre) mesuraient en moyenne 23,4 cm. Ces résultats démontrent

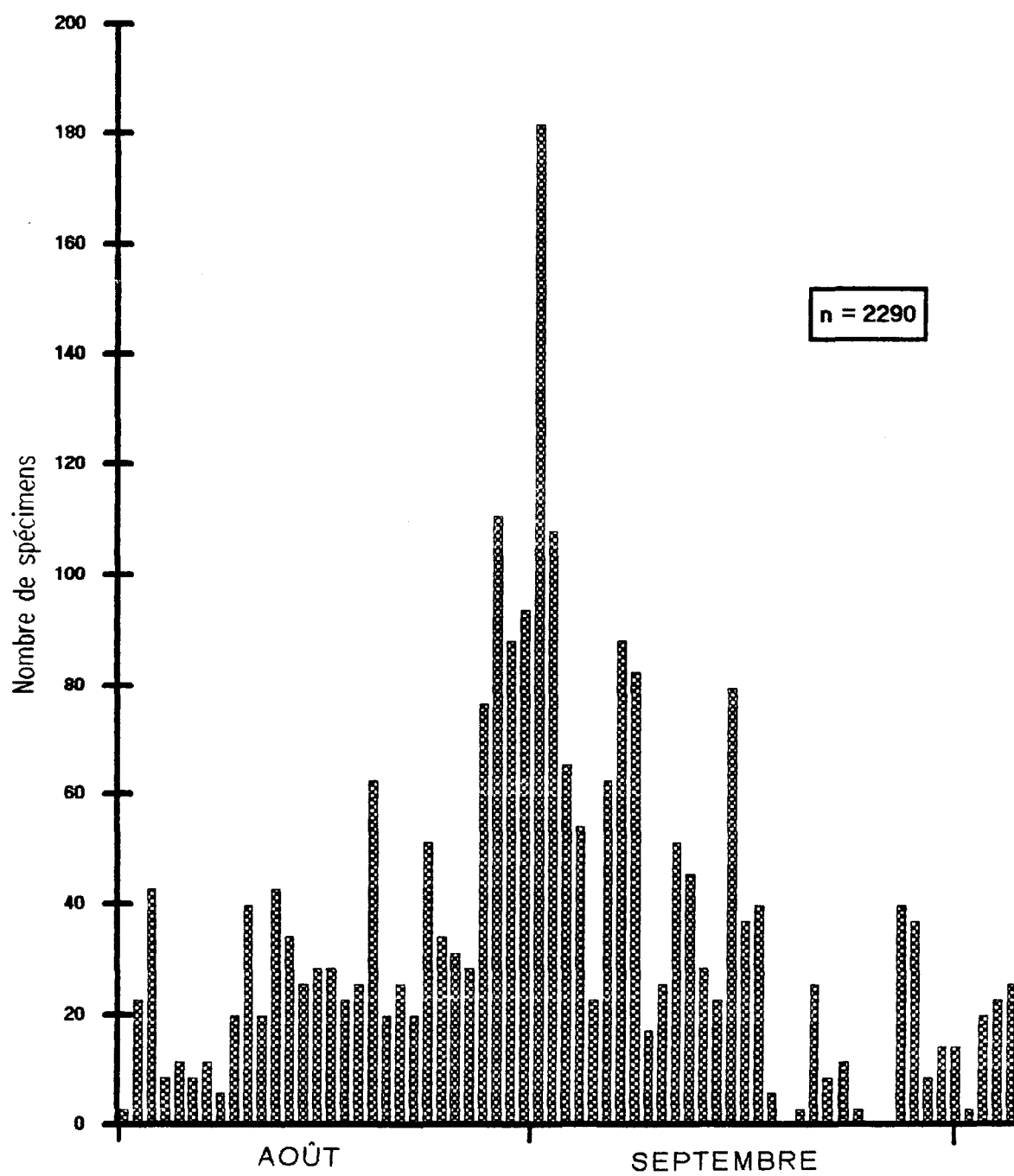


Figure 10. Distribution journalière des ombles de fontaine capturés en montaison dans la rivière Éternité en 1992.

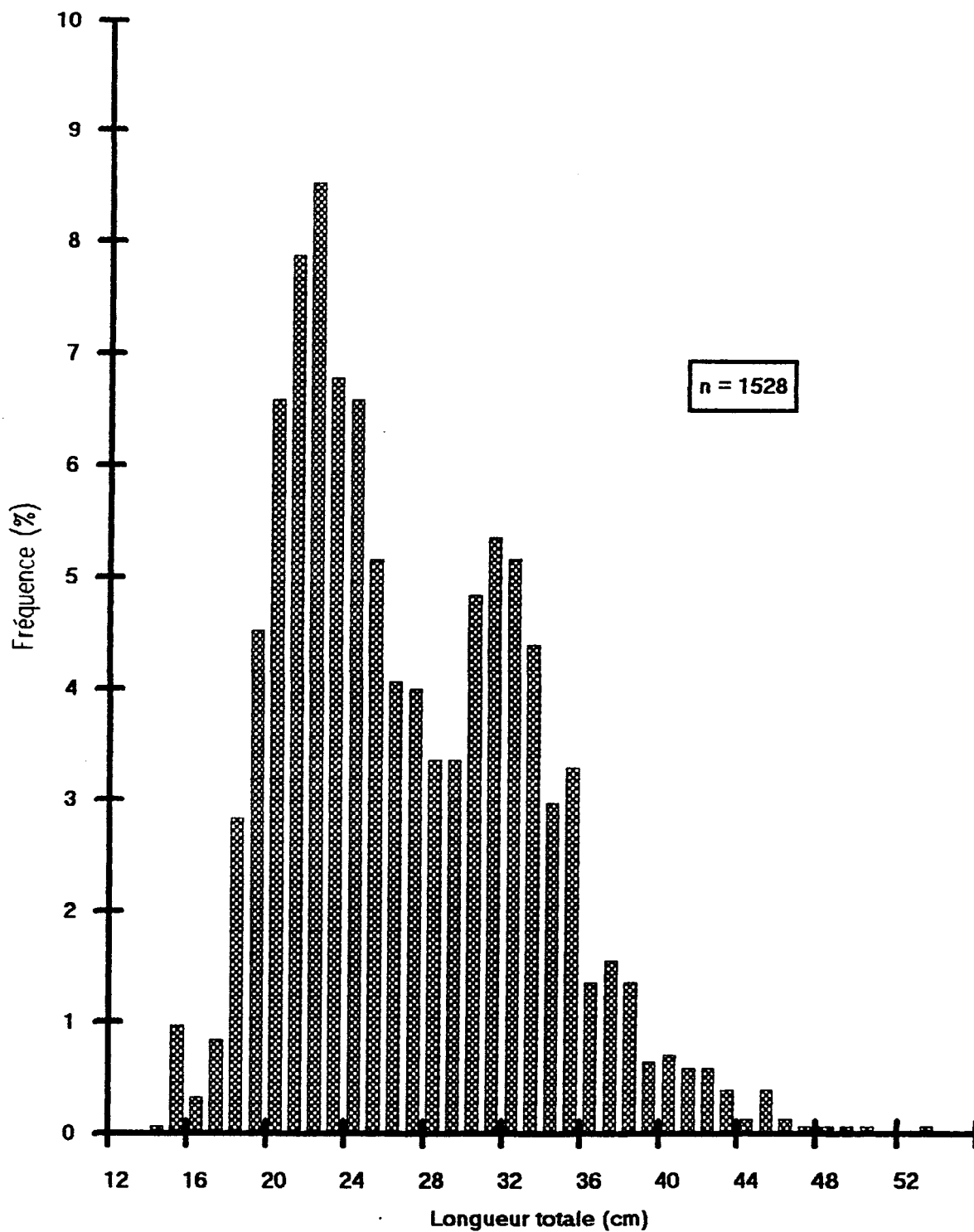


Figure 11. Distribution des longueurs des ombles en montaison dans la rivière Éternité en 1991.



que durant la montaison, une diminution significative de la taille moyenne est observée en fonction du temps (Kruskall-wallis,  $p < 0,001$ ; S.N.K. seuil de signification de 0,05).

Une nette diminution de l'abondance des spécimens matures dans la montaison a également été observée en fonction de l'avancement de la saison (tableau 3). Au début de la période de montaison, une proportion de 74% des individus étaient matures. Au milieu de cette période, 55% des ombles en montaison étaient matures tandis que seulement 33% des ombles remontant la rivière durant la fin de la période de montaison devaient contribuer à la fraye. Il existe une hétérogénéité du pourcentage d'individus matures au sein des périodes ( $\chi^2=170$ ,  $p < 0,0001$ ). De plus, un test de Neu *et al.* (1974) indique que cette proportion décroît significativement, au seuil de signification de 5%, entre chaque périodes de montaison. Ce qui indique clairement que les individus matures remontent surtout la rivière au cours de l'été tandis que les immatures suivent plus tard en automne.

Tableau 3. Évolution de la longueur moyenne et du pourcentage de spécimens matures dans la montaison de 1991.

			Nombre de spécimens		
Période de montaison	LT (cm)	Écart-type	Matures	Immatures	Matures (%)
Début	29,5	7,1	381	136	74
Milieu	26,4	5,4	285	233	55
Fin	23,4	4,6	172	345	33

Les ombles anadromes remontent la rivière Éternité à l'âge de 1+, 2+, 3+ et 4+ (tableau 4). La classe d'âge 1+ représente 13% de la montaison (n=21). Les ombles remontant la rivière à l'âge de 2+ est le groupe le plus abondant, ils constitue 74% de la montaison (n=116). Les groupes d'âge 3+ et 4+ sont peu abondants avec une représentation respective de 12% (n=18) et 1% (n=2). Les ombles remontant la rivière à l'âge de 1+ et de 2+ représente 87% de la montaison. L'âge moyen des ombles en montaison est de 2,01 ans.

Tableau 4. Longueur (LT) et poids moyen aux différents âges des ombles anadromes en montaison dans la rivière Éternité.

Âge	Longueur (cm)		Poids (g)		Composition des retours	
	Moyenne	s	Moyen	s	n	%
1+	20,9	2,0	93	32	21	13
2+	27,1	3,6	218	92	116	74
3+	37,1	2,9	556	155	18	12
4+	48,0	5,7	1247	453	2	1

## 2. Croissance

Le tableau 4 indique également la longueur moyenne et le poids moyen aux différents âges. Les ombles anadromes atteignent 21 cm et un poids moyen de 93 g après deux saisons de croissance dont la dernière en milieu estuarien. Aux âges suivants, les ombles mesurent en moyenne 27, 37 et 48 cm et pèsent 218, 556 et 1247 g respectivement aux âges 2+, 3+ et 4+. Cette croissance représente un gain moyen en longueur de 32% par année et un gain moyen en poids de 138% d'un groupe d'âge à l'autre.

Le passage du milieu dulcicole au milieu estuarien favorise chez les ombles anadromes une croissance accrue en longueur et en poids. Durant la première saison de croissance en estuaire, les bénéfices de la migration anadrome se traduisent par un taux relatif de croissance en longueur de 87% comparativement à un taux de 53% durant l'année précédant leur dévalaison.

La durée moyenne de vie en estuaire, incluant la saison durant laquelle le spécimen a été capturé, est de 1,57 an. La composition des retours en fonction de la durée de vie en rivière (tableau 5) démontre que la durée du séjour en estuaire des spécimens ayant dévalé à 1 an (1,90 an) est significativement supérieure à celle des individus ayant séjourné 2 saisons en rivière (1,14 an; Mann-Whitney,  $p < 0,001$ ). Des proportions de 52, 39 et 9% des individus en montaison avaient séjourné une, deux et trois saisons en milieu estuarien (tableau 5).

L'avantage initial des ombles ayant dévalé à 2 ans se traduit par une longueur et un poids moyen supérieurs à la dévalaison, comparativement aux individus ayant dévalé à l'âge de 1 an. Cet avantage se maintient au cours des différentes saisons de croissance en estuaire. (tableau 6). En regroupant les individus selon la durée de leur séjour en estuaire, on observe que ceux ayant descendu la rivière à l'âge de 2 ans ont une longueur et un poids moyen supérieurs à ceux ayant dévalé à l'âge de 1 an (Anova, 2 crit.,  $p < 0,005$ ). Toutefois, en ne considérant l'âge total, les ombles ayant dévalé à l'âge de 1 an, atteignent une longueur et un poids moyen supérieurs aux différents âges aux ombles ayant dévalé à 2 ans (Anova, 2 crit.,  $p < 0,05$ ).

Ces patrons de croissance font en sorte que les ombles en montaison se répartissent en deux principaux groupes de tailles. La distribution des longueurs des ombles en montaison (figure 11) met en évidence ces deux groupes.

Tableau 5. Composition des retours selon la durée de vie en rivière et en estuaire des ombles anadromes de la rivière Éternité.

Âge en rivière moyenne	Saisons en estuaire			n	Vie en estuaire
	1	2	3		
1	21	55	12	88	1,90
2	61	6	2	69	1,14
Total	82	61	14	157	1,57
Total (%)	52	39	9	100	

Tableau 6. Longueur moyenne et poids moyen des ombles anadromes de la rivière Éternité selon la durée de leur séjour en rivière et en estuaire.

Âge en rivière	Longueur moyenne (cm)			Poids moyen (g)			n
	Saisons en estuaire			Saisons en estuaire			
	1	2	3	1	2	3	
1	20,9	29,2	37,3	90	271	593	88
2	25,1	36,8	48,0	172	509	1320	69
Moyenne	24,1	29,9	38,8	152	292	715	157



Le premier groupe correspond au premier mode de la distribution. Il est constitué des ombles ayant séjourné une saison en estuaire, soit les individus d'âge 1+ ayant dévalé à 1 an et ceux d'âge 2+ ayant dévalé à 2 ans. Le deuxième groupe est constitué des ombles ayant séjourné deux saisons en estuaire, soit les individus d'âge 2+ ayant dévalé à l'âge de 1 an et ceux d'âge 3+ ayant dévalé à l'âge de 2 ans. Les ombles ayant séjourné trois saisons en milieu estuarien pourraient représenter un troisième groupe mais leur nombre est trop peu élevé pour que ce groupe soit clairement mis en évidence.

En utilisant les distributions de longueurs de chacun des groupes, il est possible de calculer les intervalles de longueur entre lesquels la majorité des individus se retrouvent. Ainsi, 90% des ombles ayant séjourné une saison en estuaire mesurent entre 19 et 29 cm et 90% des ombles ayant séjourné deux saisons en estuaire mesurent entre 24 et 36 cm. Ces résultats correspondent précisément aux deux modes observés dans la distribution des longueurs de la population en montaison.

La croissance en longueur et en poids des femelles n'est pas différente de celle des mâles (Anova, 2 crit.,  $p > 0,90$ ). La relation poids-longueur des ombles en montaison est décrite selon la formule suivante:

$$Y = 0,0048 LT^{3,229}$$

où

Y : est le poids en grammes et

LT : est la longueur totale en cm.

Sous forme logarithmique, cette relation devient:

$$\text{Log}(Y) = -2,3188 + 3,229 \log(LT)$$

Le coefficient de corrélation  $R^2$  de cette relation est 0,98 ( $p < 0,0001$ ).

Le facteur de condition moyen pour l'ensemble de l'échantillon anadrome est de 1,15. La condition moyenne des spécimens matures (1,16) étant significativement supérieure à celle des ombles immatures (1,05) (Mann-Whitney,  $p < 0,001$ ). Aucune corrélation significative n'a été observée entre la condition et l'âge ( $r = 0,07$ ,  $p > 0,40$ ), le nombre de saisons passées en estuaire ( $r = 0,05$ ,  $p > 0,55$ ), la longueur ( $r = 0,03$ ,  $p > 0,65$ ), l'âge à la dévalaison ( $r = 0,004$ ,  $p > 0,95$ ) ou la longueur à la dévalaison ( $r = -0,003$ ,  $p > 0,95$ ). De plus, la condition des femelles ne diffère pas de celle des mâles (Anova,  $p > 0,30$ ).

### 3. Caractéristiques biologiques

#### 3.1 Maturité

Les ombles immatures ne mesurent pas plus de 30 cm. Bien que la longueur moyenne des immatures (22,4 cm) soit inférieure à celle des spécimens matures (27,4 cm) (Anova,  $p < 0,001$ ), un bon nombre d'ombles matures mesurent moins de 25 cm. La taille de 24 cm, calculée à l'aide de la méthode de Dix et Strickland (1986) permet de différencier à part égale les spécimens immatures des individus adultes. Ainsi, une proportion d'environ 45% des ombles en montaison sont immatures.

La proportion d'individus matures augmente considérablement d'un groupe d'âge à l'autre ( $\chi^2=17$ ,  $p < 0,0001$ ; tableau 7). Environ 75% des mâles deviennent féconds dès la deuxième saison de croissance tandis que les femelles le sont dans une proportion de 36%. À l'âge de 2+, 94% des mâles et 88% des femelles sont matures. À partir de l'âge de 3+, tous les individus en montaison sont féconds (tableau 7). Il n'existe pas de corrélation significative entre le degré de développement des gonades des spécimens en montaison et la durée de leur vie en rivière ( $r_s=0,0232$ ,  $p > 0,75$ ).

Tableau 7. Pourcentage d'individus matures par groupe d'âge et par sexe des ombles en montaison dans la rivière Éternité du 8 juillet au 15 octobre 1992, (n entre parenthèses).

Âge total	Mâles	Femelles	Total
1+	75 (8)	36 (11)	53 (19)
2+	91 (65)	88 (52)	89 (117)
3+	100 (5)	100 (13)	100 (18)
4+	100 (2)	N.D.	100 (2)

N.D.: Absence de données.

### 3.2 Rapport des sexes

Le rapport mâles:femelle des ombles en montaison n'est pas différent de la parité ( $X^2=0,06$ ,  $p>0,80$ ). Il est de 1,00:1 pour 1991 ( $n=62$ ) et de 0,99:1 pour 1992 ( $n=153$ ). Par contre, ce rapport diminue en fonction du nombre de saison passées en milieu estuarien ( $X^2=4,15$ ,  $p<0,05$ ). Ainsi le rapport des sexes est de 1,35:1 ( $n=80$ ) pour les ombles ayant séjourné une saison en estuaire, de 0,76:1 ( $n=60$ ) et de 0,63:1 ( $n=13$ ) pour les ombles respectivement de 2 et 3 ans en estuaire. Si l'âge moyen des mâles (1,99 an) n'est pas différent de celui des femelles (2,03 ans) (Mann-Whitney,  $p>0,50$ ), la durée de vie en estuaire des femelles (1,67 an) est légèrement supérieure à celle des mâles (1,45 an) (Mann-Whitney,  $p<0,05$ ).

### 3.3 Taux de survie et renouvellement de la population

Le taux de survie d'un groupe d'âge à l'autre est faible car seulement 16% des individus survivent entre l'âge 2+ et 3+ et de ce nombre, environ 11% survivent jusqu'à 4+. Il n'a pas été possible de connaître les taux de survie des autres groupes d'âges car les ombles en pré-dévalaison n'ont pas été échantillonnés. Pour ce qui est du groupe d'âge 1+, la fréquence des âges des ombles en montaison démontre qu'une bonne partie hiverne en estuaire ou remonte la rivière tard en automne (octobre-novembre).

Le taux moyen de survie d'une saison à l'autre est estimé à environ 13%. Très peu d'individus atteignent l'âge maximal de 4+ et aucun n'atteint 5+. Le taux de mortalité entre l'éclosion et la fin de la cinquième saison de croissance est donc de 100%. L'âge modal des ombles en montaison étant 2+ (74%), le taux de renouvellement de la population est rapide; elle est presque entièrement renouvelée après trois saisons de croissance.

#### 4. Reproduction

L'activité maximale de reproduction se déroule sur une période d'environ 10 jours. En 1991, l'activité maximale a eu lieu le 12 octobre et le 9 octobre en 1992. En 1992, la majorité des reproducteurs avaient quitté les frayères le 15 octobre au moment où tous les reproducteurs avaient atteint le stade 6 de maturation des gonades (stade post-fraie).

La fraie a eu lieu lorsque la température de l'eau variait entre 5 et 9°C. Dans la rivière Éternité, les frayères connues sont localisées dans un petit tributaire situé à environ 10 km de l'embouchure de la rivière. Les caractéristiques des habitats de reproduction utilisés par l'omble de fontaine anadrome de la rivière Éternité ne sont pas différentes de ceux utilisés par les populations d'ombles dulcicoles. Toutefois, les ombles anadromes de grande taille (40-55 cm) utilisent probablement des graviers d'un plus grand diamètre.

Dans la rivière Éternité, les deux formes d'ombles de fontaine utilisent les mêmes lieux de reproduction durant la même période. Il n'a pas été possible de vérifier si les partenaires s'associaient selon la forme (anadrome ou dulcicole) durant la fraie. Des partenaires de même taille avaient cependant tendance à s'associer et à défendre un territoire. Cette observation n'exclut pas la possibilité d'accouplement entre individus anadromes et dulcicoles car cette tendance n'est pas une règle générale. De plus, certains sujets dulcicoles possèdent une taille supérieure aux plus petits ombles anadromes.

La relation exponentielle du nombre d'oeufs (Y) en fonction de la longueur (LT) est présentée à la figure 12. Cette relation a été obtenue à partir de 40 femelles matures de longueur variant entre 16 et 43 cm qui ont produit de 107 à 3233 oeufs. La régression exponentielle est:

$$Y = 0,028 LT^{3,06} \quad (R^2 = 0,94; p < 0,001).$$

La relation entre le nombre d'oeufs et le poids est linéaire, la régression est:

$$Y = 3,46 LT - 30,0 \quad (R^2 = 0,95; p < 0,001).$$

Le nombre d'oeufs moyen par 100g est de 337 (s=58,9).



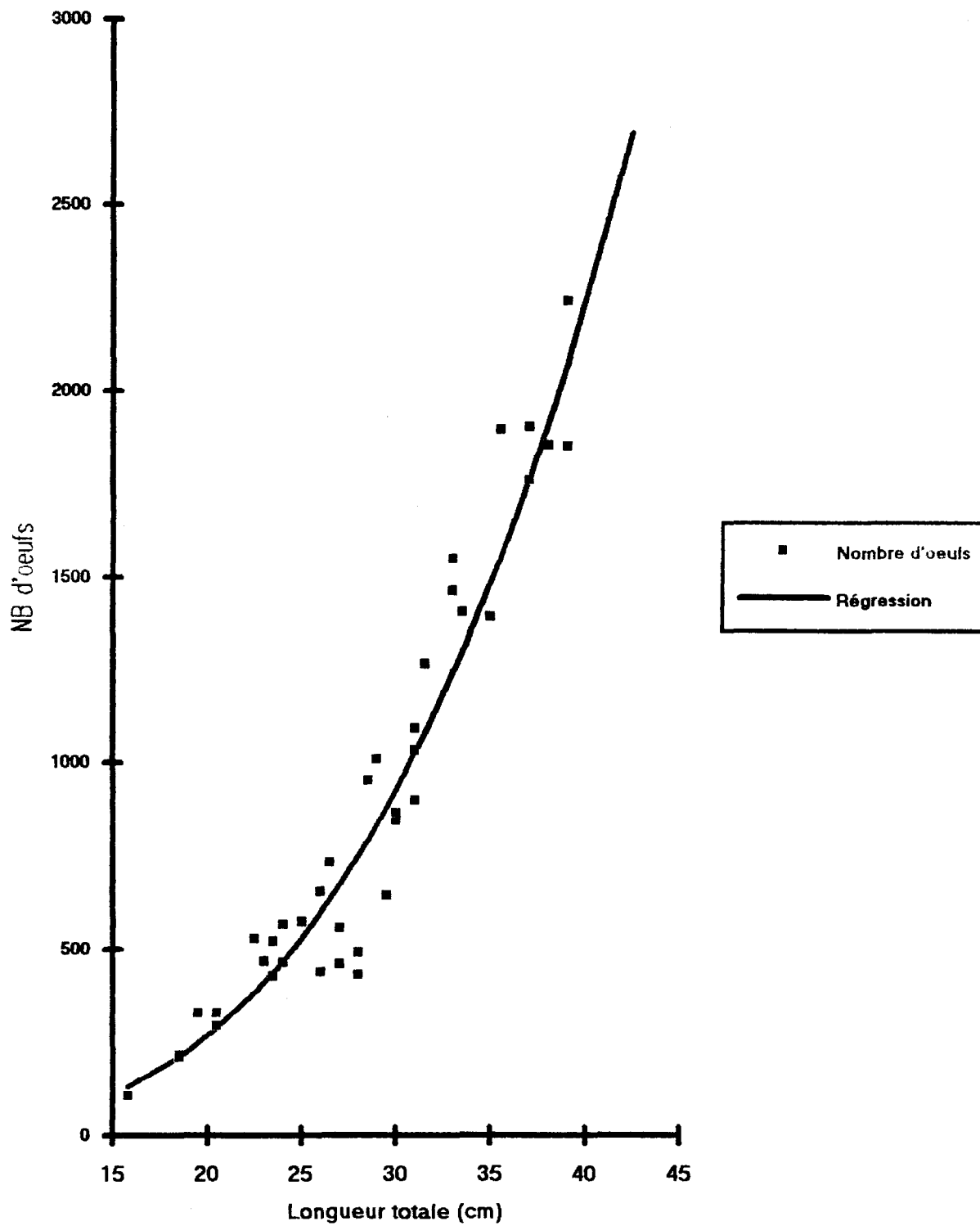


Figure 12. Fécondité de l'omble de fontaine anadrome de la rivière Éternité.

## 5. Population dulcicole

Malgré le nombre important d'ombles anadromes qui remontent annuellement la rivière Éternité (1500 en 1991 et 2300 en 1992), les pêcheurs qui fréquentent le parc du Saguenay pour y pratiquer leur activité, ne capturent qu'environ 45% d'ombles anadromes. La différence représente la capture d'ombles de fontaine dulcicoles.

La taille des ombles résidant capturés par les pêcheurs, variait entre 10 et 24 cm entre le 21 juin et le 29 juillet 1992 (figure. 13). Environ 42% des mâles deviennent matures dès la deuxième saison de croissance tandis que les femelles le deviennent dans une proportion de 41%. À l'âge de 2+, 92% des mâles et 81% des femelles sont matures. Cette situation n'est pas différente de celle des ombles anadromes (Anova 2 crit.  $p > 0,45$ ) mais ceux-ci sont matures à une plus grande taille. Les ombles anadromes matures de l'échantillon mesuraient entre 18 et 52 cm tandis que les ombles résidants de cet échantillon mesuraient entre 12 et 24 cm (figure. 14).

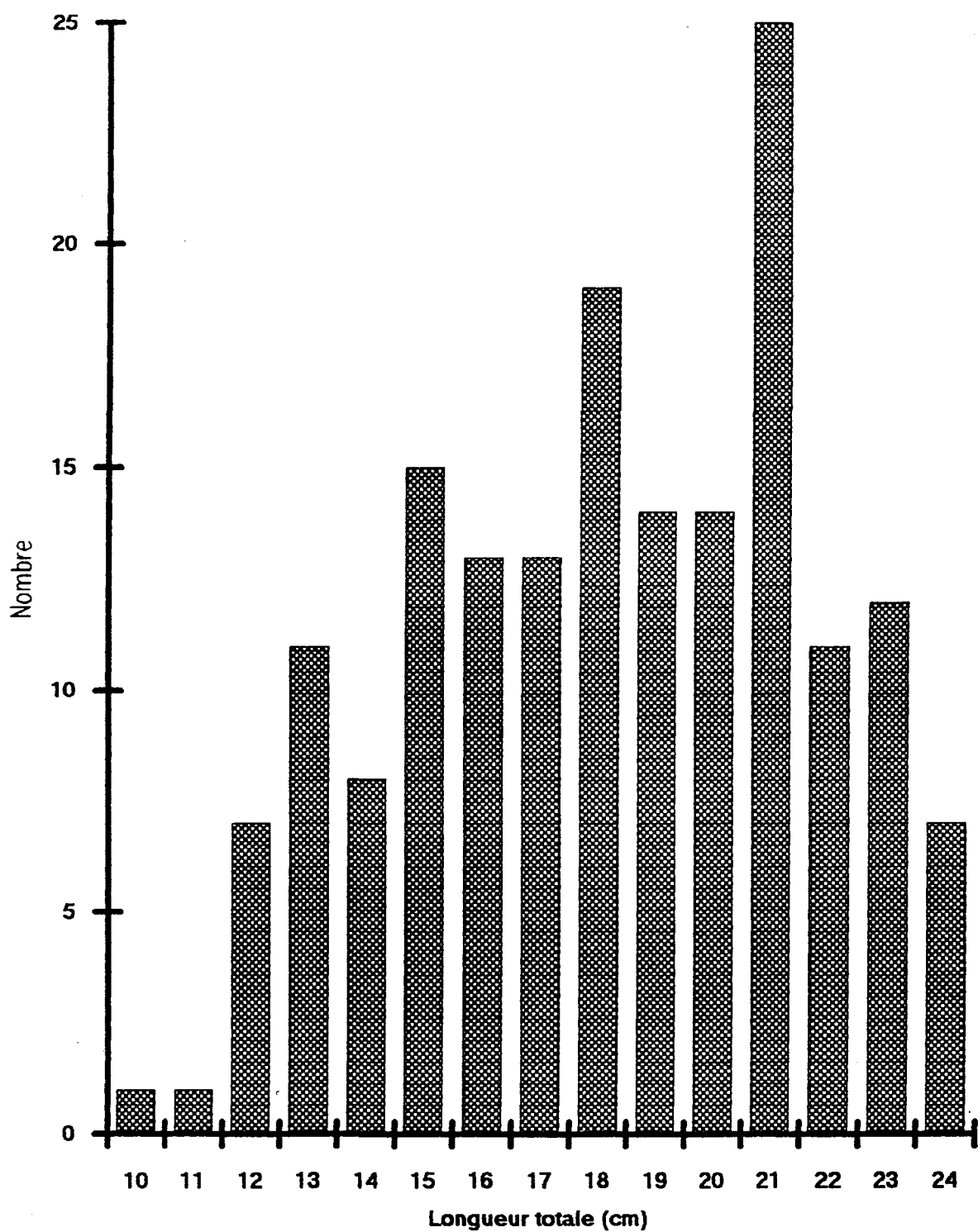


Figure 13. Distribution des longueurs d'un échantillon d'ombres résidants capturés entre le 21 juin et le 29 juillet 1992.

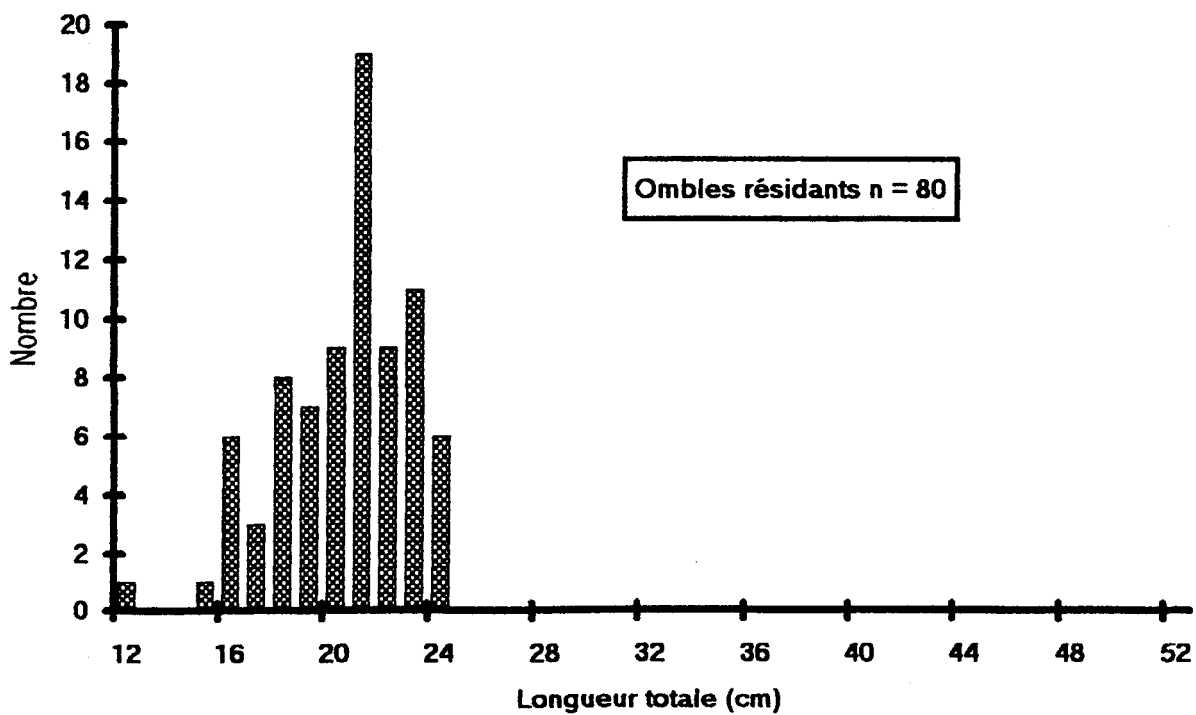
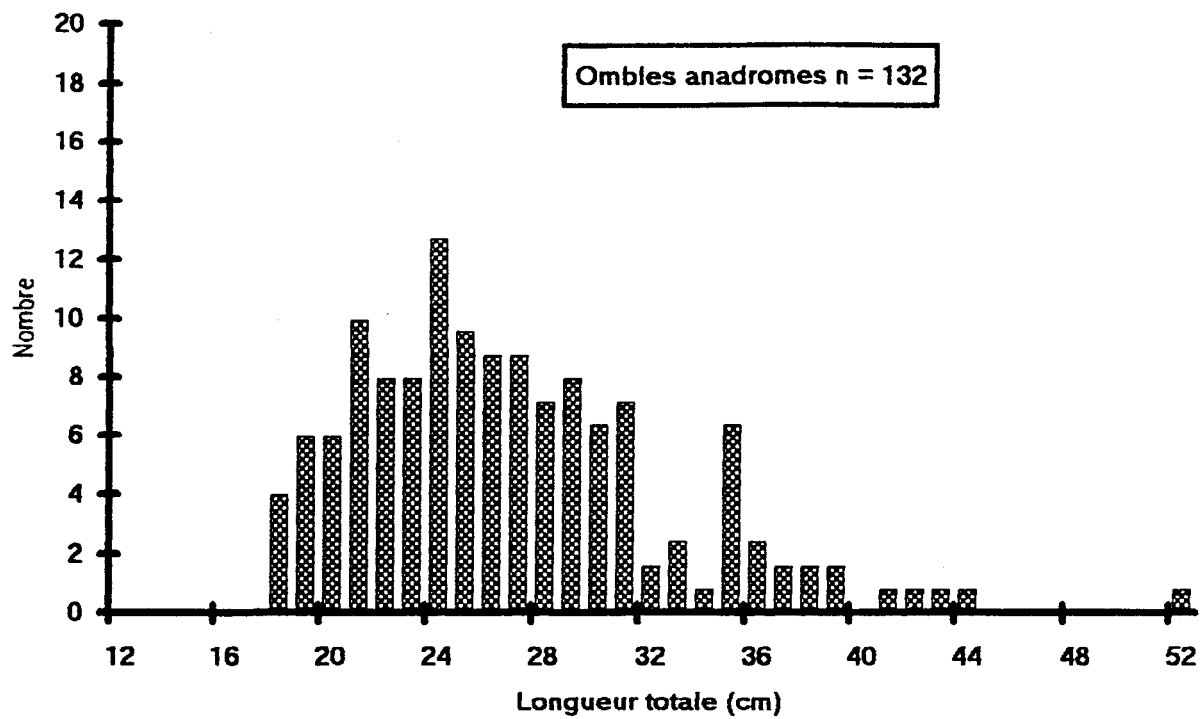


Figure 14. Distribution des longueurs des ombles résidants et anadromes matures en 1992.

Aucun individu dulcicole n'atteint l'âge de 3+. Tout comme celui des ombles anadromes, le rapport des sexes (1,18:1) des ombles résidants ne diffère pas de la parité ( $\chi^2=0,83$ ,  $p>0,35$ ). La condition des ombles dulcicoles n'est pas corrélée avec leur âge ( $r=-0,04$ ,  $p>0,65$ ), ni avec leur sexe ( $r_s=-0,14$ ,  $p>0,10$ ) et n'est pas différente de celle des ombles anadromes (Anova,  $p>0,60$ ). Tout comme chez les ombles anadromes, la condition moyenne des ombles résidants immatures (1,09) est plus faible que celle des individus matures (1,16) ( $t=3,36$ ,  $p<0,001$ ).

En rivière, la croissance des ombles résidants et anadromes ne semble pas différente. La relation poids-longueur des ombles résidants est:

$$Y = 0,0082 X^{3,065} \quad (R^2=0,97 \quad p<0,001.)$$

Les différences qui existent entre les deux formes sont la plus grande longévité des ombles anadromes, leur plus grande taille à la maturité et leur croissance beaucoup plus rapide en raison de leur migration en milieu estuarien (tableau 8).

Tableau 8. Croissance en longueur des ombles anadromes et dulcicoles de la rivière Éternité.

Âge	Anadromes			Dulcicoles		
	LT (cm)	s	n	LT (cm)	s	n
1+	20,9	2,0	21	16,1	2,2	63
2+	27,1	3,6	116	21,4	1,5	75
3+	37,1	2,9	18			
4+	48,0	5,7	2			

## **CHAPITRE IV**

### **DISCUSSION**

## 1. Migrations des ombles anadromes

### Dévalaison

Le mouvement de dévalaison des ombles anadromes de la rivière Éternité débutent au printemps et se termine à la fin juin. Malgré la diversité des patrons de migration observés chez l'omble de fontaine anadrome, la dévalaison printanière durant les plus hauts débits de la saison est typique chez cette espèce (tableau 9). Doyon (1990) a mis en évidence la forte corrélation qui existe entre la migration vers l'aval des ombles de petite taille et les hauts débits printaniers. Cet auteur rapporte également que la migration vers l'aval correspond à des périodes de faibles températures de l'eau qui ont pour effet de réduire la capacité natatoire des juvéniles. Ces observations lui ont permis de démontrer le caractère flexible et opportuniste des mouvements de migration de l'omble de fontaine anadrome de la rivière au Saumon (Québec nordique). Nous croyons que cette conception s'applique également à la rivière Éternité car la période de dévalaison correspond à des périodes de débits élevés et de basses températures de l'eau.



Tableau 9. Patron de migrations de différentes populations d'ombles de fontaine anadromes.

Peuplements	Périodes de dévalaison	Taille à la première dévalaison (mm)	Âge à la première dévalaison	Période de montaison	Taille des individus en montaison (mm)	Sources
Cap Cod Massachusetts	novembre		1+ - 2+	mai-juin + septembre		Mullan (1958)
Moser (Nouvelle-Écosse)	mi avril- début-juin	170-200	3+	fin juin- début août		White (1940)
Baie Placentia (Terre-Neuve)	avril-juin			juillet-août	130-370	O'Connell (1982)
Golfe Richmond (Québec nordique)	mi-mai+juin	200-250	4+	fin juillet + août		Dutil (1976)
Rivière St-Jean (Gaspésie, Qc)		168 ±	2+ - 3+	juin-août	150-550	Castonguay <i>et al.</i> (1982)
Rivière Moisie (Côte-Nord, Qc)	fin mai-mi juin	60-150	1+ - 4+	août-septembre	70-320	Montgomery <i>et al.</i> (1990)
Rivière Sutton (Ontario nordique)	juin-juillet	80 ±		juillet-août	200-600	Steele (1986)
Riv. Ste-Marguerite (Saguenay, Qc)		60-190	1+ - 2+		230-490*	Lesueur (1993b)
Rivière Éternité (Saguenay, Qc)	mai-juin	75-200	1+ - 2+	mi juin-oct	150-500	Présente étude

\* Des individus de plus grande taille sont présents dans la rivière.

Peu de travaux précisent la longueur et l'âge à la dévalaison de l'omble de fontaine anadrome. Lors de l'échantillonnage, j'ai utilisé deux méthodes pour obtenir la longueur à la dévalaison. La première consistait simplement à capturer et à mesurer des ombles juvéniles lors de leur migration printanière. Cette méthode est cependant coûteuse car la période de dévalaison des ombles anadromes correspond à celle de la crue printanière. De plus, l'opération d'une barrière de comptage durant cette période est compliquée par la froide température de l'eau. Enfin, lorsque la rivière étudiée contient également une abondante population d'ombles de fontaine dulcicoles, la capture accidentelle de ces derniers risquent de causer un facteur d'erreur.

La deuxième méthode consistait à calculer, à l'aide de rétrocalculs, la taille d'un individu lors de sa première dévalaison. Cette méthode est moins coûteuse mais nécessite cependant la capture et le sacrifice d'individus adultes pour le prélèvement des écailles. Ce désavantage peut néanmoins être évité en utilisant des spécimens capturés par les pêcheurs. Cette dernière méthode possède un autre avantage appréciable car elle offre la possibilité de mettre en relation la durée de vie en rivière avec les caractéristiques des individus au moment de leur capture.

Ces méthodes se sont avérées efficaces car les longueurs moyennes à la dévalaison obtenues à l'aide des deux techniques ne diffèrent pas statistiquement. En outre, cette similitude n'est pas surprenante car la plupart des spécimens adultes utilisés dans les rétrocalculs appartenaient à la même cohorte que ceux ayant été capturés en dévalaison au printemps 1990.

Dans la rivière Éternité, les ombles dévalent la rivière à l'âge de 1 ou 2 ans et mesurent entre 9 et 21 cm. Ces résultats, compilés avec ceux de différentes rivières (tableau 9) démontrent la grande variabilité de ces paramètres.

La longueur à la première dévalaison des ombles de la rivière Éternité est comparable, ou du même ordre de grandeur, que celle de plusieurs autres populations. Toutefois, les différentes techniques d'échantillonnage d'une étude à l'autre, rendent difficile une comparaison plus sérieuse.

Par contre, il est possible de constater que les ombles de la rivière Éternité dévalent à un âge moins avancé que celui de la plupart des autres peuplements. Il semble exister un patron latitudinal de l'âge à la dévalaison, les ombles anadromes juvéniles dévalant à un âge moyen plus élevé au nord de l'aire de distribution tandis que les populations situées plus au sud, dévalent à un âge moins avancé. L'âge peu élevé

à la première dévalaison des ombles anadromes de la rivière Éternité semble être en relation avec la faible longévité de cette population.

La composition des retours démontre que la plupart des individus, ayant dévalé à l'âge de 1 an, reviennent en rivière après deux saisons de croissance en milieu estuarien tandis que ceux ayant quitté la rivière à l'âge de deux ans, avaient plutôt tendance à revenir dès la fin de leur première saison en estuaire. Cette observation suggère que les ombles hivernent dans l'estuaire avant de revenir en rivière lorsqu'ils dévalent à l'âge de 1 an. Ces comportements ont pour effet de produire des ombles en montaison majoritairement âgé de 2+ ans.

Outre la variabilité de l'âge à la dévalaison d'une population à l'autre, certaines différences peuvent être imputables au type d'échantillonnage. De cette façon, la différence observée entre la durée de vie en rivière des ombles de la rivière Éternité (1,44 an) et celle des ombles de la rivière Ste-Marguerite (1,19 an; Lesueur 1993b) est probablement en relation avec le type d'échantillonnage effectué dans chacun des cas. Les ombles de l'échantillon de la rivière Ste-Marguerite ont été capturés durant les deux premières semaines du mois de septembre tandis que l'échantillon de la rivière Éternité est plus représentatif de l'ensemble de la saison.

On sait que les ombles immatures, généralement plus jeunes et de plus petite taille remontent la rivière plus tardivement. Il faut alors constater que cette portion de la population est absent de l'échantillon de la rivière Ste-Marguerite, ce qui a eu pour effet de surestimer l'âge moyen de cette population (Lesueur 1993b).

Ce groupe d'individus qui remontent la rivière plus tard en automne est caractérisé par un âge à la dévalaison élevé en raison de l'absence parmi eux des ombles ayant dévalé à 1 an. Considérant l'absence d'ombles de petite taille dans l'échantillon de la rivière Ste-Marguerite, il apparaît que l'âge moyen à la dévalaison qui a été obtenu lors de cette étude sous-estime celui qui caractérise l'ensemble des ombles en montaison. Il est donc probable que l'âge moyen à la dévalaison des ombles de la rivière Ste-Marguerite soit très comparable avec celui des ombles de la rivière Éternité.

La taille à la dévalaison varie en fonction des espèces. Cette taille est plus élevée pour les espèces possédant un degré d'anadromie faible. En fait, la longueur qui procure un taux élevé de survie des juvéniles en milieu marin correspond habituellement à la taille à la première dévalaison observée en nature (McCormick et Naiman 1984).

La longueur à la dévalaison d'une espèce anadrome n'est pas nécessairement proportionnelle à la taille des individus adultes. Elle est plutôt reliée au degré d'anadromie de l'espèce en cause. Les espèces, dont les mécanismes physiologiques permettant l'accès à l'eau salée sont bien développés, dévalent généralement à une taille relativement faible. Par contre, les espèces possédant un faible potentiel d'anadromie ont des limites osmorégulatoires qui résultent en une taille à la dévalaison plus élevée (McCormick et Naiman 1984).

Le degré de tolérance à la salinité étant faible chez l'omble de fontaine, la taille des ombles à leur première dévalaison est plus élevée comparativement à ce qui est observé chez le saumon atlantique par exemple. La longueur à laquelle 75% des individus survivent à un transfert en eau salée est d'environ 14 cm chez le saumon (Johnson et Saunders 1981) tandis qu'elle est de 19 cm chez l'omble de fontaine (McCormick et Naiman 1984). Ces longueurs correspondent grossièrement aux tailles à la dévalaison observées en nature chez ces deux espèces.

Plusieurs auteurs ont observé une dévalaison d'ombles matures qui descendent la rivière au début de l'été, soit un peu après la dévalaison des juvéniles de plus petite taille. Il s'agit probablement d'individus ayant hiverné en rivière après un premier séjour en estuaire. Bien que certains habitants de la municipalité de Rivière-Éternité ont rapporté la présence d'ombles anadromes de grande taille hivernant dans la rivière Éternité, les mouvements de ce type ne semblent pas importants.

Il semble que la majorité des ombles de la rivière Éternité retournent dans l'estuaire après s'être reproduits. Bien qu'aucun engin de pêche n'ait été placé dans la rivière au cours des mois d'octobre et de novembre afin de vérifier cette hypothèse, j'ai observé, de façon qualitative, que les reproducteurs entamaient un mouvement vers l'aval après avoir quitté les frayères.

De plus, après avoir marqué 1476 spécimens en montaison en 1991, par ablation de la nageoire adipeuse, 44 de ces individus ont été recapturés en 1992 en train d'effectuer une seconde migration vers l'amont de la rivière. Ces résultats démontent qu'un certain nombre de spécimens effectuent au moins deux migrations entre l'eau douce et le Saguenay au cours de leur vie. Cependant, les méthodes de capture différentes, utilisées en 1991 et 1992, ne permettent pas d'estimer la proportion réelle des ombles anadromes ayant effectué deux migrations au cours de ces deux années successives d'échantillonnage.

Plusieurs pêcheurs de Rivière-Éternité qui pratiquent la pêche blanche à l'embouchure de la rivière ont capturé des ombles anadromes. Il semble exister plusieurs patrons de migration des ombles adultes mais il semble que le plus répandu est celui du retour en estuaire durant les mois d'octobre et novembre. Ce mouvement est possiblement facilité par les fortes crues automnales et la faible profondeur de la rivière Éternité lors de l'étiage d'hiver. Les conditions de salinité et de température qui prévalent durant l'hiver à l'embouchure des tributaires du Saguenay permettent probablement la survie de l'omble de fontaine.



### Montaison

La période de montaison des ombles anadromes de la rivière Éternité s'étend de la mi-juin au début du mois d'octobre. Elle correspond grossièrement à celle observée sur des rivières situées à la même latitude, soit les rivières Moisie, St-Jean et de la Baie Placentia (tableau 9). Malgré la diversité des patrons de montaison, on peut cependant observer que la période de montaison des ombles de la rivière Éternité est un peu plus longue que celle des autres populations.

La présence d'individus immatures, remontant la rivière après les reproducteurs, est un phénomène typique des populations anadromes de l'omble de fontaine (Doyon 1990; Castonguay *et al.* 1982; Montgomery *et al.* 1990). La proportion d'ombles immatures en montaison dans la rivière Éternité est plus élevée que celle de la rivière à la Truite (tributaire de la rivière Moisie, Côte-Nord, Québec). Dans la rivière Éternité, une proportion de 45% des ombles en montaison sont immatures et cette proportion est possiblement sous-évaluée en raison des individus qui ont pu remonter la rivière après l'enlèvement de la barrière de comptage. Montgomery et ses collaborateurs (1990) rapportent que 37% des ombles qui remontent la rivière à la Truite sont immatures.

Les variations de salinité de la partie amont de l'estuaire, qui correspond à la zone d'acclimatation des ombles de petite taille (McCormick et Naiman 1984), sont susceptibles d'influencer leur taux de survie. Il est possible que la faible salinité de la couche supérieure de l'estuaire du Saguenay (Côté 1977) représente un avantage qui pourrait se traduire par un meilleur taux de survie des juvéniles lorsqu'ils rejoignent le milieu estuarien. En comparaison avec la rivière Moisie qui se déverse directement en mer, la rivière Éternité offre possiblement des conditions plus favorables à la survie des ombles de petite taille qui, par la suite, remontent la rivière Éternité en plus grand nombre.

La montaison hâtive des individus de grande taille est probablement motivée par la maturation des gonades tandis que la montaison plus tardive des individus immatures et de plus petite taille est probablement relié à des facteurs environnementaux (température, salinité) ou à des opportunités alimentaires car ces derniers ne sont pas appelés à participer à la fraie. Chez les ombles de fontaine des deux sexes, la maturation des gonades est sous le contrôle du photopériodisme (Power, 1980).

Dans la rivière Éternité, la période de montaison varie d'une année à l'autre. Le facteur le plus susceptible d'influencer localement ce paramètre est probablement le débit de la rivière étant donné la forte pente de la rivière Éternité qui rend difficile la migration vers l'amont en période de basses eaux. Doyon *et al.* (1991) mentionnent que le débit de la rivière et l'amplitude des marées influencent les patrons de migration de l'omble de fontaine anadrome.

## 2. Croissance

### Structure d'âge des ombles en montaison

La structure d'âge des individus de la montaison varie selon le plan d'eau (tableau 10). Ces résultats doivent être interprétés comme donnant seulement un aperçu de la structure d'âge de chaque populations car les méthodes d'inventaire ainsi que les engins de pêche utilisés varient d'une étude à l'autre.

La structure d'âge d'une population d'ombles de fontaine anadromes est un paramètre qui peut varier énormément en fonction du lieu de prélèvement des spécimens ainsi que de la technique de capture. Pour une même population la structure d'âge obtenu à l'aide d'un échantillon d'ombles capturés en estuaire est différente de celle des ombles en montaison. Les différents patrons de migration observés d'une population à l'autre ajoutent également des éléments de variabilité supplémentaire aux échantillons. Ce qui signifie que divers échantillons d'ombles anadromes récoltés à l'aide d'une technique uniforme peut subir des fluctuations imputables aux patrons de migrations propres à différentes populations.

Tableau 10. Structure d'âge (%) et âge moyen de diverses populations d'ombles de fontaine anadromes en montaison.

Peuplements	Régions	Sources	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	n	Âge moyen
Rivière Éternité	(Saguenay)	Présente étude	13	74	12	1							157	2,01
Rivière Ste-Marguerite	(Saguenay)	Lesueur (1993b)	7	71	19	3							96	2,18
Rivière Moisie	(Côte-Nord)	Montgomery <i>et al.</i> (1990)	20	45	23	10	1						86	2,28
Moser river	(N. Écosse)	Wilder (1952)		94	103	30	7	1					235	2,80
Riv. au saumon	(Québec nordique)	Doyon <i>et al.</i> (1991)	4	28	35	23	8	1	1				142	3,09
Rivière St-Jean	(Gaspésie)	Castonguay <i>et al.</i> (1982)		26	45	22	3	3	1				175	3,16
Golfe Richmond	(Québec nordique)	Dutil et Power (1980)		2	19	33	24	16	2	3	1	1	431	4,58

En pratique il est très difficile d'obtenir un échantillon représentatif de l'ensemble de la population. Je propose donc qu'un échantillon d'ombles en migration vers l'amont de la rivière, récolté aléatoirement sur l'ensemble de la période de montaison pourrait constituer un échantillon standard afin de comparer les caractéristiques des populations d'ombles de fontaine anadromes. Cet échantillon devrait être récolté à l'aide d'engins de pêche non-sélectifs pouvant fournir un échantillon représentatif de toutes les classes de longueurs. Cet échantillon-type fait abstraction des individus juvéniles mais de cette manière, il serait plus facile de comparer les populations entre elles.

Le tableau 10 illustre bien l'augmentation de l'âge moyen des populations d'ombles de fontaine anadromes en fonction de la latitude. Les populations situées plus au sud, comme celles des tributaires de la rivière Saguenay ont un âge moyen peu élevé tandis que chez les peuplements nordiques, la situation est inverse. Certaines populations de la Côte-Nord présentent une situation mitoyenne. L'augmentation de la longévité du sud au nord est une tendance générale, il existe probablement des populations qui font exception à cette règle.

Plusieurs des populations d'ombles de fontaine anadromes sont caractérisées par un patron de migration en fonction de la taille des individus en montaison. Pour cette raison, l'évaluation de la structure d'âge d'une population sera différente lorsqu'il s'agit d'un échantillonnage ponctuel à l'aide de filets maillants ou d'un échantillonnage obtenu à l'aide d'une barrière de comptage par exemple. Certaines études utilisent des engins de pêche sélectifs ou simplement un échantillon d'ombles capturés par les pêcheurs sportifs. En dépit de ces facteurs, le tableau 10 donne un aperçu valable de la situation rencontrée sur ces différentes rivières.

La présence d'individus d'âge 1+ dans la montaison de la rivière Éternité est le produit des spécimens ayant dévalé à l'âge de 1 an qui retournent dans la rivière au cours de la même saison de croissance. Étant donné que les individus dévalant à l'âge de 1 an sont les plus nombreux dans la dévalaison, la faible proportion du groupe d'âge 1+ dans la montaison supporte l'hypothèse qu'un grand nombre de ceux-ci ont hiverné dans le Saguenay. La présence d'ombles anadromes hivernant dans la zone de faible salinité de l'estuaire a été constatée par Castonguay *et al.* (1982) et Smith et Saunders (1958).

Les ombles de la rivière Éternité ont une durée de vie plus courte que toutes les autres populations où des études de ce genre ont été effectuées. L'âge maximal n'est que de 4+ pour la rivière Éternité tandis que certains individus atteignent l'âge de 5+, 7+ et même 11+ respectivement pour les rivières Moisie (Côte-Nord, Québec), St-Jean (Gaspésie, Québec) et du Golfe Richmond (Québec nordique). Par contre, les ombles de la rivière Éternité dévalent plus rapidement et se reproduisent plus rapidement également. Leur dévalaison rapide minimise la mortalité en rivière tandis que leur faible âge à la maturité contribue à augmenter le potentiel reproducteur de la population.

Venne et Magnan (1989) mentionnent que chez certaines espèces de poissons, la longévité augmente en fonction de la latitude. Les populations nordiques ayant une durée de vie plus longue, et possédant une croissance plus lente que celles des régions situées plus au sud de leur aire de distribution (Leggett et Carscadden 1978; Mann *et al.* 1984; Morin *et al.* 1982).

Ce phénomène est évident pour l'omble de fontaine anadrome. Deux hypothèses principales ont été avancées pour expliquer ces variations du nord au sud. La première propose que la plus grande longévité des populations nordiques est un moyen de réduire la probabilité d'extinction face aux grandes variations de la mortalité juvénile (Morin *et al.* 1982; Leggett et Carscadden 1978).



Il a été démontré que les variations de températures des aires d'alevinage étaient fortement corrélées avec l'abondance des juvéniles (Marcy 1976). Shoubridge (1977) observe que la variabilité du régime thermique des rivières côtières augmente du sud au nord, ce qui suggère que le taux de survie des oeufs et des alevins connaît également une augmentation de variation selon la latitude (Leggett et Carscadden 1978).

La seconde hypothèse présente la fécondité réduite des populations nordiques comme une adaptation qui assure une allocation adéquate de l'énergie pour le maintien et la croissance (Morin *et al.* 1982). Cette fécondité réduite peut être contrebalancé par une plus grande longévité afin de permettre un plus grand nombre de cycles de maturation des gonades (Morin *et al.* 1982).

Ces hypothèses expliquent la différence de longévité entre les ombles des régions méridionales et celles des régions nordiques mais les ombles de rivière Éternité ont toutefois une durée de vie plus courte que celles de populations situées à une latitude comparable (Castonguay *et al.* 1982). Seules les ombles de la rivière Ste-Marguerite (Saguenay) possèdent une structure d'âge similaire. Il apparaît qu'une faible longévité, soit une caractéristique propre aux populations d'ombles de fontaine anadromes des tributaires de la rivière Saguenay. Ces deux populations connaissent donc un fort taux de mortalité entre les classes d'âges.

L'exploitation par la pêche sportive dont font l'objet ces deux rivières est un facteur de mortalité susceptible de réduire l'âge moyen des individus. La probabilité de survie des individus les plus âgés diminue considérablement après plusieurs saisons de pêche. Il n'est malheureusement pas possible de déterminer l'impact réel des prélèvements causés par la pêche sportive et ce, pour deux raisons principales. Nous ne connaissons pas la pression de pêche ni la récolte totale d'ombles anadromes capturés pour chacune des rivières. À ce premier facteur, il faut également ajouter les prélèvements dus au braconnage, activité difficile à contrôler, en raison de la grande dispersion des ombles dans l'estuaire du Saguenay. La deuxième raison est notre méconnaissance du taux d'exploitation que peut supporter cette espèce.

L'impact de la pêche sportive n'est certainement pas négligeable mais elle ne suffit probablement pas pour expliquer la totalité du phénomène, d'autant plus que plusieurs individus, et peut-être la majorité, ne reviennent pas en rivière à chaque année. Une bonne partie de la population adulte est donc soustraite à la pêche sportive qui se déroule surtout en rivière.

Dès lors, d'autres facteurs peuvent être envisagés pour expliquer la faible longévité des ombles de fontaine anadromes des tributaires de la rivière Saguenay. Quel facteur environnemental est le plus susceptible d'influencer le cycle de vie de l'omble de fontaine anadrome? La plupart des populations d'ombles anadromes sont présentes dans des réseaux hydrographiques qui se déversent directement en mer. Les conditions physico-chimiques qui prévalent dans ce milieu limitent la dispersion de la population. La tolérance réduite de l'omble de fontaine à une salinité élevée et aux basses températures le limite à cette zone de transition, souvent de faible superficie, où se mélangent les eaux douces et salées. La superficie du milieu estuarien peut donc représenter un facteur limitant au développement de l'omble de fontaine anadrome.

La situation est très différente pour les populations des tributaires du Saguenay car les rivières d'origine se déversent dans un milieu où la couche de surface est chaude et de salinité très faible durant toute la saison de croissance.

La similarité du peuplement de la rivière Éternité avec celui de la rivière Ste-Marguerite suggère une uniformité du cycle de vie des populations d'ombles de fontaine anadromes habitant les tributaires de la rivière Saguenay. De plus, ces populations possèdent des caractéristiques biologiques qui diffèrent sensiblement de celles des autres peuplements du Québec, des provinces atlantiques et de

l'Ontario. J'émetts l'hypothèse que l'estuaire du Saguenay est un milieu particulièrement favorable pour l'omble de fontaine anadrome en raison de sa nappe superficielle de salinité peu élevée, de grande superficie et relativement chaude.

Le Saguenay représente un habitat considérable, ce qui augmente la superficie potentielle de l'aire de dispersion. De plus, cet habitat semble riche en ressources alimentaires à en juger par le fort taux de croissance des individus (voir section suivante). Ces conditions environnementales, spécialement favorables, imposent un rythme de croissance accéléré qui pourrait avoir un effet négatif sur la longévité des populations.

Il est également possible que l'omble de fontaine anadrome fasse partie du régime alimentaire de plusieurs espèces piscivores en milieu estuarien dont le rôle serait important dans l'établissement du taux de survie des ombles.

Une autre avenue reste à envisager, celle du braconnage. Durant nos travaux sur le terrain, nous avons pu constater la présence de certains ombles en montaison portant des marques de filets maillants. Nous croyons que dans le fjord du Saguenay, cette espèce est particulièrement susceptible à ce genre de pratique.

Lors de la montaison, les individus ont tendance à se regrouper en petits groupes d'une vingtaine d'individus. Certains pêcheurs ont rapporté un comportement similaire des ombles dans le Saguenay. Il semble que les ombles se maintiennent près de la surface, dans la couche superficielle de l'estuaire du Saguenay et longent les rives en petits groupes. Ces comportements, combiné au grand intérêt que représente la grande taille des spécimens est de nature à les rendre vulnérables aux prélèvements illégaux. L'ampleur de ce phénomène n'est pas connu mais il augmente certainement le taux de mortalité de la population. Le braconnage au moyen de filet maillant est probablement sélectif quand à la taille des prises. Il pourrait être responsable de la disparition des individus de plus grande taille qui représentent le potentiel de reproduction le plus important. Certaines activités de braconnage peuvent également être exercée en rivière.

### Croissance en longueur et en poids

La figure 15 présente la longueur aux différents âges de plusieurs populations d'ombles de fontaine anadromes. La croissance de la population de la rivière Éternité est rapide. Même si les individus vivent durant un moins grand nombre d'années que ceux de la majorité des autres populations, ils atteignent toutefois une taille comparable et souvent supérieure. Cette situation est attribuable au fort taux de croissance que connaissent les ombles en milieu estuarien. De plus, leur faible âge à la dévalaison a pour effet de maximiser le nombre de saisons passées en milieu estuarien où la croissance est de beaucoup supérieure à celle du milieu dulcicole.

Il est peu probable que l'aire de distribution des ombles anadromes de la rivière Éternité s'étendent au delà des limites du Saguenay, dans le golfe St-Laurent. Plusieurs auteurs ont démontré que l'omble de fontaine anadrome ne s'éloigne guère de plus de 4 à 6 km de leur rivière d'origine (Doyon 1990; Dutil et Power 1980). Cette situation est reliée à son faible degré de tolérance aux conditions de forte salinité. Chez les téléostéens, l'osmorégulation en milieu marin requiert le renversement des influx passifs d'ions (incluant les ions  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Mg}^{++}$ ) et la perte d'eau (Parry 1966).

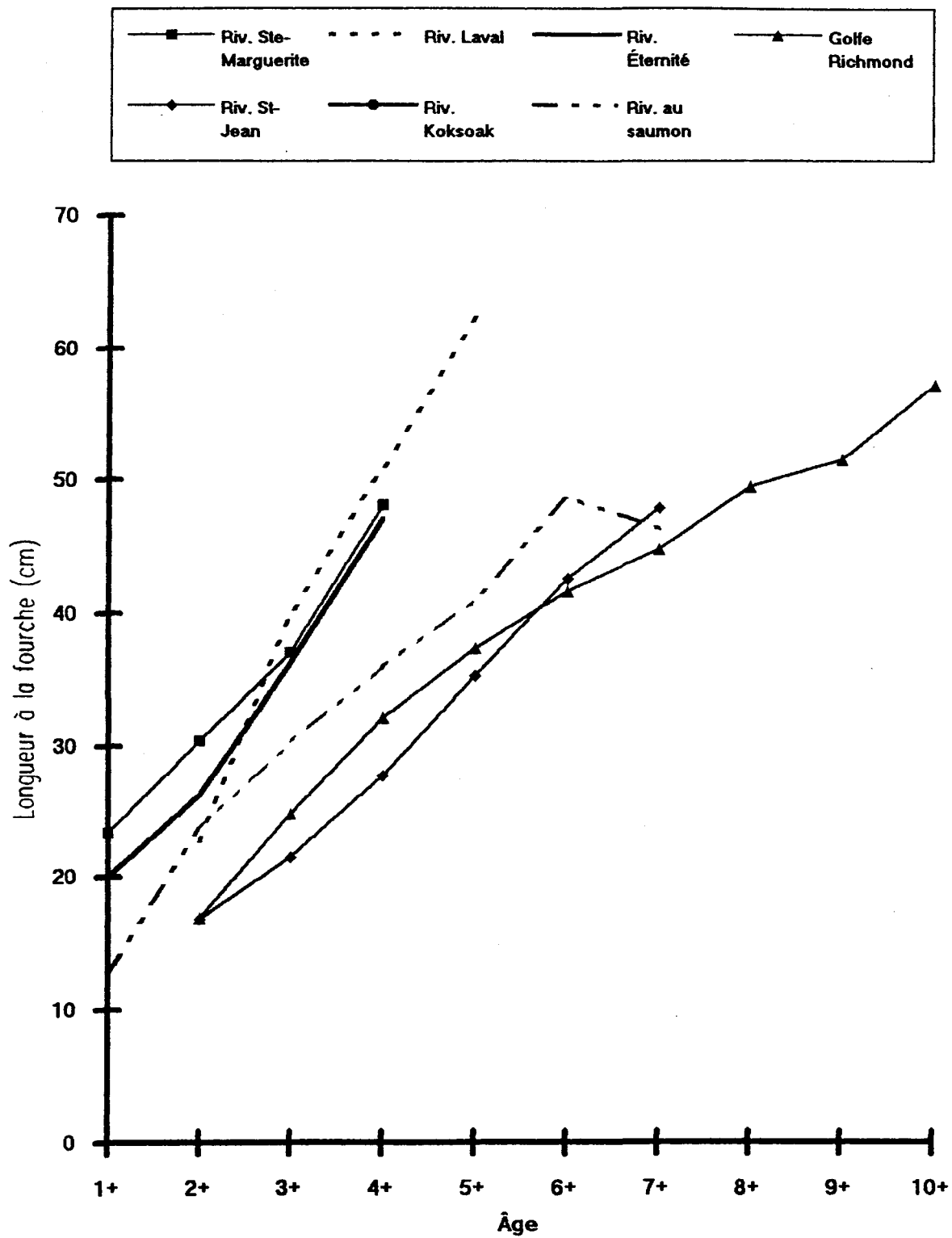


Figure 15. Longueur aux différents âges de différentes populations d'ombles de fontaine anadromes. Les données proviennent de Lesueur (1993b); de Brault (données non-publiées); de Dutil et Power (1980); de Castonguay et al. (1982); de Coleman (1970) et de Doyon et al. (1991).

Plusieurs mécanismes de transport actif et passif, spécialement ceux des enzymes branchiaux  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -ATPase agissent pour contrer ces flux de diffusion (Kirshner 1980). Il semble que la thyroxine, une hormone plasmatique, stimule la smoltification chez les salmonidés (Dickhoff *et al.* 1978; Grau *et al.* 1982). McCormick et Naiman (1984) ont étudié les mécanismes physiologiques impliqués dans la tolérance à la salinité chez (*Salvelinus fontinalis*). Ils ont observé une forte corrélation entre la concentration des enzymes osmorégulateurs et la concentration plasmatique en thyroxine en fonction de la taille d'omble de fontaine soumis à une salinité élevée.

McCormick et Naiman (1984) ont démontré la plus forte tolérance à la salinité des ombles de plus grande taille et leur mortalité moins élevée, en présence d'une forte salinité, comparativement aux individus de petite taille. Doyon *et al.* (1991) ont observé une augmentation de la taille des ombles en fonction de leur distance de l'embouchure de leur rivière d'origine. Une meilleure capacité osmorégulatoire n'est pas en relation avec l'âge des ombles mais plutôt avec leur taille car il semble que les mécanismes d'osmorégulation sont plus efficaces lorsque l'augmentation de la taille des individus a pour effet de faire diminuer le rapport surface/volume (McCormick et Naiman 1984).



Les bénéfices importants que la population retire de la migration anadrome démontrent la qualité de l'habitat que constitue la rivière Saguenay. En général, le degré d'éloignement des ombles anadromes de leur rivière natale est limité par les conditions de forte salinité qui prévalent en mer. Étant donné les conditions physico-chimiques particulières rencontrées dans l'estuaire du Saguenay, il est possible que les migrateurs anadromes utilisent une grande partie de cet habitat et s'éloignent de plusieurs dizaines de km de l'embouchure de leur rivière natale.

Si tel est le cas, cette plus grande dispersion aurait pour effet de diminuer la compétition intraspécifique et favoriserait une plus grande disponibilité de nourriture aux individus. Gaudreault *et al.* (1982) ont démontré que l'omble de fontaine anadrome se partage les ressources sur deux axes, soit l'habitat et l'alimentation. Les juvéniles se nourrissent de Crustacés et d'Insectes dans la partie amont de l'estuaire tandis que les adultes, pouvant tolérer une plus forte salinité, consomment des Crustacés et des Poissons dans la partie aval de l'estuaire.

La plus forte croissance des ombles de la rivière Éternité, comparativement à celle des autres populations serait le résultat des conditions de salinité et de température qui caractérisent l'estuaire du Saguenay. Ces conditions semblent particulièrement bien convenir pour l'espèce qui en retire une accumulation accrue en énergie.

La stratification thermo-haline du Saguenay où l'augmentation de la salinité (de 5 ‰ en surface à 25 ‰ à 15 m) s'accompagne d'une diminution brusque de la température de l'eau, a certainement pour effet de limiter les ombles à la couche superficielle du Saguenay. Le front salin étant une limite verticale, la dispersion des ombles anadromes est probablement beaucoup plus limitée en profondeur qu'elle ne peut l'être à l'embouchure de la rivière Éternité.

#### Facteur de condition

Au tableau 11, la condition des ombles anadromes de la rivière Éternité est comparée à celle de plusieurs autres populations; des valeurs supérieures à 1,00 sont typiques. La condition élevée des ombles de la rivière Éternité témoigne encore une fois des conditions de croissance favorables qui prévalent dans l'estuaire du Saguenay.

Tableau 11. Facteur de condition, rapport des sexes et âge à la maturité de diverses populations d'ombles de fontaine anadromes en montaison.

Peuplements	Facteur de condition	Rapport M/F	Âge à la maturité	Sources
Rivière au saumon (Québec nordique)	1,04		4+-5+	Doyon (1990) Doyon <i>et al.</i> (1991)
Golfe Richmond (Québec nordique)	1,13	0,77:1	5+-6+	Dutil (1976) Dutil & Power (1980)
Rivière Moisie (Côte-Nord, Qc)	1,09	0,77:1		Montgomery <i>et al.</i> (1990)
Rivière St-Jean (Gaspésie, Qc)	1,07	0,57:1	3+-4+	Castonguay <i>et al.</i> (1982)
Riv. Ste-Marguerite (Saguenay, Qc)	1,06	0,75:1 *	2+-3+	Lesueur (1993b)
Rivière Éternité (Saguenay, Qc)	1,15	0,99:1 *	1+-2+	Présente étude

\* non significativement différent de la parité  $X^2=2,81$ ,  $p>0,05$

### 3. Caractéristiques biologiques

#### Rapport des sexes

McCormick et Naiman (1984) ont démontré que la tolérance à la salinité, particulièrement celle des mâles matures, était plus faible que celle des femelles. Une préférence de salinité, similaire à celle qui existe face à la tolérance à la salinité pourrait expliquer le plus court séjour en milieu estuarien des mâles de la rivière Éternité. Cela expliquerait le nombre élevé de mâles en montaison après une saison en estuaire et la diminution de leur nombre par la suite qui se traduit par une surabondance de femelles après 2 et 3 saisons passées en milieu estuarien. Il est également possible que le retour plus rapide des mâles en eau douce soit motivé par une maturation plus rapide des gonades.

La plupart des études font état d'une surabondance de femelles adultes dans les peuplements anadromes (tableau 11). La population de la rivière Éternité est différente à cet égard car les sexes sont représentés dans une même proportion. Power (1980) mentionne que le rapport des sexes de l'omble de fontaine se modifie en fonction de l'âge, de sorte qu'il est constitué d'un plus grand nombre de femelles aux âges les plus avancés. Il est possible que la plus faible longévité des ombles de la rivière Éternité comparativement à celle des autres populations soit responsable de la représentation égale des sexes.

### Maturité

Les populations nordiques, d'une durée de vie plus longue, sont caractérisées par un âge élevé à la maturité (tableau 11). Les populations du Saguenay, soit celle de la rivière Éternité et celle de la rivière Ste-Marguerite, présentent la situation inverse. Ces populations sont peu âgées et les individus mûrent à un âge peu élevé. La cause la plus susceptible de permettre la maturité hâtive des individus est probablement reliée aux conditions favorables de croissance qui permettent une meilleure allocation de l'énergie aux fins de la reproduction.

Chez l'omble de fontaine anadrome, il semble que l'âge à la maturité soit d'autant plus élevé que la croissance est lente. Pour les populations du Nouveau-Québec, les ressources énergétiques étant restreintes, les taux d'accroissement de la longueur et du poids sont restreints; il y a donc moins d'énergie disponible pour la reproduction. Par contre, les ressources énergétiques abondantes et la température de l'eau favorable de l'estuaire du Saguenay favorisent un taux d'accroissement en longueur et en poids élevé; dans ce cas, une quantité importante d'énergie peut donc être consacrée à la reproduction.

Chez l'omble de fontaine, une maturation hâtive des gonades peut être l'expression d'un facteur de compensation en réaction à un taux de mortalité élevé. Cependant, cette situation est surtout rencontrée en milieu lacustre lorsque les ressources alimentaires sont limitées, ce qui ne semble pas être le cas pour les populations d'ombles anadromes des tributaires du Saguenay. Dans le cas de la rivière Éternité, la maturation hâtive des gonades est probablement reliée aux conditions du milieu. Le régime thermique élevé des eaux du fjord du Saguenay est de nature à stimuler le métabolisme de cette espèce poïkilotherme, ce qui entraîne une croissance plus rapide, un âge à la maturité plus hâtif et un vieillissement plus rapide.

Certaines caractéristiques biologiques que nous venons d'énumérer sont susceptibles d'augmenter la capacité de renouvellement de la population de la rivière Éternité suite à une baisse soudaine des stocks, causée par une trop forte exploitation par exemple. Ces facteurs sont l'âge moyen peu élevé, la forte croissance, la fertilité élevée des individus peu âgés ainsi que la fécondité élevée des femelles (voir section suivante). Ces aspects de la biologie sont de nature à augmenter la capacité de cette population de résister à une forte mortalité. Sans connaître le taux d'exploitation que peut supporter cette population, nous pouvons néanmoins penser qu'elle peut représenter un bon potentiel de pêche.

#### 4. Reproduction

##### Période de fraie

Les premiers reproducteurs, généralement les individus de plus grande taille, rejoignent les frayères au moins 4 semaines avant la fraie. Les ombles anadromes de la rivière Éternité fraient durant les deux premières semaines d'octobre. D'après mes observations, il ne semble pas exister de différence significative entre la période de fraie de la population anadrome et de la population dulcicole d'ombles de fontaine de la rivière Éternité.

La période varie avec la latitude et entre les populations; aussi une même population peut également démontrer des variations interannuelles. Doyon *et al.* (1991) identifient la période fin août-début septembre pour un peuplement anadrome du Nouveau-Québec et O'Connell (1982) rapporte que les ombles anadromes d'une rivière de Terre-Neuve fraient durant les trois premières semaines d'octobre.

### Fécondité

La fécondité des ombles de la rivière Éternité est élevée et elle se compare à celle de la rivière Koksoak, Nouveau Québec (Coleman 1970). Les autres populations présentant une fécondité inférieure (figure. 16). Morin *et al.* (1982) ont émis l'hypothèse que pour certaines populations de poissons nordiques, une fécondité peu élevée permettrait de mieux allouer l'énergie au maintien et à la croissance. Ainsi, les bonnes conditions de croissance dont bénéficient les ombles de la rivière Éternité pourraient favoriser une fécondité élevée.

La comparaison de la fécondité aux différentes longueurs de diverses populations fait abstraction du poids des individus. La condition élevée des ombles de la rivière Éternité indique que les individus ont une masse supérieure aux différentes longueurs comme en fait foi la valeur élevée du facteur de condition et l'exposant de la relation poids-longueur. Le nombre d'oeufs déposés par une femelle, étant en relation avec sa taille mais plus fortement encore avec son poids, la condition élevée des ombles de la rivière Éternité expliquerait en partie leur fécondité élevée.



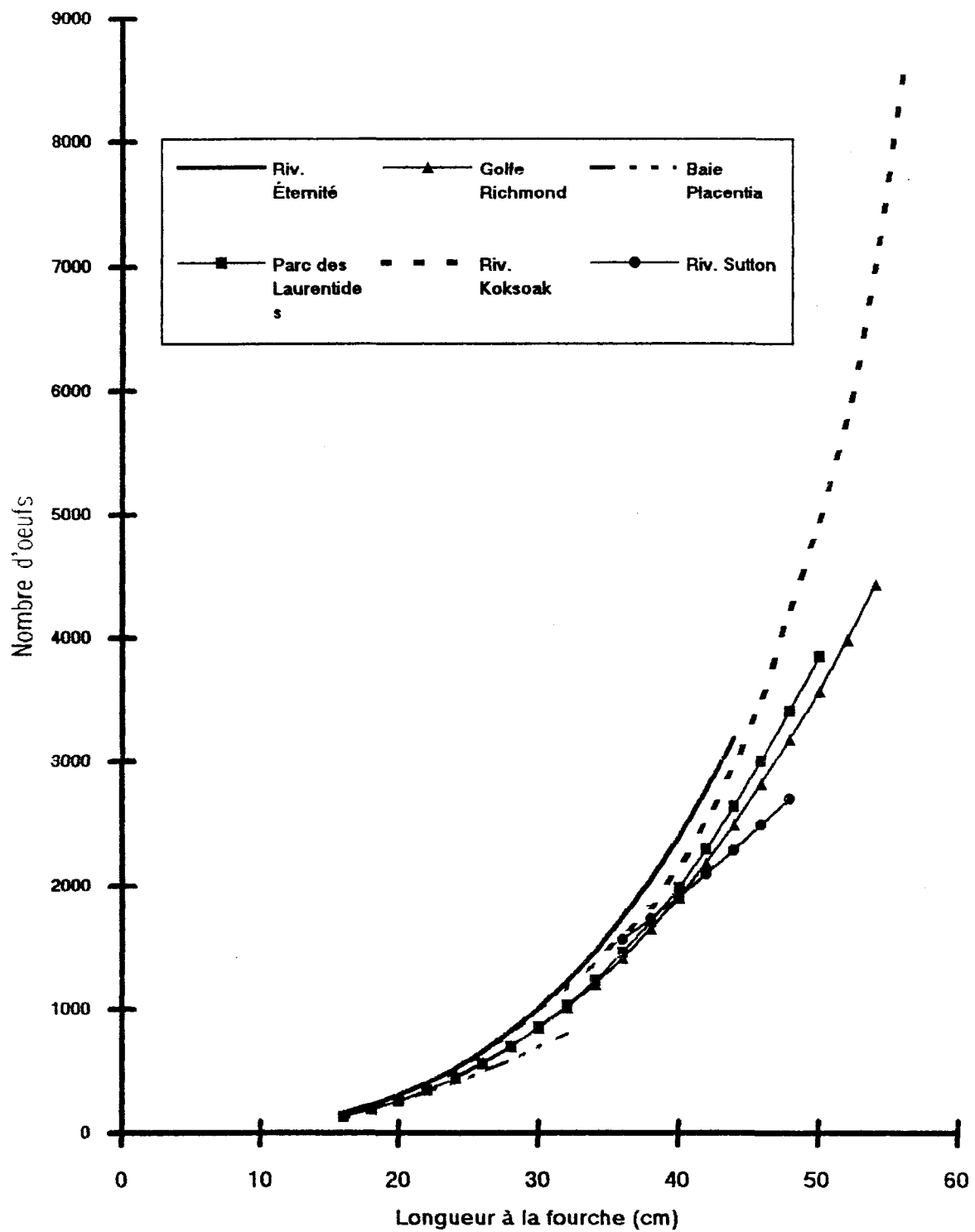


Figure 16. Fécondité de diverses populations d'ombles de fontaine. Les données proviennent de Dutil (1976); d'O'Connell (1982); de Vladycov (1956); de Coleman (1970) et de Steele (1986).

La fécondité peut également être l'expression d'un facteur de compensation induit par le taux de mortalité élevé de cette population. Venne et Magnan (1989) ont remarqué, chez l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*), une diminution de la croissance et de la fécondité en région nordique. Ces modifications au cycle de vie s'accompagnent d'une plus grande longévité et d'un plus grand âge à la maturité. Ils attribuent ces modifications à la plus courte saison de croissance en milieu nordique. Pour l'omble de fontaine anadrome, il est donc possible que la plus faible longévité des populations méridionales, associée à leur plus forte croissance, soit accompagnée d'une fécondité plus élevée de façon absolue.

## 5. Population dulcicole

Après avoir comparé les caractéristiques biologiques et morphologiques d'ombles de fontaine anadromes et dulcicoles habitant le même réseau hydrographique, White (1940) associe les deux formes à une seule et même population. McCormick *et al.* (1985) ont étudié les modifications physiologiques associées à la smoltification des ombles de fontaines anadromes peuplant la rivière à la Truite (Côte-Nord, Québec) et les ont comparé à l'état physiologique des ombles non anadromes vivant dans la rivière Matamek avoisinante. Ils mentionnent:

"il n'y avait aucune différence statistique entre les populations pour ce qui est des concentrations de thyroxine dans le plasma, de l'activité du  $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATPase}$  dans les ouïes, de l'hématocrite et de la capacité osmorégulatoire".

Ils ajoutent que pour les salmonidés, chez qui la smoltification est développée:

"les mécanismes hypoosmotiques surviennent principalement en eau douce tandis que pour l'omble de fontaine (<18 cm), ces mécanismes sont apparemment induits par la résidence en estuaire."

Finalement, ces auteurs suggèrent que l'estuaire est un site important pour l'acclimatation de l'omble de fontaine, acclimatation qui permet ultimement son entrée en eau plus salée.

Doyon (1990) démontre le caractère passif de la dévalaison et il attribue cette migration aux conditions environnementales de la rivière plutôt qu'à un phénomène contrôlé par des mécanismes déterminés génétiquement. Ce modèle semble bien s'appliquer à la population de la rivière Éternité car les caractéristiques biologiques des deux formes sont très similaires. De plus, les deux formes se retrouvent sur les mêmes sites de fraie au même moment, ce qui suggère une homogénéité génétique. Au point de vue morphologique, il n'existe aucune différence entre la forme résidant en eau douce et la forme anadrome, si ce n'est la plus grande taille atteinte par cette dernière et la possibilité de détecter la croissance en milieu estuarien par l'analyse des écailles.

Dans la rivière Éternité, la plus forte croissance des individus anadromes, comparativement aux ombles dulcicoles, est induit par la migration en milieu estuarien tandis que l'âge moyen plus faible des individus résidant en rivière, est probablement en relation avec leur plus grande susceptibilité à la pêche qui est surtout exercée en rivière plutôt que dans le Saguenay. La forme anadrome ou dulcicole est donc déterminée au stade juvénile lorsque les forts débits printaniers, associés aux faibles températures, induisent la dévalaison de certains individus dont leur faible capacité natatoire ou leur localisation au moment des crues les entraînent vers l'estuaire.

## **CHAPITRE V**

## **CONCLUSION**

Les résultats présentés dans les chapitres précédents ont permis d'apporter des connaissances nouvelles sur la biologie de l'omble de fontaine anadrome de la rivière Éternité. Sous divers aspects, le cycle de vie de cette population est semblable à celui de plusieurs autres populations situées à la même latitude. Les périodes de dévalaison et de montaison, ainsi que la taille des juvéniles en dévalaison sont comparables, à celles de la majorité des autres populations.

Par contre, plusieurs particularités distinguent la population de la rivière Éternité. L'âge des ombles à la dévalaison ainsi que l'âge à la maturité sont très peu élevés. Le facteur de condition et la fécondité sont élevés. Le rapport des sexes des ombles en montaison n'est pas différent de la parité contrairement aux autres populations où le nombre de femelles excède celui des mâles. Malgré une longévité nettement inférieure, les ombles de la rivière Éternité atteignent une taille comparable à celle des autres populations. La très forte croissance des individus, lors de leur séjour dans le Saguenay, est une des principales caractéristiques de cette population.

Les caractéristiques biologiques de la population de la rivière Éternité sont presque identiques à celles de la population de la rivière Ste-Marguerite. Cette observation suggère une uniformité des caractéristiques biologiques des diverses populations d'ombles de fontaine anadromes des tributaires de la rivière Saguenay. Les populations, n'ayant fait l'objet d'aucune investigation devraient présenter des caractéristiques similaires à celles des deux populations étudiées.

Il apparaît que les populations de l'estuaire du Saguenay ont des caractéristiques biologiques qui leur sont propres. Nous croyons que ces caractéristiques sont déterminées par les conditions environnementales particulièrement favorables qui prévalent dans l'estuaire du Saguenay. L'ensemble de cet estuaire semble offrir de grandes opportunités de développement pour l'omble de fontaine anadrome. Les populations d'ombles de fontaine anadromes, habitant des réseaux hydrographiques qui se déversent directement en eau fortement salée, ont probablement des contraintes de développement plus rigoureuses.

Il serait intéressant d'étudier la dispersion des ombles anadromes des tributaires du Saguenay lors de leur séjour hors rivière. Une meilleure connaissance de leur distribution en estuaire pourrait établir le type de relation que l'espèce entretient avec ce milieu et déterminerait les effets de ce dernier sur l'omble de fontaine. Ces recherches pourraient porter sur le potentiel de cet habitat, apparemment très favorable pour l'omble anadrome.

Une autre avenue de recherche s'offre à nous. Quels sont les facteurs écologiques qui limitent le développement d'une population d'ombles de fontaine anadromes? Est-il possible que la disponibilité des aires de reproduction ou d'alevinage soient un facteur limitant qui influence la capacité de support de la rivière? Si l'estuaire possède des ressources qui dépassent les besoins de la population, il est possible que seule la capacité de support du milieu dulcicole soit responsable du plafonnement de la population. Dans ce cas, serait-il possible de réaliser certains aménagements susceptibles de favoriser cette espèce? Par ailleurs, des essais ont été réalisés au Québec dans le but d'augmenter artificiellement l'abondance d'ombles de fontaine en dévalaison dans certaines rivières se déversants en eau saumâtre afin de maximiser les retours en rivière d'ombles anadromes. Cesensemencements ont connus du succès. Cette pratique pourraient servir à tirer profit de l'activité économique entourant ce poisson d'intérêt sportif.



Même si l'activité économique entourant l'exploitation des peuplements d'ombles de fontaine anadromes n'est pas aussi importante que celle entourant certaines autres espèces sportives, le développement d'une méthode de gestion simple et efficace, permettant le maintien à long terme des populations n'en est pas moins complexe.

Plusieurs aspects de la biologie des populations d'ombles de fontaine anadromes du Saguenay leur confèrent un bon potentiel d'exploitation par la pêche sportive. Le renouvellement très rapide des populations, causé par leur faible longévité, permet un rétablissement rapide des stocks. Leur âge peu élevé à la maturité, conjugué à leur bonne fécondité et à la grande taille des femelles fécondes permet de d'augmenter le nombre d'oeufs déposés. Le faible âge à la dévalaison a pour effet de maximiser le nombre de saisons passées en milieu estuarien. Il en résulte des reproducteurs de grande taille ayant une plus grande capacité de production d'oeufs.

L'exploitation des populations du Saguenay doit cependant s'effectuer en tenant compte de certaines limites. La faible longévité de ces populations a pour conséquence de réduire le nombre d'années où un spécimen peut participer à la fraie. De même, la pêche sportive et le braconnage peuvent exercer un effet négatif sur la longévité des individus et contribuer aussi à diminuer la capacité de reproduction des populations.

Les recherches futures devraient rendre possible le développement d'une méthode simple de détermination du potentiel d'un cours d'eau pour l'omble de fontaine anadrome et devraient permettre un contrôle adéquat de l'exploitation par la pêche.

## RÉFÉRENCES

- BARNARD, F. 1982. Compte rendu des travaux d'automne réalisés dans la ZAC Laval, dans le cadre du projet de capture de géniteurs de truite mouchetée. Québec, Min. du loisir, de la chasse et de la pêche. 10 p., app.
- BLANCHARD, R. 1935. L'Est du Canada français, province de Québec. Tome II. Beauchemin, Montréal, 336 p.
- BLEY, P. W. 1987. Age, growth et mortality of juvenile Atlantic salmon in streams: a review. U.S. Fish Wildl. Serv., Biol. Rep. 87(4). 25 p.
- CASTONGUAY, M. , G. J. FITZGÉRALD, et Y. CÔTÉ. 1982. Life history and movements of anadromous brook charr (*Salvelinus fontinalis*) in the Saint-Jean river, Gaspé, Québec. J. can. zool., 60: 3084-3091
- CHAPMAN, D. G. 1951. Some properties of the hypergeometric distribution with application to zoological sample censuses. Univ. Calif. publ. stat., 1: 131-160
- COLEMAN, J. R. 1970. The ecology et life history of (*Salvelinus fontinalis*) in Ungava. Univ. Waterloo, (thèse), 284 p.
- COOPER, E. L. 1951. Validation of the use of scales of brook trout, (*Salvelinus fontinalis*), for age determination. Copeia, 1951: 141-148.
- CÔTÉ, R. 1977. Aspects dynamiques de la production primaire dans le Saguenay, fjord subarctique du Québec. Thèse, Ph. D., Faculté des Sciences et de Génie, Université Laval. 194 p.
- CÔTÉ, R., et R. CHASSÉ. 1991. Aspects of winter primary production in the upstream section of Saguenay Fjord. Hydrobiologia, 215: 251-260.
- CÔTÉ, Y, P. DULUDE, D. JOMPHE, J.P. LEBEL, G. OUELLET, A. ROULEAU, ET L. ROY. 1987. Essai de classification normalisée des substrats granulaires et des fraies d'écoulement pour l'évaluation de la production salmonicole. Min. du loisir, de la chasse et de la pêche. 11 p.
- DICKHOFF, W. W., L. C. FOLMAR, et A. GORBMAN. 1978. Changes in plasma thyroxine during smoltification of Coho salmon, (*Oncorhynchus Kisutch*). Gen. Comp. Endocrinol., 36: 229-232

- DIX, L. M., et M. A. STRICKLAND. 1986. Use of tooth radiographs to classify martens by sex and age. Wildl. Soc. Bull., 14: 275-279.
- DOYON, J. F. 1990. Life history and bioenergetics of brook trout of rivière au saumon, northern Québec. Thèse de Maîtrise au département des ressources renouvelables, Macdonald campus of McGill University, Ste-Anne de Bellevue, Québec. 96 p.
- DOYON, J. F., C. HUDON, R. MORIN, et F. G. WHORISHEY JR. 1991. Bénéfices à court terme des mouvements anadromes saisonniers pour une population d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) du nouveau Québec. Can. J. Fish. Ag. Sci., 48: 2212-2222.
- DRAINVILLE, G. 1968. Le fjord du Saguenay. 1. Contribution à l'océanographie. Naturaliste Canadien., 95: 809-855.
- DUTIL, J.-D. 1976. L'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) du golfe Gillaume-Delisle, Nouveau-Québec. Univ. Laval., (thèse de maîtrise) 3524, 74 p.
- DUTIL, J.-D., et G. POWER. 1980. Coastal populations of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in lac Guillaume-Delisle (Richmond gulf), Québec. J. can. zool., 58: 1828-1835.
- GAUDREAU, A., M. CASTONGUAY, et G. J. FITZGERALD. 1982. Répartition des ressources et changements saisonniers de l'alimentation d'ombles de fontaine anadromes (*Salvelinus fontinalis*) J. can. zool., 60: 3068-3070
- GIBSON, R. J. 1966. Some factors influencing the distributions of brook trout and young Atlantic salmon. J. Fish. Res. Board Can., 23: 1977-1980.
- GIBSON, R. L. 1973. Interactions of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill) Int. Atl. Sal. Foun. Spec. Pub., 4: 181:202.
- GRAU E. G., J. L. SPECKER, R. S. NISHIOKA, et H. A. BERN. 1982. Factors determining the occurrence of the surge in thyroid activity during smoltification. Aquaculture, 28: 49-57.
- HOAR, W. S. 1976. Smolt transformation: evolution, behaviour and physiology. J. Fish. Res. Board Can., 33: 1233-1252.

- JOHNSON, C. E., et R. L. SAUNDERS. 1981. Parr-smolt transformation of yearling Atlantic salmon (*Salmo salar*) at several rearing temperatures. Can. J. Fish. Ag. Sci., 38: 1189-1198.
- JURDANT et AL. 1972. Carte écologique du Saguenay - Lac St-Jean. Centre de recherche forestier des Laurentides. Région de Québec. Rapport d'information Q-F-Y-31.
- KEENLEYSIDE, M.H.A. 1962. Skin-diving observations of Atlantic salmon and brook trout in the Miramichi, N.B. J. Fish. Res. Board Can., 19: 625-634.
- KIRSHNER, L. B. 1980. Comparison of vertebrate salt secreting organs. Am. J. Physiol., 238, R219-R223.
- LAPOINTE, A. 1991. Production potentielle de saumons de la rivière Éternité. Comparaison sommaire de deux méthodes d'évaluation. Québec, Min. du loisir, de la chasse et de la pêche. 34 p., app.
- LAURIN, A. F., et K.N.M. SHARMA. 1967. Carte du rapport géologique no. 161. Service de l'exploitation géologique.
- LAVERDIÈRE, C., et A. MAILLOUX. 1956. État de nos connaissances d'une transgression marine post-glaciaire dans les régions du haut Saguenay et du lac Saint-Jean. Rev. Can. Géogr., 10: 201-220.
- LAVIGNE, P.-J., et D. GUAY. 1982. Gestion de l'exploitation de l'omble de fontaine dans la région Côte-Nord. In: Compte rendu de l'atelier sur la gestion de l'omble de fontaine au Québec. Québec, Min. du loisir, de la chasse et de la pêche.
- LEAR, W. H., et F. A. DAY. 1977. An analysis of biological and environmental data collected at North Arbour River, Newfoundland, during 1959-75. Environment Canada, Fisheries and marine service. Tech. Rep. 697, 61 p.
- LEGENDRE, V. 1951. (*Salvelinus fontinalis*): stade de maturité. Office de biologie. Ministère de la chasse et des pêcheries, dépliant.
- LEGGETT et CARSCADDEN. 1978. Latitudinal variations in reproductive characteristics of American shad (*Alosa sapidissima*): evidence for population specific life history strategies in fish. J. Fish. Res. Board Can., 35: 1469-1478.
- LEJEUNE, R. 1987. Survol de la documentation relative à l'omble de fontaine anadrome. Québec, Min. du loisir, de la chasse et de la pêche. 39 p.

- LESUEUR, C. 1992. Études sur les déplacements et caractéristiques préliminaires de la population d'ombles de fontaine anadromes de la rivière Éternité. Québec, Min. du loisir, de la chasse et de la pêche. 30 p., app.
- LESUEUR, C. 1993a. Résultats du projet "Développement des ressources halieutiques de la rivière Éternité" et recommandations de mise en valeur. Société de Développement Touristique de Rivière Éternité. 25 p. et app.
- LESUEUR, C. 1993b. Compte rendu des résultats obtenus lors de l'étude de l'Omble de fontaine anadrome de la rivière Ste-Marguerite (Saguenay) en 1993. Association de la rivière Ste-Marguerite. 33 p.
- MACCRIMMON, H. R., et J. S. CAMBELL. 1969. World distribution of brook trout, (*Salvelinus fontinalis*) J. off. rech. pêch. Canada, 26: 1699-1725.
- MANN, R.H.K., C. A. MILLS, et D. T. CRISP. 1984. Geographical variation in the life-history tactics of some species of freshwater fish. "Fish reproduction: strategies and tactics" (eds. Potts, G.W. and Wootton, R.J.), 171-186. Academic press, Montréal.
- MARCY, B. C. 1976. Early life history stories of American shad in the lower Connecticut Yankee plant. "The Connecticut river ecological study monograph No. 1", 141-168. The American Fisheries society.
- McCORMICK, S. D., R. J. NAIMAN, et E. T. MONTGOMERY. 1985. Physiological smolt characteristics of anadromous and non-anadromous brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). J. can. sc. hal. aq., 42: 529-538
- McCORMICK, S. D., et R. J. NAIMAN. 1984. Osmoregulation in the brook trout, (*Salvelinus fontinalis*). II. Effect of size, age, and photoperiod on seawater survival and ionic regulation. Comp. Biochem. Physiol., 79A: 17-28.
- MONTGOMERY, W. L., S. D. McCORMICK, R. J. NAIMAN, F. G. WHORISKEY, et G. A. BLACK. 1990. Anadromous behaviour of brook charr (*Salvelinus fontinalis*) in the Moisie river, Québec. Pol. Arch. Hydrobiol., 37: 43-61.

- MORIN, R., DODSON, J. J., et G. POWER. 1982. Life history variations of anadromous cisco (*Coregonus artedii*), lake whitefish (*C. clupeaformis*), and round whitefish (*Prosopium cylindraceum*) populations of eastern James-Hudson bay. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 39: 958-967.
- MULLAN, J. W. 1958. The sea-run or salter brook trout (*Salvelinus fontinalis*) fishery of the coastal streams of Cape Cod, Massachussetts. Mass. Fish. Game, bull. 17, 25 p.
- NEU, C.W., C.R. BYERS, ET J.M. PEEK. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. J. Wildl. Manage., 38: 541-545.
- O'CONNEL, M. F. 1982. The biology of anadromous (*Salvelinus fontinalis*) and (*Salmo trutta*) in river systems flowing into Placentia bay and Saint Mary's bay, Newfoundland. Memorial Univ. Newf., (thèse), 253 p., apps.
- PARRY, G. 1966. Osmotic adaptation in fishes. Biol.Rev., 41, 392-444.
- POWER, G. 1980. The brook charr, (*Salvelinus fontinalis*). In: Charrs, Salmonid fishes of the genus *Salvelinus*, a review. (E.K. Balon, comp.), W. Junk Publ., La Haye.
- POWER, G. 1964. A technique for preparing scale smears. Trans. Am. Fish. Soc., 93: 201-202.
- RANDALL, R. G. 1982. Emergence, population densities, and growth of salmon and trout fry in two New Brunswick streams. Can. J. Zool., 60: 2239-2244.
- REMINGTON, R. D., et M. A. SCHORK. 1970. Statistics with applications to the biological and health sciences. Prentice-Hall inc., Englewood Cliffs, N.J. p.81-83.
- RICHER, W. E. 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. Bull. Off. rech. pêch. Can., 191F: 409 p.
- RICHER, W. E. 1971. Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell scientific publications. 349 p.
- SAUNDERS, R. L., et E. B. HENDERSON. 1978. Changes in gill ATPase activity and smolt status of Atlantic salmon (*Salmo salar*). J. Fish. Res. Bd Can., 35: 1542-1546

- SCOTT, W. B., et E. J. CROSSMAN. 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Off. rech. pêch. Canada, bull. 184, 1026 p.
- SHOONER, G. et ASSOCIÉS, inc., LAVOIE, S. et ASSOCIÉS, URBANISTES, et LE GROUPE LMB inc. 1990. Plan de développement et de mise en valeur de la ressource saumon des tributaires du Saguenay. Conseil régional Saguenay de la Fédération Québécoise pour la Saumon Atlantique. 144 p.
- SHOUBRIDGE, E. A. 1977. Reproductive strategies in local populations of American shad (*Alosa sapidissima*). M. Sc. Thesis, McGill University, Montréal. 51 p.
- SIMPSON, A. C.. 1951. The fecundity of the plaice. Fishery Invest. Lond. Ser. 2, 17, 5, 27 p.
- SMITH, M. W., et J. W. SAUNDERS. 1958. Movements of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) between and within fresh and salt water. J. off. rech. pêch. Canada, 15: 1403-1449.
- ST-GELAIS, S., et M-A. ROY. 1981. Étude de l'écologie aquatique de la rivière Éternité avec attention particulière au Saumon Atlantique (*Salmo salar*). M.L.C.P. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. Direction régionale du Saguenay/ Lac St-Jean. 74 p. et annexes.
- STEELE, P. O. 1986. Life history dtrategies of a north temperate salmonid, (*Salvelinus fontinalis*), In Polar Bear provincial park. Ph. D. Thesis, University of Western Ontario. 248 p.
- SWANSON, G. M. 1986. An interim report of the fisheries of the lower Nelson River and the impacts of hydroelectric development. 1985 data. Manitoba Dep. of natural resources, Fisheries Branch, MS Rep. 86-19 : 228 p.
- SWANSON, G. M., et K. R. KANSAS. 1987. A report of the fishsries resources of the lower Nelson River and the impacts of hydroelectric development. 1986 data. Manitoba Dep. of natural resources, Fisheries Branch, MS Rep. 87-30 : 240 p.
- VENNE, H., et P. MAGNAN. 1989. Life history tactics in landlocked Artic Charr (*Salvelinus alpinus*): a working hypothesis. Physiol. Ecol. Japan, Spec., 1: 239-248.



- VERRAULT, G., et R. COURTOIS. 1986. Changements saisonniers de l'alimentation de l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) dans les rivières Restigouche et Matapédia, en 1985. Québec, Min. du loisir, de la chasse et de la pêche. 25 p.
- VLADYKOV, V. D. 1956. Fecundity of wild speckled trout in Québec lakes. J. Fish. Res. Bd. Can., 13: 799-841.
- WHITE, H. C. 1940. Life history of sea-running brook trout (*Salvelinus fontinalis*) of Moser river, N.S. , J. off. rech. pêch. Canada, 5: 176-186.
- WILDER, D. G. 1952. A comparative study of anadromous and freshwaters populations of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). J. off. rech. pêch. Canada, 9: 169-203.