



SCCS

Secrétariat canadien de consultation scientifique

CSAS

Canadian Science Advisory Secretariat

Document de recherche 2004/136

Research Document 2004/136

Ne pas citer sans
autorisation des auteurs *

Not to be cited without
permission of the authors *

Pêche, biologie et distribution du capelan (*Mallotus villosus*) dans les divisions 4RST de l'OPANO en 2003 / **Capelin (*Mallotus villosus*) fishery, biology and distribution in NAFO Divisions 4RST in 2003**

François Grégoire¹, Claude Savenkoff¹, Hugues Benoît³, Denis Chabot²,
Charlyne Lévesque¹, Jocelyne Hudon¹ et/and Jerry Lavers⁴

¹Direction des poissons et des mammifères marins / Marine Fish Mammals Branch

²Direction des Invertébrés et de la biologie expérimentale / Invertebrates and Experimental Biology Branch
Ministère des Pêches et des Océans / Department of Fisheries and Oceans
Institut Maurice-Lamontagne / Maurice Lamontagne Institute
850 Route de la Mer
Mont-Joli, Québec
G5H 3Z4

³Section des poissons marins / Marine Fish Section
Ministère des Pêches et des Océans / Department of Fisheries and Oceans
Centre des Pêches du Golfe / Gulf Fisheries Centre
343 avenue de l'Université
Moncton, NB
E1C 9B6

⁴Ministère des Pêches et des Océans / Department of Fisheries and Oceans
C.P. 112, Port Saunders, Terre-Neuve / P.O. Box 112, Port Saunders, Newfoundland
A0K 4H0

* La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

* This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Ce document est disponible sur l'Internet à:

This document is available on the Internet at:

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/>

ISSN 1480-4884 (Imprimé/Printed)

© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2004

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2004

Canada

TABLE DES MATIÈRES / TABLE OF CONTENTS

Résumé	iii
Abstract	iv
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES / MATERIAL AND METHODS	2
2.1 Débarquements et prises accessoires / <i>Landings and by-catches</i>	2
2.2 Échantillonnage commercial / <i>Commercial sampling</i>	3
2.3 Indices de dispersion / <i>Dispersion indices</i>	3
2.4 Composition alimentaire et prédation / <i>Diet composition and predation</i>	5
3.0 RÉSULTATS / RESULTS	6
3.1 Débarquements et prises accessoires / <i>Landings and by-catches</i>	6
3.2 Échantillonnage commercial / <i>Commercial sampling</i>	7
3.3 Biologie / <i>Biology</i>	7
3.4 État de la ressource / <i>Status of the resource</i>	9
3.4.1 Prises du <i>NGCC Alfred Needler</i> / <i>CCGS Alfred Needler catches</i>	9
3.4.2 Cartes de probabilités / <i>Probabilities maps</i>	9
3.4.3 Indices de dispersion / <i>Dispersion indices</i>	10
3.4.4 Points de coupure / <i>Cutting points</i>	11
3.4.5 Point de vue de l'Industrie / <i>Industry point of view</i>	12
3.4.6 Consommation et prédation / <i>Consumption and predation</i>	13
3.4.7 Relation avec l'environnement / <i>Relationship with the environment</i>	14
4.0 CONCLUSION	15
4.1 Mortalité par la pêche / <i>Fishing mortality</i>	15
4.2 Krigeage d'indicatrice et le relevé du <i>NGCC Wilfred Templeman</i> dans le sud du Golfe en 2003 / <i>Indicator kriging and the CCGS Wilfred Templeman</i> <i>survey in the southern Gulf in 2003</i>	16
5.0 RECOMMANDATIONS / RECOMMENDATIONS	17
6.0 REMERCIEMENTS / ACKNOWLEDGEMENTS	18
7.0 RÉFÉRENCES / REFERENCES	18
Tableaux / <i>Tables</i>	20
Figures.....	33
Annexes / <i>Appendices</i>	77

Résumé

En 2003, les débarquements de capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent se sont chiffrés à 4 640 t ce qui représente une hausse de 1 248 t par rapport à 2002. Malgré cette hausse, les débarquements réalisés en 2003 demeurent sous la moyenne annuelle des 5 522 t calculée pour la période 1990-2002. Selon l'Industrie, la baisse récente des débarquements de capelan serait reliée à la perte de certains marchés importants et non à une diminution de l'abondance. La plupart des débarquements réalisés en 2003 provenaient de la pêche à la seine bourse qui se pratique sur la côte ouest de Terre-Neuve, en particulier dans la zone unitaire 4Rc. Entre la fin des années 1980 et le début des années 1990, les saisons de pêche dans cette zone unitaire ont été généralement caractérisées par des dates d'ouverture (et de ponte) de plus en plus tardives. La longueur moyenne des capelans capturés dans la division 4R a diminué entre 1986 et 1999. Elle a cependant augmenté par la suite, mais les longueurs mesurées en 2003 demeurent toujours en deçà de celles qui ont été observées dans les années 1980. Des indices mesurant la dispersion et les probabilités de retrouver du capelan sont maintenant calculés à partir des prises provenant des relevés scientifiques mesurant l'abondance des poissons de fond et de la crevette (*Pandalus borealis*). Ces indices présentent une tendance générale à la hausse entre 1990 et 2003. Entre 1997 et 2002, les zones associées à des probabilités élevées de retrouver du capelan dans le nord du Golfe se sont étendues graduellement vers l'est. Cependant, en 2003, la région de la côte ouest de Terre-Neuve a été caractérisée par une réduction de ces surfaces. Dans le sud du Golfe, une expansion très importante de la distribution du capelan s'est produite depuis le milieu des années 1990. Cette expansion semble être reliée à une réduction de la surface du plateau Madelinien qui est couverte par des eaux de moins de 1 °C. Des contenus stomacaux prélevés dans le golfe du Saint-Laurent (divisions 4R et 4S) depuis 1993 montrent que le capelan est important dans le régime alimentaire de la morue (*Gadus morhua*). Il existerait aussi un fort lien entre la longueur de la morue et l'importance du capelan dans son régime alimentaire. En fait, ce sont les morues de 20 à 70 cm qui consommeraient le plus de capelan.

Abstract

In 2003, capelin landings fished in the Estuary and the Gulf of St. Lawrence added up to 4,640 t. These landings represent a rise of 1,248 t compared with the 2002 level. However, despite this increase, the 2003 landings are still lower than the annual average landings of 5,522 t calculated for the 1990-2002 period. According to the industry, the recent drop in capelin landings would be caused by the loss of some significant markets and not a decrease in the abundance. The majority of landings realized in 2003 were made by purse seiners operating on the west coast of Newfoundland, and in unit area 4Rc in particular. Between the end of the 1980s and the beginning of the 1990s, fishing seasons in this area were generally characterized by late fishery opening dates (and spawning activities). The average length of capelin caught in Division 4R showed a downward trend between 1986 and 1999, but a rise occurred thereafter. Nevertheless, the lengths measured in 2003 still remain lower to those recorded in the 1980s. Indices measuring the dispersion and probabilities of finding capelin are now calculated from the groundfish and shrimp (*Pandalus borealis*) abundance research surveys. Between 1990 and 2003, these indices have been characterized by rises in their long-term tendencies. From 1997 to 2002, areas with high probabilities to find capelin in the northern Gulf of St. Lawrence expanded gradually towards the east. However in 2003, the west coast of Newfoundland was rather characterized by a reduction of such areas. For the southern Gulf, a very significant expansion of the species distribution characterized this area since the middle of the 1990s. This expansion seems to be linked with a reduction of the Magdalen Shallows surface area covered by water colder than 1°C. Stomach contents sampled in the Gulf of St. Lawrence (Divisions 4R and 4S) since 1993 revealed that the capelin is a significant food resource for cod (*Gadus morhua*). A strong link would exist between the length of cod and the importance of capelin in its diet. Indeed, cods from 20 to 70 cm would be the most important predator for capelin.

1.0 INTRODUCTION

Le capelan (*Mallotus villosus*) est un petit poisson pélagique de la famille des *Osmeridae*. Sa distribution est circumpolaire arctique et dans le Nord-Ouest de l'Atlantique, on le retrouve le long des côtes du Labrador et de Terre-Neuve, sur les Grands Bancs ainsi que dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Au cours des années 1960, le capelan a été abondant dans la baie de Fundy (Jangaard, 1974) et il est présent, depuis le milieu des années 1980, dans la partie Est du plateau néo-écossais (Frank, 1997).

Le capelan est pêché commercialement dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (Figure 1). Cette pêche s'est développée rapidement à la fin des années 1970 par l'arrivée d'un marché japonais pour la femelle oeuvée. Au cours des ans, les plus importants débarquements de capelan ont été réalisés sur la côte ouest de Terre-Neuve par des pêcheurs utilisant la seine bourse et la trappe (Beaulieu, 2001; Grégoire et al., 2003). La trappe est aussi employée sur la Basse Côte-Nord du Québec (Grégoire et al., 1997) et la fascine seulement dans l'estuaire du Saint-Laurent (Bérubé et Lambert, 1997). Les débarquements de capelan peuvent varier grandement d'une année à l'autre en raison de la demande des marchés ou de la longueur des poissons capturés. Comme pour les autres espèces de poissons exploitées commercialement, des échantillons biologiques de capelan sont recueillis annuellement dans les principaux ports de débarquements.

Le capelan est une prise accessoire régulière de la pêche commerciale à la crevette (*Pandalus borealis*) (Grégoire et Hurtubise, 1996). On le retrouve aussi dans les captures des relevés d'évaluation de

1.0 INTRODUCTION

Capelin (*Mallotus villosus*) is a small pelagic fish member of the *Osmeridae* family with an arctic circumpolar distribution. In the north-west of the Atlantic, capelin can be found along the coasts of Labrador and Newfoundland, on the Grand Banks as well as in the Estuary and the Gulf of St. Lawrence. During the 1960s, capelin was abundant in the Bay of Fundy (Jangaard, 1974) and has been present, since the middle of the 1980s, in the eastern part of the Scotian Shelf (Frank, 1997).

Capelin is commercially fished in the Estuary and the Gulf of St. Lawrence (Figure 1). This fishery developed rapidly with the emergence of a Japanese market for egg-bearing females in the late 1970s. Over the years, the most significant landings of capelin were made on the west coast of Newfoundland by fishermen using purse seines and traps (Beaulieu, 2001; Grégoire et al., 2003). Trap is also used on the Quebec lower North Shore (Grégoire et al., 1997) and weir only for the Estuary of St. Lawrence (Bérubé and Lambert, 1997). Capelin landings can largely vary from one year to another due to the market demand or the length of the fish caught. As for other commercially harvested fish species, biological samples of capelin are collected on an annual basis at the main ports of landing.

Capelin is a regular by-catch in shrimp (*Pandalus borealis*) commercial fishery (Grégoire and Hurtubise, 1996). Capelin is also captured during groundfish and shrimp abundance surveys that are carried out each

l'abondance des poissons de fond et de la crevette qui sont réalisés annuellement dans le nord (Bourdages et al., 2003) et le sud (Poirier et al., 2003) du golfe du Saint-Laurent. Pour l'instant, il n'existe aucun relevé d'abondance dirigé spécifiquement sur le capelan et aucune évaluation analytique. Cependant, il est généralement reconnu que la pêche a peu d'impact sur le stock et que les fluctuations d'abondance sont plutôt d'ordre naturel car la mortalité après la ponte est très élevée. De plus, le capelan est une proie très importante pour de nombreuses espèces de poissons et de mammifères marins (Biorex, 1988; Savenkoff et al., 2004).

L'objectif principal du présent document consistait à mettre à jour et à présenter les données biologiques, les captures commerciales et les prises accessoires de capelan recueillies ou réalisées en 2003. Le second objectif consistait à mettre à jour deux indices qui décrivent la dispersion du capelan dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.0 MATERIAL AND METHODS

2.1 Débarquements et prises accessoires

2.1 Landings and by-catches

Les données des débarquements commerciaux de capelan ont été tirées des fichiers **ZIFF** (Zonal Interchange File Format) produits annuellement à partir des récépissés d'achat et des livres de bord. Ces données ont été regroupées par division et zone unitaire de l'Organisation des Pêches de l'Atlantique du Nord-Ouest (**OPANO**), et par jour, mois et engin de pêche.

Data on capelin commercial landings were taken from the **ZIFF** (Zonal Interchange File Format) files compiled annually from purchase slips and logbooks. These data were broken down by the Northwest Atlantic Fisheries Organisation (**NAFO**) division and unit area, then by day, month and fishing gear.

Les prises accessoires de capelan par des crevetiers ont été regroupées par année et par mois pour tous les traits échantillonnés dans les divisions 4RST de l'OPANO.

The by-catches of capelin by shrimpers have been grouped by year and month for all the sets sampled in NAFO Divisions 4RST. Their spatial distributions were presented as

Leurs distributions spatiales ont été présentées de même que celles des prises des relevés au chalutage de fond du *NGCC Alfred Needler* réalisés dans le nord (H. Bourdages, MPO, Mont-Joli, comm. pers.) et le sud (H. Benoît, MPO, Moncton, comm. pers.) du golfe du Saint-Laurent entre 1990 et 2003. L'historique et les caractéristiques du relevé du sud du Golfe sont présentés en Annexe 1 de même que les raisons associées à l'utilisation d'un autre navire en 2003, le *NGCC Wilfred Templeman*.

2.2 Échantillonnage commercial

Le programme d'échantillonnage commercial couvre à chaque année les principales activités de pêche au capelan de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Cette couverture se traduit par la récolte d'échantillons qui sont pesés et mesurés à quai, puis analysés au laboratoire. Ces données permettent de calculer et de suivre l'évolution annuelle des fréquences de longueur, des relations poids-longueur, de la condition (indice de Fulton; Ricker, 1975) et de l'indice gonado-somatique (IGS). À la demande de l'Industrie, les échantillons commerciaux sont aussi utilisés pour calculer des nombres au kilogramme. Ces derniers sont comparés selon la provenance des échantillons et à un seuil de 50 capelans / kg. Ce seuil est un outil de gestion qui est utilisé depuis plusieurs années pour éviter la capture d'un trop grand nombre de petits capelans.

2.3 Indices de dispersion

Deux indices sont utilisés pour décrire la dispersion du capelan dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (Grégoire et al., 2002). Ces indices sont calculés à partir des prises de capelan des relevés d'abondance aux poissons de fond et à la crevette et se

well as the distributions of the catches by the *CCGS Alfred Needler* bottom trawl surveys conducted in the northern (H. Bourdages, DFO, Mont-Joli, pers. comm.) and southern (H. Benoît, DFO, Moncton, pers. comm.) Gulf of St. Lawrence from 1990 to 2003. The historic and characteristics of the southern Gulf survey are presented in Appendix 1 as the reasons why another vessel, the *CCGS Wilfred Templeman*, was used in 2003.

2.2 Commercial sampling

Every year, the commercial sampling program covers the main capelin fishery activities both in the Estuary and the Gulf of St. Lawrence. This coverage allows us to collect samples which are weighed and measured at dockside, and then undergo laboratory analysis. With resulting data, it is possible to calculate and follow the annual evolution of length frequencies, weight-length relationships, condition (Fulton index; Ricker, 1975) and gonado-somatic index (GSI). As requested by the industry, commercial samples are also used to calculate the number of fish per kilogram. These results are compared by sample source and in relation to a threshold of 50 capelin/kg. This threshold is a management tool that has been used for several years to prevent the capture of too many small capelin.

2.3 Dispersion indices

The dispersion of capelin in the Estuary and the Gulf of St. Lawrence (Grégoire et al., 2002) is described using two indices. Both indices are derived from the capelin catches during groundfish and shrimp abundance surveys and are defined in the following

définissent de la façon suivante: (1) la surface totale (km²) associée à une probabilité minimale de 50 % et plus de retrouver du capelan, et (2) les probabilités moyennes de retrouver du capelan. Ces indices ont été mis à jour pour les relevés de 2003 du *NGCC Alfred Needler* et *NGCC Wilfred Templeman* réalisés respectivement dans le nord et le sud du golfe du Saint-Laurent.

Le calcul des indices de dispersion débute par la transformation des prises de capelan par trait, ou $Z_{(x)}$, en une fonction indicatrice binaire ayant la forme suivante :

$$I_{(j)} = \begin{cases} 0 & \text{si } Z_{(x)} \leq Z_{(c)} \\ 1 & \text{si } Z_{(x)} > Z_{(c)} \end{cases}$$

où $Z_{(c)}$ représente un point de coupure dans la distribution des valeurs de $Z_{(x)}$. Ce point de coupure a été fixé à 0 de sorte que les valeurs 0 et 1 de $I_{(j)}$ représentent une absence ou une présence du capelan. Le variogramme utilisé pour décrire la structure spatiale de cet indicateur se décrit comme suit :

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{k=1}^{N(h)} [I(j_k) - I(j_k + h)]^2$$

où :

h = un vecteur de distance ayant une valeur et une direction

$N(h)$ = le nombre total de paires de stations utilisées dans le calcul de $\gamma(h)$

et :

$I(j_k)$ et $I(j_k + h)$, les valeurs de l'indicateur aux différentes stations d'échantillonnage dont les positions ont comme coordonnées (j_k) et $(j_k + h)$.

Le choix du modèle de variogramme et le calcul de la semivariance $\gamma(h)$ ont été

way: (1) the total surface area (km²) associated with a minimal probability of 50 % and more to find capelin, and (2) mean probabilities to find capelin. These indices were updated for the 2003 surveys of the *CCGS Alfred Needler* and *CCGS Wilfred Templeman* conducted in the northern and the southern Gulf of St. Lawrence, respectively.

The calculation of dispersion indices begins with the conversion of capelin catches by set, or $Z_{(x)}$, in the following binary indicator:

$$I_{(j)} = \begin{cases} 0 & \text{if } Z_{(x)} \leq Z_{(c)} \\ 1 & \text{if } Z_{(x)} > Z_{(c)} \end{cases}$$

where $Z_{(c)}$ represents a cutting point in the distribution of the values of $Z_{(x)}$. This cutting point was established at 0 so that 0 and 1 values of $I_{(j)}$ correspond to the absence or the presence of capelin. The variogram used to describe the spatial structure of this indicator is described as follows:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{k=1}^{N(h)} [I(j_k) - I(j_k + h)]^2$$

where:

h = a vector of distance having a value and a direction

$N(h)$ = the total number of pairs of stations used to calculate $\gamma(h)$

and:

$I(j_k)$ and $I(j_k + h)$, the values of the indicator at the various sampling stations whose positions coordinates are (j_k) and $(j_k + h)$.

The choice for the variogram model and the calculation of the semivariance $\gamma(h)$ were

réalisés à l'aide du logiciel de géostatistique GS^+ (Robertson, 1998). Le krigeage ponctuel ordinaire a été effectué à partir des paramètres des variogrammes annuels. Le nombre de points à inclure dans le voisinage de recherche a été fixé à 16 et aucune restriction n'a été appliquée sur le rayon de recherche. La surface échantillonnée par les relevés a été couverte d'une grille composée de mailles de 25 km^2 (Annexe 2). Le krigeage a été réalisé au centre de chacune de ces mailles, et les résultats ont été exprimés en terme de probabilités de retrouver du capelan.

Pour répondre à une question émise lors de la revue par les pairs, le krigeage d'indicatrice a été repris en utilisant différents points de coupure. Deux points de coupure ont été sélectionnés à partir de l'examen des distributions cumulatives des prises de capelan par trait.

2.4 Composition alimentaire et prédation *2.4 Diet composition and predation*

Récemment, des modèles écosystémiques ont été développés pour étudier le réseau trophique du nord du golfe du Saint-Laurent (C. Savenkoff, MPO, Mont-Joli, comm. pers.). Ce dernier a été divisé en plusieurs groupes fonctionnels représentés par un grand nombre d'espèces pélagiques et benthiques. Des mesures de biomasse, de production, de consommation et d'alimentation ont été calculées pour chacune de ces espèces (Morrisette et al., 2003). Dans le présent document, la composition alimentaire du capelan est décrite de même que la consommation de ses principaux prédateurs.

3.0 RÉSULTATS

3.0 RESULTS

3.1 Débarquements et prises accessoires

3.1 Landings and by-catches

En 2003, les données préliminaires des débarquements de capelan pour l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent se sont chiffrées à 4 640 t, ce qui représente une augmentation de 1 248 t par rapport à 2002 (Tableau 1). Malgré cette hausse, ces débarquements ne représentent que 62 % du TAC (4R=6 420 t; 4ST=1 035 t) et demeurent sous la moyenne annuelle des 5 522 t calculée pour la période 1990-2002 (Tableau 2). Tous les débarquements enregistrés en 2003 proviennent de la division 4R située sur la côte ouest de Terre-Neuve (Tableau 1, Figure 2). Ces débarquements sont associés à une pêche à la seine bourse qui est pratiquée principalement dans la zone unitaire 4Rc (Tableaux 2 et 3). En 2003, aucun débarquement n'a été enregistré dans les divisions 4S et 4T (Tableau 2). Au cours des années 1990, c'est en juin que la plupart des débarquements de capelan de la division 4R ont été réalisés (Tableau 4), par rapport à juillet dans 4S (Tableau 5) et mai et juin dans 4T (Tableau 6).

Un total de 7.5 t de capelan ont été enregistrés par des observateurs à bord de crevettiers en 2003 (Tableau 7). La plupart de ces prises ont été réalisées en avril et mai dans la région de l'Île d'Anticosti et sur la côte ouest de Terre-Neuve (Figure 3). La couverture annuelle de la flotte des crevettiers par des observateurs est d'environ 5 % (Sylvain Hurtubise, MPO, Mont-Joli, comm. pers.). Les observateurs enregistrent en moyenne 10.3 t de capelan par année comparativement à 809.8 t de crevettes (Tableau 7).

In 2003, preliminary data of capelin landings in the Estuary and the Gulf of St. Lawrence totalled 4,640 t, an increase of 1,248 t compared to 2002 level (Table 1). In spite of this rise, these landings only correspond to 62% of the TAC (4R=6,420 t; 4ST=1,035 t) and remain under the annual average of 5,522 t calculated for the 1990-2002 period (Table 2). All the landings recorded in 2003 were from NAFO Division 4R located on the west coast of Newfoundland (Table 1, Figure 2). These landings came from a purse seine fishery, which is mainly practised in unit area 4Rc (Tables 2 and 3). In 2003, there were no landings in Divisions 4S and 4T (Table 2). During the 1990s, most of Division 4R capelin landings were made in June (Table 4), compared to July for 4S (Table 5) and May and June for 4T (Table 6).

A total of 7.5 t of capelin were recorded by observers aboard shrimpers in 2003 (Table 7). The majority of these catches were made in April and May in the Anticosti Island area and on the west coast of Newfoundland (Figure 3). The annual coverage of the shrimpers' fleet by observers is of approximately 5% (Sylvain Hurtubise, DFO, Mont-Joli, pers. comm.). In average, observers record 10.3 t of capelin by year compared to 809.8 t of shrimps (Table 7).

3.2 Échantillonnage commercial

En 2003, des débarquements commerciaux de capelan ont été échantillonnés à 5 reprises dans les divisions 4R et 4S (Tableau 8). Dans chacune de ces divisions, le nombre de capelans mesurés à quai a été de 2 363 et 1 177 respectivement. De ces nombres, 156 et 77 capelans ont été conservés pour les analyses en laboratoire (Tableau 9). Dans la division 4T, 3 270 mesures ont été réalisées à quai et 135 capelans ont été analysés au laboratoire.

3.3 Biologie

Chez le capelan de la division 4R, la plus grande partie de la croissance se produit au cours des premières années de vie. Pour un même âge, les mâles ont une longueur et un poids supérieurs à ceux des femelles (Figure 4A). Les relations poids-longueur entre les deux sexes sont similaires (Figure 4B), mais pour des longueurs inférieures à environ 140 mm, les femelles ont un poids légèrement plus élevé que celui des mâles. L'indice gonado-somatique (IGS) démontre de très grandes variations au cours d'une saison, en particulier chez les femelles, en passant de moins de 5 % en avril (jours 100, 106 et 110 de l'année) à plus de 30 % entre le 11 juin (jour 162) et le 29 juin (jour 180) (Figure 5A). Pour les valeurs de l'IGS supérieures à environ 20 %, une relation inverse est observée entre ce paramètre et la condition des femelles (Figure 5B).

Entre la fin des années 1980 et le milieu des années 1990, les saisons de pêche au capelan se sont déroulées de plus en plus tardivement (Figure 6A). Depuis 1996, les saisons de pêche se sont rapprochées des patrons historiques, et en 2003, la pêche s'est déroulée plus tôt qu'au cours des deux années précédentes. Ces changements dans

3.2 Commercial sampling

In 2003, capelin commercial landings were sampled 5 times in NAFO Divisions 4R and 4S (Table 8). In each of these divisions, the total number of capelin measured at dockside was 2,363 and 1,177, respectively. On these numbers, 156 and 77 capelin were collected and analyzed in laboratory (Table 9). In Division 4T, 3,270 length measurements were realized at dockside and 135 capelin were analysed in laboratory.

3.3 Biology

Most of the growth of capelin of Division 4R occurs during the first years of its life. For the same age, male length and weight are higher than those of females (Figure 4A). The weight-length relationships between both sexes are similar (Figure 4B), but females shorter than approximately 140 mm have a weight slightly higher than males. The gonadosomatic index (GSI) shows very large variations during the season, in particular for females, ranging from less than 5% in April (days 100, 106 and 110 of the year) to more than 30% between June 11 (day 162) and June 29 (day 180) (Figure 5A). For the GSI values higher than approximately 20%, an opposite relation is observed between this parameter and female condition (Figure 5B).

Between the late 1980s and mid-1990s, capelin fishing seasons occurred at increasingly later dates (Figure 6A). Since 1996, fishing seasons have moved closer to historical patterns, and in 2003 the fishing season began earlier than in the two previous years. These changes in fishery dates are also linked with the season of reproduction

les dates de pêche sont aussi associés à la saison de reproduction puisque la pêche est réalisée lorsque le capelan se rapproche de la côte ou des plages pour la ponte. Traditionnellement, la pêche au capelan visait les femelles matures pour leurs œufs. Cependant, depuis quelques années, de nouveaux marchés se sont développés pour les femelles et les mâles vendus en entier.

Dans la division 4R, une diminution graduelle de la longueur moyenne des capelans femelles et mâles a été observée du milieu des années 1980 jusqu'en 1993 (Figure 6B). Cette diminution de la longueur, associée à des nombres élevés au kilogramme sont à l'origine d'une fermeture rapide de la pêche en 1994 (seulement un échantillon a été recueilli en 1994) et de son arrêt presque complet en 1995. La longueur moyenne des capelans est demeurée relativement stable mais peu élevée entre 1996 et 1998 avant de diminuer davantage en 1999 et d'augmenter à nouveau par la suite. Cependant, les longueurs mesurées en 2003 demeurent toujours en deçà de celles qui ont été observées dans les années 1980.

Ces variations de la longueur du capelan sont aussi observées à l'examen des fréquences de longueur annuelles (Figures 7A et 7B). Ces dernières sont aussi caractérisées par la présence d'un mode principal qui s'explique par le chevauchement des longueurs entre les différents groupes d'âge.

De plus faibles nombres moyens au kilogramme indiquent que la longueur des capelans échantillonnés dans les divisions 4R et 4S est généralement supérieure à celle des capelans de la division 4T (Figure 8). Dans la division 4R, ces nombres moyens ont été plus élevés que le seuil des 50 capelans au kilogramme en 1994 et 1995, puis entre 1999 et 2001. Les trois divisions

se caractérisent aussi par une augmentation des nombres au kilogramme après 1992.

increase in the numbers per kilogram after 1992.

3.4 État de la ressource

3.4 Status of the resource

3.4.1 Prises du NGCC Alfred Needler

3.4.1 CCGS Alfred Needler catches

Malgré certaines variations inter annuelles, les plus importantes prises de capelan par les relevés du *NGCC Alfred Needler* sont généralement réalisées autour de l'Île d'Anticosti et sur la côte ouest de Terre-Neuve (Figure 9). Les données de présence/absence de capelan associées à ces relevés (Figure 10) ont permis de calculer des variogrammes (Figure 11) à l'aide du modèle sphérique sauf pour 1995, 1997, 1999 et 2003 où le modèle exponentiel a été employé (Tableau 10A). Tous les coefficients de corrélation étaient élevés, à l'exception de celui de 2001, et aucune anisométrie n'a été détectée.

In spite of some interannual variations, the most significant capelin catches by the *CCGS Alfred Needler* surveys are generally made around the Anticosti Island and on the west coast of Newfoundland (Figure 9). The data on the presence/absence of capelin taken from these surveys (Figure 10) were used to calculate variograms (Figure 11) using the spherical model, except for 1995, 1997, 1999 and 2003, for which the exponential model was employed (Table 10A). All correlation coefficients were high, except that of 2001, and no anisometry was detected.

3.4.2 Cartes de probabilités

3.4.2 Probabilities maps

Lors de ces relevés, les probabilités de retrouver du capelan ont été généralement très élevées (80-100%) dans l'estuaire et la partie du golfe du Saint-Laurent située à l'ouest de l'Île d'Anticosti (Figure 12). Entre 1997 et 2003, les zones associées à de telles probabilités se sont étendues graduellement dans l'est et le sud-est de la zone échantillonnée.

During these surveys, the probabilities to find capelin were generally very high (80-100%) in the Estuary and in the part of the Gulf of St. Lawrence located west of the Anticosti Island (Figure 12). Between 1997 and 2003, the areas associated with such probabilities extended gradually in the east and the south-east of the area sampled.

Les prises de capelan des relevés du *NGCC Alfred Needler* dans le sud du golfe du Saint-Laurent démontrent clairement une expansion très importante de cette espèce dans cette région depuis le milieu des années 1990 (Figure 13). Les données de présence/absence de capelan de ces relevés associées à celles des relevés du nord du Golfe (Figure 14) ont permis de calculer des variogrammes (Figure 15) à l'aide du modèle sphérique pour les relevés réalisés

The capelin catches made during the *CCGS Alfred Needler* surveys in the southern Gulf of St. Lawrence clearly showed a very significant expansion of this species in this area since the middle of the 1990s (Figure 13). The data on the presence/absence of capelin taken from these surveys used in conjunction with those of the surveys made in the northern Gulf (Figure 14) allowed us to calculate variograms (Figure 15) using the spherical

entre 1990 et 1996 et en 1998 (Tableau 10B). Le modèle exponentiel a été utilisé pour les autres relevés et dans tous les cas des coefficients de corrélation élevés ont été mesurés et aucune anisométrie n'a été détectée.

Les cartes de probabilités démontrent aussi l'importante expansion du capelan dans le sud du Golfe (Figure 16). Cependant, une diminution des probabilités de retrouver du capelan a été observée dans d'autres régions. Par rapport à la moyenne de la période 1990-2002, c'est le cas en 2003 pour la côte ouest de Terre-Neuve, la Basse-Côte-Nord du Québec et la zone située au nord et à l'ouest de l'Île d'Anticosti (Figure 17). Des diminutions sont aussi observées pour cette zone lorsque les probabilités calculées en 2003 sont comparées à celles mesurées pour chacune des années précédentes (Figure 18).

3.4.3 Indices de dispersion

Les surfaces totales (km²) associées à une probabilité minimale de 50 % et plus de retrouver du capelan présentent une tendance nette à la hausse entre 1990 et 2003 (Figure 19A). Cette tendance est plus marquée pour les surfaces associées à l'ensemble du Golfe qu'à sa partie nord (incluant l'estuaire). Les probabilités moyennes de retrouver du capelan présentent aussi une tendance à la hausse pour la même période de temps (Figure 19B). Cependant, les probabilités sont plus élevées pour la partie nord du Golfe (incluant l'estuaire). Tous ces indices ont enregistré une hausse en 2003.

Ces indices, calculés par division, présentent aussi une tendance à la hausse pour 4S et 4T (Figures 20A et 20B). Cependant, une diminution est observée depuis 2000. Des variations annuelles plus importantes des indices sont observées dans la division 4R

model for the surveys carried out between 1990 and 1996 and in 1998 (Table 10B). The exponential model was used for the other surveys and in all cases, high coefficients of correlation were measured and no anisometry was detected.

The probabilities maps also show the significant expansion of capelin in the southern Gulf (Figure 16). However, a reduction of the probabilities to find capelin was observed in other regions. Compared to the 1990-2002 period, this is the case in 2003 for the west coast of Newfoundland, the Quebec lower North Shore as well as the area located to the north and west of the Anticosti Island (Figure 17). Reductions are also observed in this area when the probabilities calculated in 2003 are compared with those measured for each of the preceding years (Figure 18).

3.4.3 Dispersion indices

The total surface areas (km²) associated with a minimal probability of 50 % and more to find capelin reveal a clear upward trend between 1990 and 2003 (Figure 19A). This trend is more evident for surface areas associated with the Gulf as a whole rather than those associated with its northern part (including the Estuary). The average probabilities to find capelin show also an upward trend for the same period (Figure 19B). However, the probabilities are higher in the case of the northern Gulf (including the Estuary). All these indices showed an increase in 2003.

These indices, calculated by division, also reveal an upward trend for 4S and 4T (Figures 20A and 20B). However, a decrease is observed since 2000. Greater annual variations in these indices are observed in Division 4R with maximums in

avec des maximums en 1997, 2001 et 2003. Ces deux indices présentent aussi une tendance à la hausse pour la division 4T qui a été échantillonnée par le relevé du nord ou par les relevés du nord et du sud (Figures 21A et 21B).

3.4.4 *Points de coupure*

Les relevés réalisés entre 1990 et 2003 sont caractérisés par un grand nombre de traits ayant peu de capelan. Par exemple, pour le relevé du nord du Golfe, les traits ayant 0.10 kg et plus de capelan ne représentent que 39.9 % de tous les traits échantillonnés lors de cette période (Figure 22A). Pour tout le Golfe, cette valeur est réduite à 30.6% (Figure 22B). Un point de coupure fixé à 0.10 kg a permis de calculer des variogrammes à l'aide des modèles sphériques et exponentiels pour le nord (Tableau 11A) et l'ensemble du golfe du Saint-Laurent (Tableau 12A). Un second point de coupure a été fixé à 0.25 kg. Les traits associés à ce dernier représentent seulement 28.1 % et 21.3 % de tous les traits échantillonnés respectivement dans le nord (Figure 22A) et tout le Golfe (Figure 22B). Ce point de coupure a aussi permis de calculer des variogrammes à l'aide des modèles sphériques et exponentiels (Tableaux 11B et 12B). Aucune anisométrie n'a été détectée pour les variogrammes associés à ces deux points de coupure. Aucun point de coupure supérieur à 0.25 kg n'a pu être utilisé en raison du faible nombre de traits correspondant et de la difficulté à calculer des variogrammes.

Les cartes de probabilités associées à ces points de coupure mettent en évidence les zones de plus grande concentration de capelan (Figure 23). Les indices de dispersion associés à ces points de coupure présentent les mêmes variations annuelles que ceux calculés à partir des données de

1997, 2001 and 2003. These two indices reveal also an upward trend for Division 4T which was sampled by the northern survey or by the northern and southern surveys (Figures 21A and 21B).

3.4.4 *Cutting points*

The surveys conducted between 1990 and 2003 are characterized by a great number of sets with few capelin. For example, for the northern Gulf survey, sets with 0.10 kg and more of capelin represent only 39.9% of all the sets sampled during this period (Figure 22A). For the entire Gulf, this figure is reduced to 30.6% (Figure 22B). A cutting point fixed at 0.10 kg allowed us to calculate variograms using the spherical and exponential models for the northern (Table 11A) and the entire Gulf of St. Lawrence (Table 12A). A second cutting point was fixed at 0.25 kg. Sets associated to this point represent only 28.1% and 21.3% of all the sets sampled in the northern (Figure 22A) and the entire Gulf, respectively (Figure 22B). This cutting point also allowed us to calculate variograms with the spherical and exponential models (Tables 11B and 12B). No anisometry was detected for the variograms associated to these two cutting points. No cutting point greater than 0.25 kg was used because of the small number of corresponding sets and the difficulty to calculate variograms.

The probabilities maps associated to these cutting points reveal the zones with greater concentration of capelin (Figure 23). The dispersion indices associated to these cutting points show the same annual variations than the indices calculated with the capelin presence/absence data (Figures 24 and 25).

présence/absence de capelan (Figures 24 et 25). Cependant, aucune tendance à la hausse n'est notée pour ces indices pour l'ensemble de la période couverte par les relevés.

3.4.5 Point de vue de l'Industrie

Les commentaires suivants proviennent de différents secteurs de l'Industrie de la pêche au capelan de la côte ouest de Terre-Neuve. Ils concernent en particulier les points suivants : (1) en 2003, le capelan était de bonne taille et en abondance tout comme le lançon (*Ammodytes* sp.) à l'automne; (2) au cours des dernières années, il n'était plus possible de prédire le moment de la ponte, et lorsque cette dernière était présente, elle se déroulait rapidement. Cependant, en 2003, la ponte s'est déroulée plus près des patrons saisonniers historiques, et à certains endroits, elle a été très intense; (3) l'abondance et la taille du capelan se sont améliorées en 2003; (4) les faibles débarquements observés depuis 1999 ont été causés par la perte des marchés traditionnels aux mains des Norvégiens et des Islandais et non par la petite taille ou la faible abondance du capelan; (5) tôt en saison, le capelan constitue un énorme problème pour les crevettiers pêchant dans le chenal d'Esquiman; (6) l'état actuel de l'abondance de l'espèce ne justifie pas la fermeture de cette pêche; (7) avant de développer davantage cette pêche, l'Industrie demande des études sur les changements de distribution et de ponte observés depuis quelques années; (8) aucune pêche ne devrait être exercée sur le capelan pour permettre le retour de la morue; (9) un très grand mécontentement a été exprimé par l'Industrie de la pêche au capelan sur la réduction des TAC de 40 % en 2003. Au cours de la dernière année, l'Industrie a mentionné à plusieurs occasions que cette décision avait été basée sur l'état précaire du

However, no upward trend in these indices is noted for the entire period covered by the surveys.

3.4.5 Industry point of view

The comments that follow come from various sectors of the capelin fishing industry of Newfoundland's west coast: (1) in 2003, capelins were abundant and of good size, as was the case with sand lance (*Ammodytes* sp.) in the fall; (2) in recent years, it was no longer possible to forecast the spawning period, which was short in duration when occurring. However, in 2003, spawning corresponded more closely to historical seasonal patterns, and was quite intense in certain areas; (3) Capelin abundance and size improved in 2003; (4) the low landings recorded since 1999 are the result of the loss of traditional markets to the Norwegians and Icelanders, and not the result of small capelin size or reduced abundance; (5) early in the season, capelin is a huge problem for shrimpers in the Esquiman Channel; (6) the current abundance of the species does not justify fishery closure; (7) before developing this fishery further, the industry requests that studies be conducted on the distribution and spawning changes noted in recent years; (8) no capelin fishing should be conducted in order to allow the return of cod; (9) the capelin fishing industry has demonstrated considerable dissatisfaction towards the TAC reductions of 40% implemented in 2003. During the last year, the industry repeatedly stated that this decision was based on the precarious status of capelin off the east coast of Newfoundland, whereas the capelin situation in the Gulf of St. Lawrence was not taken into consideration; (10) the industry wonders what would happen to capelin TACs should cod fishing open next

capelan de la côte est de Terre-Neuve et que la situation du capelan dans le golfe du Saint-Laurent n'avait pas été considérée; (10) l'Industrie se demande ce qui adviendrait des TAC du capelan si la pêche à la morue ouvrait la saison prochaine.

Pour l'estuaire du Saint-Laurent, plusieurs commentaires font état de la présence en très grand nombre du capelan dans les pêches à la fascine. Sur la côte nord du Québec, un très grand nombre de femelles ont été retrouvées mortes sur la plage par rapport aux mâles qui dominent normalement les mortalités causées par la ponte. À ce même endroit, la ponte a été d'une très grande intensité.

3.4.6 Consommation et prédation

Il existe peu d'informations récentes sur l'alimentation du capelan. Au milieu des années 1980, des études ont montré que ce dernier se nourrissait principalement de zooplancton (Figure 26A). De nouvelles estimations réalisées dans le milieu des années 1990 indiquent que le petit et le grand zooplancton représentent toujours les principales proies du capelan (Figure 26B). La proportion de poissons dans son alimentation demeure cependant très faible (< 4%). Il est aussi reconnu que l'activité alimentaire du capelan varie selon la saison. Ainsi, au moment de la fraie, l'alimentation cesse complètement, puis reprend graduellement par la suite.

Le capelan peut être une proie très importante de la morue. À Terre-Neuve (divisions 2J3KL), par exemple, le capelan est la proie principale de la morue (Lilly, 1991). Des contenus stomacaux prélevés dans le golfe du Saint-Laurent (divisions 4R et 4S) depuis 1993 montrent que le capelan y est important dans le régime alimentaire de la morue, sans y jouer un rôle aussi

season. As for the Estuary of St. Lawrence, many comments were made concerning the large number of capelin caught through weir fishing. On the Quebec's North Shore, a very large number of females were found dead on the beach, whereas males normally dominate the spawning deaths. In that same area, spawning was very intense.

3.4.6 Consumption and predation

A few recent information exist on capelin feeding. In the middle of the 1980s, studies showed that capelin mainly eat zooplankton (Figure 26A). New estimates collected in the mid-1990s indicate that small and large zooplankton remain capelin's main food source (Figure 26B). However, the proportion of fish in its diet is still low (< 4%). It is also recognized that the feeding activity of capelin varies according to the season. Thus, at the time of spawning, feeding ceases completely to resume gradually thereafter.

Capelin may be a very significant prey for cod. For example, capelin is the main prey of cod in Newfoundland (Divisions 2J3KL) (Lilly, 1991). Stomach contents collected in the Gulf of St. Lawrence (Divisions 4R and 4S) since 1993 show that capelin is a significant food resource for cod, but to a lesser extent than on the east coast of Newfoundland. As at this location, a strong

dominant que sur la côte est de Terre-Neuve. Comme à cet endroit, il y a sur la côte ouest de Terre-Neuve un fort lien entre la taille des morues et l'importance du capelan dans leur régime alimentaire (Figure 27). Les morues de moins de 20 cm en mangent peu, leur alimentation étant surtout composée d'invertébrés. De même, les plus grosses morues (> 70 cm) en mangent moins parce qu'elles recherchent des poissons de plus grande taille, comme des harengs (*Clupea harengus harengus*) et des poissons plats. Ce sont donc les morues de taille intermédiaire (20-70 cm) qui mangent le plus de capelan.

La présence du capelan dans les contenus stomacaux de la morue varierait aussi selon la provenance des échantillons et le type ou la sélectivité des engins de pêche utilisés. Par exemple, pour les morues de 20-50 cm, la présence du capelan est plus importante dans les estomacs provenant des morues capturées au large par les pêches sentinelles mobiles que par le relevé scientifique au chalutage de fond du *NGCC Alfred Needler* qui couvre pourtant la même zone, mais avec un engin qui a une sélectivité différente (Figure 28). Cependant, ce sont dans les estomacs des morues échantillonnées près de la côte par les pêches sentinelles fixes que le capelan est le plus abondant.

Dans le milieu des années 1980, la grande morue et le sébaste (*Sebastes* sp.) représentaient les deux principaux prédateurs du capelan (Figure 29A). Dans le milieu des années 1990, ces deux espèces ont été remplacées par les cétacés et le phoque du Groenland (*Phoca groenlandica*) (Figure 29B).

3.4.7 Relation avec l'environnement

Les variations récentes de la température de l'eau dans le golfe du Saint-Laurent

link exists on the west coast of Newfoundland between the size of cods and the importance of capelin in their diet (Figure 27). Cods of less than 20 cm eat a few capelin, their feeding being especially made up of invertebrates. In the same way, larger cods (> 70 cm) eat fewer capelin because they seek for bigger size fish, like herrings (*Clupea harengus harengus*) and flatfish. Cods of intermediate size (20-70 cm) are thus the largest consumers of capelin.

The presence of capelin in cod stomach contents would also vary according to the samples location and the type or selectivity of fishing gears. Thus, for the 20-50 cm group, more capelin was present in the stomachs of individuals captured offshore by mobile gear sentinel fisheries, compared to individuals captured during the *CCGS Alfred Needler* scientific surveys with bottom trawls conducted in the same area, but with a gear having a different selectivity (Figure 28). However, stomachs of cods sampled close to the coast by fixed gear sentinel fisheries showed the highest capelin content.

In the mid-1980s, large cod and redfish (*Sebastes* sp.) were capelin's main predators (Figure 29A). In the mid-1990s, these two species were replaced by cetaceans and harp seal (*Phoca groenlandica*) (Figure 29B).

3.4.7 Relationship with the environment

Recent water temperature fluctuations in the Gulf of St. Lawrence appear to have had a

semblent avoir affecté de façon significative différents aspects du cycle de vie de certains poissons commerciaux. Dans le cas du capelan, une diminution de l'aire du plateau Madelinien couverte par des eaux de moins de 1°C semble avoir un lien avec l'expansion de la distribution de l'espèce dans cette partie du golfe du Saint-Laurent (Figure 30). Sur la côte ouest de Terre-Neuve, un refroidissement des températures de l'eau pourrait être à l'origine de la réduction de croissance qui a été observée au début des années 1990. Pour l'instant, on ne connaît pas l'impact de ces variations de température sur la mortalité naturelle, la production et le recrutement du capelan. De plus, il existe très peu d'information sur les sites de ponte traditionnels de même que sur les nouveaux sites qui seraient associés aux changements récents de la distribution de l'espèce.

4.0 CONCLUSION

4.1 Mortalité par la pêche

Même s'il n'est pas possible pour le moment d'estimer la mortalité par la pêche, cette dernière n'a probablement pas d'effets détectables sur la population au niveau actuel des captures. Il est par contre impossible d'estimer l'impact d'une augmentation importante des captures sur la population et le reste de l'écosystème, puisque les fluctuations d'abondance du capelan sont causées avant tout par des facteurs d'ordre naturel. Comme la durée de vie de l'espèce est brève, son abondance est sujette à des changements brusques, puisque la population n'est constituée que de quelques groupes d'âge. En raison des marchés, l'effort de pêche peut être fortement corrélé à la longueur des capelans femelles. L'intérêt de l'Industrie est plus grand pour les régions où les conditions environnementales sont plus favorables à la

big impact on various aspects of the lifecycle of certain commercial fish. In the capelin's case, the area of the Magdalen Shallows that is covered by water below 1°C seems to be linked to the expansion of the species' distribution in this part of the Gulf of St. Lawrence (Figure 30). Cooler waters off the west coast of Newfoundland could explain the decrease in growth observed in the early 1990s. It is not currently known what impact these water temperature fluctuations have had on capelin's natural mortality, production, and recruitment. In addition, very little data is available on traditional and new capelin spawning grounds that could be associated with recent changes in the species' distribution.

4.0 CONCLUSION

4.1 Fishing mortality

Even though it is not currently possible to estimate fishing mortality, this mortality probably does not have detectable impacts on the population at the current level of capture. However, it is impossible to estimate the impact that a significant increase in captures would have on the population and the rest of the ecosystem as variations in capelin abundance are caused above all by natural factors. As this species has a short lifespan, its abundance is prone to abrupt changes because the population is only made up of a few age groups. Because of the markets, the fishing effort can be strongly correlated with the length of females. The interest of the industry is greater for regions where the environmental conditions are more favourable to capelin growth. This explains the low demand for capelin in Divisions 4S and 4T.

croissance. Ceci explique la faible demande pour le capelan des divisions 4S et 4T.

4.2 Krigeage d'indicatrice et le relevé du NGCC Wilfred Templeman dans le sud du Golfe en 2003

Les poissons pélagiques comme le capelan sont reconnus pour avoir une distribution spatiale hétérogène. De plus, comme la distribution du capelan dans la colonne d'eau n'est pas très bien connue au moment des relevés au chalutage de fond, les estimations d'abondance qui en résultent peuvent s'avérer imprécises. Il a donc été convenu d'utiliser les prises de capelan de ces relevés que pour mesurer la distribution et la dispersion de l'espèce.

L'approche sélectionnée pour effectuer ces mesures est le krigeage d'indicatrice qui est basé sur les données de présence et d'absence (Isaaks et Srivastava, 1989; Deutsch et Journal, 1998). Nous croyons que ce type de données provenant d'un relevé au chalut de fond convient mieux à une espèce pélagique ayant une distribution hétérogène comme le capelan. Nous croyons aussi qu'il est possible de combiner ces données même si elles proviennent de navires et d'engins de pêche ayant des sélectivités différentes comme dans le cas du NGCC Wilfred Templeman et du NGCC Alfred Needler.

Les zones de plus grande concentration de capelan ont été mises en évidence par l'utilisation de points de coupure associés à des captures de 0.10 kg et 0.25 kg et plus par trait. Cependant, cette approche doit être utilisée avec prudence car il existe beaucoup de variabilité autour des captures de capelan. De plus, l'utilisation de points de coupure autres que les données de présence et absence ne permet pas de combiner des relevés utilisant des engins de pêche de

4.2 Indicator kriging and the CCGS Wilfred Templeman survey in the southern Gulf in 2003

Pelagic fish such as capelin are known to have a heterogeneous spatial distribution. Moreover, as the capelin distribution in the water column is not well known at the time of the bottom trawl surveys, the corresponding abundance estimations can be imprecise. It has been agreed to use the capelin catches from these surveys to only measure its distribution and dispersion.

The chosen approach to realize these measurements is the indicator kriging based on the presence and absence data (Isaaks and Srivastava, 1989; Deutsch and Journal, 1998). We believe that this kind of data from a bottom trawl survey is more appropriated for a pelagic species with a heterogeneous distribution such as capelin. We also believe that it is possible to combine these data even if they are from vessels and gears having different selectivity as in the case of the CCGS Wilfred Templeman and the CCGS Alfred Needler.

Zones with greater concentration of capelin were revealed with the utilization of cutting points associated with catches of 0.10 kg and 0.25 kg and more per set. However, this approach should be used with cautious because there is a lot of variability around the catches of capelin. Moreover, the utilization of cutting points different of the presence and absence data cannot allow the combination of surveys using fishing gear of different selectivity.

sélectivité différente.

5.0 RECOMMANDATIONS

- Chez le capelan, le fait marquant des dernières années concerne les changements dramatiques qui ont été observés dans la croissance, la ponte et la distribution de l'espèce. Des changements dans l'environnement du golfe du Saint-Laurent se sont produits au même moment de sorte qu'il pourrait exister des liens étroits entre ces derniers et les événements qui se sont produits chez le capelan. Des études concernant le rôle de l'environnement sur la biologie et l'écologie de cette espèce devraient être entreprises rapidement.
- Même si la pêche a probablement peu d'impact sur les variations de l'abondance du capelan, nous recommandons que toute **augmentation** des TAC se fasse de **façon progressive** en raison du rôle de premier ordre du capelan dans l'écosystème marin, d'un manque de connaissance sur sa biologie et de l'absence d'un relevé d'abondance dirigé spécifiquement sur cette espèce.

5.0 RECOMMENDATIONS

- For capelin, the main event that occurred over the last years relates to the dramatic changes affecting the growth, spawning and distribution of the species. As the environment of the Gulf of St. Lawrence also undergo changes at the same time, close links between these changes and the events that affected capelin could exist. Studies concerning the impact of the environment on the biology and the ecology of this species should be undertaken quickly.
- Even if the fishery does not appear to have an impact on capelin variations of abundance, we recommend that any TAC **increase** be made **progressively** due to capelin's prominent role in the marine ecosystem, the lack of knowledge regarding its biology, and the absence of an abundance survey targeting specifically this species.

6.0 REMERCIEMENTS

6.0 ACKNOWLEDGEMENTS

Les auteurs aimeraient remercier très sincèrement Hugo Bourdages et Alain Fréchet pour la révision du document. The authors would like to express very sincere thanks to Hugo Bourdages and Alain Fréchet for reviewing this document.

7.0 RÉFÉRENCES / REFERENCES

- Beaulieu, J.-L. 2001. Description de la pêche au capelan (*Mallotus villosus*) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (divisions 4RST) pour 1999 et 2000. SCCS Document de recherche 2001/048. 56 p.
- Bérubé, S., et J.-D. Lambert. 1997. Suivi ichthyologique dans l'estuaire du Saint-Laurent (1986-1996). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2171 : viii + 57 p.
- Biorex. 1988. Faisabilité de l'exploitation des euphausides dans l'ouest du golfe du Saint-Laurent. Programme de développement de l'Est du Québec. 73 p.
- Bourdages, H., D. Archambault, B. Morin, A. Fréchet, L. Savard, F. Grégoire et/and M. Bérubé. 2003. Résultats préliminaires du relevé multidisciplinaire de poissons de fond et crevette d'août 2003 dans le nord du golfe du Saint-Laurent. SCCS Document de recherche 2003/078. 68 p.
- Deutsch, C. V., et A. G. Journel. 1998. GSLIB Geostatistical Software Library and User's Guide. Second ed. Oxford University Press, N.Y. 369 p.
- Frank, K. 1997. Scotian Shelf capelin. Fisheries and Oceans. Maritimes Region. Stock Status Report B3-06, 3 p.
- Grégoire, F., et S. Hurtubise. 1996. Les prises accessoires de capelan (*Mallotus villosus*) dans le golfe du Saint-Laurent entre 1990 et 1995. MPO Pêches de l'Atlantique. Document de recherche 96/55. 59 p.
- Grégoire, F., R. Morneau, H. Bouchard et J. Landry. 1997. Analyse des captures de capelan (*Mallotus villosus*) associées aux programmes Pêcheur-Repères du capelan et de la crevette (*Pandalus borealis*). MPO Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks. Document de recherche 97/14. 30 p.
- Grégoire, F., H. Bourdages et J. Roy. 2002. Production d'un indice de dispersion pour le capelan (*Mallotus villosus*) de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent par le krigeage d'indicatrice. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2418: vi + 21 p.

- Grégoire, F., D. Chabot, C. Savenkoff, C. Lévesque, J. Guérin, et/and J. Lavers. 2003. Pêche, biologie et distribution du capelan (*Mallotus villosus*) dans les divisions 4RST de l'OPANO en 2002. 68 p.
- Isaaks, E. H., et R. M. Srivastava. 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford University Press, N.Y. 561 p.
- Jangaard, P. M. 1974. Le capelan (*Mallotus villosus*) : Biologie, distribution, exploitation, utilisation et composition. Bulletin de l'office des recherches sur les pêcheries du Canada. 186F: 73 p.
- Lilly, G. R. 1991. Interannual variability in predation by cod (*Gadus morhua*) on capelin (*Mallotus villosus*) and other prey off southern Labrador and northeastern Newfoundland. ICES Mar. Sci. Symp. 193:133-146.
- Morissette, L., S.-P. Despatie, C. Savenkoff, M. O. Hammill, H. Bourdages, et/and D. Chabot. 2003. Data gathering and input parameters to construct ecosystem models for the northern Gulf of St. Lawrence (mid-1980s). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2497: vi + 94 p.
- Poirier, G.A., T. Hurlbut, D. P. Swain, G. A. Chouinard, H. P. Benoît, C. LeBlanc, et L. Currie. 2003. Résultats préliminaires du relevé au chalut de fond de septembre 2003 dans le sud du golfe du Saint-Laurent. SCCS Document de recherche 2003/112. 24 p.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191E: 382 p.
- Robertson, G. P. 1998. GS⁺: Geostatistics for the Environmental Sciences. Gamma Design Software. Plainwell, Michigan, USA. 152 p.
- Savenkoff, C., F. Grégoire et/and D. Chabot. 2004. Main prey and predators of capelin (*Mallotus villosus*) in the northern and southern Gulf of St. Lawrence during the mid-1980s and mid-1990s. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2551: vi + 30 p.

Tableau 1. Débarquements¹ (t) commerciaux de capelan pour les divisions 4RST de l'OPANO depuis 1960.

Table 1. Commercial landings¹ (t) of capelin in NAFO Divisions 4RST since 1960.

ANNÉE / YEAR	DIVISION			TOTAL	ANNÉE / YEAR	DIVISION			TOTAL
	4R	4S	4T			4R	4S	4T	
1960	600	46	32	678	1990	6 205	164	153	6 522
1961	424	50	90	564	1991	7 166	59	247	7 472
1962	514	4	143	661	1992	8 605	856	56	9 517
1963	444	13	94	551	1993	6 739	1 263	236	8 238
1964	563	33	101	697	1994	592	208	166	966
1965	755	50	100	905	1995	15	90	47	152
1966	735	88	43	866	1996	6 265	461	172	6 898
1967	724	39	150	913	1997	7 399	252	238	7 889
1968	734	30	32	796	1998	8 764	141	893	9 799
1969	1 394	92	82	1 568	1999	4 735	10	166	4 911
1970	339	75	42	456	2000	5 129	69	18	5 217
1971	403	15	46	464	2001	741	66	5	811
1972	370	41	126	537	2002	3 295	77	20	3 392
1973	270	84	75	429	2003 ²	4 640	0	0	4 640
1974	180	113	128	421					
1975	68	94	105	267					
1976	92	48	336	476					
1977	1 514	69	318	1 901					
1978	8 341	37	1 323	9 701					
1979	5 737	1 132	2 163	9 032					
1980	1 939	15	1 566	3 520					
1981	2 164	1	237	2 402					
1982	156	2	235	393					
1983	920	0	104	1 024					
1984	1 907	0	180	2 087					
1985	2 574	0	488	3 062					
1986	3 744	0	1	3 745					
1987	907	0	67	974					
1988	4 714	129	249	5 092					
1989	8 512	1 078	444	10 034					

¹ De 1960 à 1978: CIPANO Bulletins Statistiques Vol. 10 à 28; De 1979 à 1993: OPANO Bulletins Statistiques Vol. 29 à 43; depuis 1994, les données proviennent des fichiers ZIFF (Zonal Interchange File Format) annuels /
From 1960 to 1978: ICNAF Statistical Bulletins Vol. 10 to 28; From 1979 to 1993: NAFO Statistical Bulletins Vol. 29 to 43; since 1994, data are from the annual ZIFF (Zonal Interchange File Format) files.

² Données préliminaires (les fichiers ZIFF de 1994 à 2002 sont finaux) / Preliminary data (ZIFF files from 1994 to 2002 are final).

Tableau 2. Estuaire et golfe du Saint-Laurent: Débarquements (t) de capelan par division de l'OPANO et par engin de pêche pour la période 1990-2003.

Table 2. Estuary and Gulf of St. Lawrence: Capelin landings (t) by NAFO Division and fishing gear for the 1990-2003 period.

DIVISION ENGIN / GEAR	ANNÉE / YEAR														MOYENNE / AVERAGE (1990-2002)
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003*	
4R	6 205	7 166	8 605	6 739	592	15	6 265	7 399	8 764	4 735	5 129	741	3 295	4 640	5 050
TAC 4R	20 000	18 000	4 025	9 025	10 000	10 000	8 400	10 000	10 000	10 700	10 700	10 700	10 700	6 420	
4S	164	59	856	1 263	208	90	461	252	141	10	69	66	77	0	286
4T	153	247	56	236	166	47	172	238	893	166	18	5	20	0	186
TAC 4ST	5 000	3 300	1 725	1 725	1 725	1 725	1 450	1 725	1 725	1 725	1 725	1 725	1 725	1 035	
Seine Plage / Beach Seine	458	149	12	0	13	15	0	0	0	0	0	0	0	0	50
Seine Bourse / Purse Seine	4 215	7 014	7 517	6 827	649	0	5 479	6 511	7 232	4 791	5 129	741	3 295	4 640	4 569
Trappe / Trap	1 720	181	1 921	1 283	210	103	1 306	1 203	2 509	11	1	0	7	0	804
Fascine / Weir	129	127	56	128	94	34	113	175	57	0	0	0	0	0	70
Chalut / Trawl	0	1	0	0	0	0	0	0	0	110	0	0	2	0	9
Divers / Others	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	87	0	87	0	14
TOTAL	6 522	7 472	9 517	8 238	966	152	6 898	7 889	9 799	4 911	5 217	811	3 392	4 640	5 522

* Préliminaire / Preliminary

21

Tableau 3. Côte ouest de Terre-Neuve: Débarquements (t) de capelan par zone unitaire de l'OPANO pour la période 1990-2003.

Table 3. West coast of Newfoundland: Capelin landings (t) by NAFO unit area for the 1990-2003 period.

ZONE UNITAIRE / UNIT AREA	ANNÉE / YEAR														MOYENNE / AVERAGE (1990-2002)
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003*	
4Ra	1 959	154	1 554	73	10	15	605	734	1 827	29	0	0	115	134	544
4Rb	479	82	1 506	469	265	0	1 841	2 480	3 814	1 675	356	0	856	1 006	1 063
4Rc	925	4 907	4 675	4 264	245	0	3 364	4 171	2 541	3 031	4 773	605	2 323	3 452	2 756
4Rd	104	2 023	117	1 933	72	0	430	14	581	0	0	136	0	48	416
NK**	2 739	0	754	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	271
TOTAL	6 205	7 166	8 605	6 739	592	15	6 265	7 399	8 764	4 735	5 129	741	3 295	4 640	5 050

* Préliminaire / Preliminary ; ** Non spécifié / Not known

Tableau 4. Débarquements (t) mensuels de capelan et TAC pour la division 4R de l'OPANO.

Table 4. Monthly landings (t) of capelin and TAC for NAFO Division 4R.

ANNÉE / YEAR	MOIS / MONTH										TOTAL	TAC	
	MARS / MARCH	AVRIL / APRIL	MAI / MAY	JUIN / JUNE	JUILLET / JULY	AOÛT / AUGUST	SEPT.	OCT.	NOV.	INC ¹ / NK			
1960											600	600	
1961				298	103	23						424	
1962				246	255	13						514	
1963				417	27							444	
1964				405	116	42						563	
1965				374	262	119						755	
1966				364	311	60						735	
1967				487	222	15						724	
1968				388	289	57						734	
1969				613	781							1 394	
1970			2	139	184	14						339	
1971				237	166							403	
1972				49	209	112						370	
1973				172	79	19						270	
1974		43	87	44	6							180	
1975				59	9							68	
1976				59	33							92	
1977			248	1 210	49	7						1 514	
1978			394	7 853	93	1						8 341	
1979			4 712	1 018	7							5 737	
1980			1 389	489	61							1 939	
1981	4			1 983	101	76						2 164	20 000
1982				47	105				4			156	20 000
1983			113	563	179	65						920	20 000
1984				1 508	399							1 907	20 000
1985				2 385	36	153						2 574	20 000
1986				3 497	74	1					172	3 744	20 000
1987				866	37	2	2					907	20 000
1988				1 820	2 835	59						4 714	20 000
1989			947	7 563	2							8 512	20 000
1990				2 170	4 005	30						6 205	20 000
1991				5 136	1 869	145	16					7 166	18 000
1992				5 460	3 145							8 605	4 025
1993				6 686	53							6 739	9 025
1994				87	504	1						592	10 000
1995					15							15	10 000
1996				5 592	673							6 265	8 400
1997				5 503	1 896							7 399	10 000
1998				7 069	1695							8 764	10 000
1999			5	4 556	174							4 735	10 700
2000				4 806	324							5 129	10 700
2001				741								741	10 700
2002				2 918	376							3 295	10 700
2003 ²				3 946	695							4 640	6 420

¹ Le mois n'est pas connu / Month not known.

² Données préliminaires / Preliminary data.

Tableau 5. Débarquements (t) mensuels de capelan et TAC pour la division 4S de l'OPANO.

Table 5. Monthly landings (t) of capelin and TAC for NAFO Division 4S.

ANNÉE / YEAR	MOIS / MONTH										TOTAL	TAC	
	MARS / MARCH	AVRIL / APRIL	MAI / MAY	JUIN / JUNE	JUILLET / JULY	AOÛT / AUGUST	SEPT.	OCT.	NOV.	INC ¹ / NK			
1960			28	9	9							46	
1961			18	25	6	1						50	
1962				4								4	
1963			7	6								13	
1964			7	2	24							33	
1965 ²	1	3	14	25	1		1	2	1			50	
1966			65	21	1	1						88	
1967		3		36								39	
1968				26	4							30	
1969			13	71	8							92	
1970		2	26	47								75	
1971			2	13								15	
1972			7	34								41	
1973			58	26								84	
1974			82	28	3							113	
1975			56	37	1							94	
1976			33	15								48	
1977			37	32								69	
1978				37								37	
1979			1	1 131								1 132	
1980				3	12							15	
1981			1									1	5 000
1982		1	1									2	5 000
1983												0	5 000
1984												0	5 000
1985												0	5 000
1986												0	5 000
1987												0	5 000
1988			5	88	36							129	5 000
1989				273	800	5						1 078	5 000
1990				22	75	22	22	23				164	5 000
1991		1	45	5	7	1						59	3 300
1992			1	1	845	9						856	1 725
1993				8	1 249	6						1 263	1 725
1994		1			200	8						208	1 725
1995					86	4						90	1 725
1996		2	2	220	196	41						461	1 450
1997		2	24	149	77							252	1 725
1998			14	3	124							141	1 725
1999				10			0					10	1 725
2000 ³					0							69	1 725
2001 ⁴												66	1 725
2002 ⁵					7							77	1 725
2003 ⁶												0	1 035

¹ Le mois n'est pas connu / Month not known.

² Dont 1 t en février et 1 t en décembre / With 1 t in February and 1 t in December.

³ Dont 68.95 t en janvier / With 68.95 t in January.

⁴ Dont 66 t en janvier / With 66 t in January.

⁵ Dont 69.85 t en janvier / With 69.85 t in January.

⁶ Données préliminaires / Preliminary data.

Tableau 6. Débarquements (t) mensuels de capelan et TAC pour la division 4T de l'OPANO.

Table 6. Monthly landings (t) of capelin and TAC for NAFO Division 4T.

ANNÉE / YEAR	MOIS / MONTH										TOTAL	TAC ⁹		
	MARS / MARCH	AVRIL / APRIL	MAI / MAY	JUIN / JUNE	JUILLET / JULY	AOÛT / AUGUST	SEPT.	OCT.	NOV.	INC ¹ / NK				
1960			26	6								32		
1961		1	72	16	1							90		
1962			130	13								143		
1963			86	8								94		
1964		4	77	19	1							101		
1965 ²								9	6			100		
1966 ³		1	5	4	6	4	6	9	6			43		
1967			113	37								150		
1968		2	14	13	1		2					32		
1969			81	1								82		
1970		8	28	6								42		
1971		5	33	8								46		
1972		2	106	15	1				2			126		
1973			56	15	4							75		
1974			117	11								128		
1975		4	93	8								105		
1976 ⁴	5		228	67	1		24	9				336		
1977		2	68	245	3							318		
1978		32	81	1 209		1						1 323		
1979		13	375	1 775								2 163		
1980			62	1 428	75	1						1 566		
1981		28	173	17	19							237	5 000	
1982		110	78	40	1			1	5			235	5 000	
1983		4	79	6	4			11				104	5 000	
1984			180									180	5 000	
1985		41	214	233								488	5 000	
1986			1									1	5 000	
1987		30	33	4								67	5 000	
1988		32	92	110						15		249	5 000	
1989		18	307	119								444	5 000	
1990	12	16	72	53								153	5 000	
1991		10	121	115	1							247	3 300	
1992		2	31	23								56	1 725	
1993		2	77	157								236	1 725	
1994		1	42	108	15							166	1 725	
1995		5	15	16	11							47	1 725	
1996		20	69	79	0.2	3	0.4	0.1	0.1			172	1 450	
1997		61	88	71	18	0						238	1 725	
1998		18	22	701	136	17						894	1 725	
1999				166			0			0		166	1 725	
2000 ⁵												18	1 725	
2001 ⁶												5	1 725	
2002 ⁷		3	7	2		0	0	3				20	1 725	
2003 ⁸													1 035	

¹ Le mois n'est pas connu / Month is not known.

² Dont 15 t en décembre, 38 t en janvier et 32 t en février / With 15 t in December, 38 t in January, and 32 t in February.

³ Dont 1 t en décembre et 1 t en février / With 1 t in December, and 1 t in February.

⁴ Dont 2 t en février / With 2 t in February.

⁵ Dont 18.14 t en janvier / With 18.14 t in January.

⁶ Dont 4.54 t en janvier / With 4.54 t in January.

⁷ Dont 4.54 t en janvier / With 4.54 t in January.

⁸ Données non disponibles / Data not available.

⁹ Les divisions 4S et 4T partagent le même TAC / Divisions 4S and 4T share the same TAC.

Tableau 7. Prises de capelan et de crevette (kg) enregistrées par des observateurs pour tous les traits échantillonnés sur des crevettiers dans les divisions 4RST de l'OPANO depuis 1991.

Table 7. Capelin and shrimps catches (kg) recorded by observers for all the sets sampled on shrimpers in NAFO Divisions 4RST since 1991.

Capelan / Capelin :

ANNÉE / YEAR	TRAITS / SETS	MOIS / MONTH										TOTAL
		Mars / March	Avril / April	Mai / May	Juin / June	Juillet / July	Août / August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	
1991	453	0	2 315	3 678	290	41	195	1 890	4 644	0	0	13 053
1992	1 531	0	9 625	5 542	2 850	690	2 153	709	102	0	0	21 671
1993	1 008	0	1 285	9 778	604	80	617	289	296	32	114	13 095
1994	612	1 594	10 149	599	0	127	16	189	0	0	0	12 674
1995	409	0	4 883	747	10	0	77	0	196	66	2	5 981
1996	209	0	862	57	0	0	0	0	0	0	0	919
1997	1 125	0	17 973	805	651	196	47	45	651	0	0	20 368
1998	1 161	0	14 159	75	138	367	350	137	44	5	0	15 275
1999	1 202	0	1 638	522	300	688	951	445	1 892	78	0	6 514
2000	1 266	0	3 794	368	325	878	843	9	12	243	0	6 472
2001	1 062	0	848	238	40	91	249	460	113	131	0	2 170
2002	1 139	0	1 312	190	35	140	1 605	4 245	112	16	209	7 864
2003	963	0	1 871	4 709	17	340	516	1	0	0	0	7 454
Moyenne / Average	934	123	5 440	2 101	405	280	586	648	620	44	25	10 270

Crevette / Shrimp :

ANNÉE / YEAR	TRAITS / SETS	MOIS / MONTH										TOTAL
		Mars / March	Avril / April	Mai / May	Juin / June	Juillet / July	Août / August	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	
1991	453	0	10 651	95 620	44 966	23 649	10 751	67 535	30 063	0	0	283 235
1992	1 531	0	83 008	63 672	285 548	168 859	120 420	64 410	30 729	0	0	816 646
1993	1 008	0	38 670	181 814	105 502	43 115	76 977	62 143	38 592	2 292	3 353	552 458
1994	612	24 460	196 063	15 054	0	113 600	17 502	33 949	0	0	0	400 628
1995	409	0	209 956	62 106	6 130	0	12 157	0	13 191	15 686	652	319 878
1996	209	0	129 238	17 107	0	0	0	0	0	0	0	146 345
1997	1 125	0	500 720	98 923	229 451	129 939	69 224	20 475	19 387	0	0	1 068 119
1998	1 161	0	305 743	91 563	142 311	253 135	184 282	105 832	5 556	3 501	0	1 091 923
1999	1 202	0	250 736	108 129	263 053	339 419	126 504	24 583	47 314	620	0	1 160 358
2000	1 266	0	247 475	180 834	170 920	369 673	261 910	10 328	2 233	24 703	0	1 268 076
2001	1 062	0	177 806	101 511	89 728	136 111	195 140	170 030	58 352	75 686	0	1 004 364
2002	1 139	0	68 643	127 870	56 476	178 703	345 067	348 583	69 716	3 435	28 037	1 226 530
2003	963	0	228 599	341 966	41 427	311 759	264 515	1 226	0	0	0	1 189 492
Moyenne / Average	934	1 882	188 254	114 321	110 424	159 074	129 573	69 930	24 241	9 686	2 465	809 850

Tableau 8. Nombre de fréquences de longueur recueillies et de capelans mesurés par des échantillonneurs depuis 1985.

Table 8. Number of length frequencies gathered and capelin measured by port samplers since 1985.

ANNÉE / YEAR	DIVISION	FEMELLE / FEMALE		MÂLE / MALE		TOTAL	
		# ÉCHANTILLONS / # SAMPLES	# POISSONS / # FISH	# ÉCHANTILLONS / # SAMPLES	# POISSONS / # FISH	# ÉCHANTILLONS / # SAMPLES *	# POISSONS / # FISH
1985	4R	7	1 247	7	707	7	1 954
	4S	0	0	0	0	0	0
	4T	1	264	1	111	1	375
1986	4R	12	1 969	12	1 103	12	3 072
	4S	5	361	5	802	5	1 163
	4T	7	180	8	1 897	8	2 077
1987	4R	3	507	3	319	3	826
	4S	3	38	3	702	3	740
	4T	7	176	7	1 590	7	1 766
1988	4R	17	2 404	17	2 067	17	4 471
	4S	9	580	9	1 510	9	2 090
	4T	15	798	17	3 612	17	4 410
1989	4R	10	1 413	10	1 067	10	2 480
	4S	5	250	5	1 075	5	1 325
	4T	6	139	6	1 382	6	1 521
1990	4R	10	1 355	10	1 228	10	2 583
	4S	15	1 281	17	3 190	17	4 471
	4T	28	1 579	28	5 867	28	7 446
1991	4R	7	950	8	1 084	8	2 034
	4S	13	392	14	3 248	14	3 640
	4T	11	771	11	2 055	11	2 826
1992	4R	9	1 238	9	1 064	12	2 302
	4S	12	641	12	2 489	12	3 130
	4T	8	754	10	1 801	10	2 555
1993	4R	12	2 058	12	1 084	12	3 142
	4S	9	706	10	1 912	10	2 618
	4T	5	349	5	904	5	1 253
1994	4R	1	167	1	89	1	256
	4S	7	580	10	2 031	10	2 611
	4T	6	850	7	688	7	1 538
1995	4R	2	24	2	576	2	600
	4S	13	694	15	3 639	15	4 333
	4T	10	1 050	11	1 903	11	2 953
1996	4R	11	1 690	11	1 305	11	2 995
	4S	13	2 325	15	3 870	15	6 195
	4T	12	1 217	15	2 588	15	3 805

Tableau 8. (Suite).
Table 8. (Continued).

ANNÉE / YEAR	DIVISION	FEMELLE / FEMALE		MÂLE / MALE		TOTAL	
		# ÉCHANTILLONS /	# POISSONS /	# ÉCHANTILLONS /	# POISSONS /	# ÉCHANTILLONS /	# POISSONS /
		# SAMPLES	# FISH	# SAMPLES	# FISH	# SAMPLES *	# FISH
1997	4R	10	1 189	10	1 386	10	2 575
	4S	28	1 471	28	5 851	28	7 322
	4T	24	2 249	24	4 184	24	6 433
1998	4R	8	1 067	8	970	8	2 037**
	4S	8	579	8	1 501	8	2 080
	4T	5	966	5	393	5	1 359
1999	4R	14	2 587	14	1 285	14	4 129***
	4S	2	308	2	207	2	515
	4T	8	1 275	8	937	8	2 212
2000	4R	6	697	6	856	6	1 993****
	4S	0	0	0	0	0	0
	4T	2	31	3	522	3	553
2001	4R	2	289	2	189	2	478
	4S						0
	4T						0
2002	4R	7	797	7	1098	7	1 895
	4S						0
	4T						
2003	4R	5	1 300	5	1 063	5	2 363
	4S	5	157	5	1 020	5	1 177
	4T	12	1 197	12	2 073	12	3 270

* Deux fréquences de longueur (femelle et mâle) par échantillon / *Two length frequencies (female and male) by sample.*

** Non inclus: un échantillon de 208 capelans sexe non identifié / *Not included: one sample of 208 capelin not sexed.*

*** Non inclus: un échantillon de 257 capelans sexe non identifié / *Not included: one sample of 257 capelin not sexed.*

**** Non inclus: un échantillon de 440 capelans sexe non identifié / *Not included: one sample of 440 capelin not sexed.*

Tableau 9. Nombre de capelans analysés au laboratoire depuis 1985.
 Table 9. Number of capelin analysed in the laboratory since 1985.

ANNÉE / YEAR	DIVISION	MOIS / MONTH				TOTAL
		AVRIL / APRIL	MAI / MAY	JUIN / JUNE	JUILLET / JULY	
1985	4R		36	199		235
	4T	31				31
1986	4R		11	153		164
	4S		62			62
	4T	43	14	40		97
1987	4R	37		77		114
	4S			24	56	80
	4T	24	51	97		172
1988	4R		20	318	79	512
	4S		38	141		188
	4T	20	93	232		375
1989	4R					200
	4S					400
	4T					200
1990	4R			65	112	177
	4S		54	59	109	222
	4T		158	47		205
1991	4R	16	21	84	8	129
	4S		124	32	17	173
	4T		29	128		157
1992	4R			115	54	169
	4S		12	39	29	80
	4T		63	49		112
1993	4R			150	52	202
	4S			559	68	627
	4T			233		233
1994	4R				17	17
	4S			404	163	567
	4T		56	180		236
1995	4R				62	62
	4S		12	89	63	164
	4T		26	100		126
1996	4R			153	17	170
	4S		38	73	54	165
	4T	27	49	70	24	170
1997	4R			135	34	169
	4S		47	213	76	336
	4T		110	200	29	339

Tableau 9. (Suite).
 Table 9. (Continued).

ANNÉE / YEAR	DIVISION	MOIS / MONTH				TOTAL
		AVRIL / APRIL	MAI / MAY	JUIN / JUNE	JUILLET / JULY	
1998	4R			143		143
	4S			62	61	123
	4T		28	24		52
1999	4R			404		404
	4S			15	21	36
	4T	15	49	35	1	100
2000	4R	500		161		661
	4S					
	4T			21	37	58
2001	4R			54		54
	4S					
	4T					
2002	4R			150	54	204
	4S					
	4T					
2003	4R			156		156
	4S		43	34		77
	4T		49	86		135

Tableau 10. Paramètres des variogrammes isotropiques des relevés de l'évaluation d'abondance des poissons de fond du NGCC *Alfred Needler* réalisés dans le nord (A) et tout (B) le golfe du Saint-Laurent entre 1990 et 2003.

Table 10. Parameters of the isotropic variograms for the CCGS *Alfred Needler* groundfish abundance assessment surveys conducted in the northern (A) and all (B) the Gulf of St. Lawrence between 1990 and 2003.

A: Nord du Golfe / Northern Gulf

ANNÉE / YEAR	MODÈLE / MODEL	Pépite / Nugget (C ₀)	Plateau / Sill (C ₀ + C)	Portée / Range (A ₀)	R ²	RSS*
1990	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.049	0.360	482	0.982	1.651E-03
1991	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.148	0.332	683	0.968	9.338E-04
1992	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.101	0.329	520	0.972	1.181E-03
1993	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.134	0.275	376	0.972	3.882E-04
1994	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.055	0.304	408	0.989	4.319E-04
1995	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.092	0.416	443	0.988	5.822E-04
1996	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.086	0.293	620	0.976	9.943E-04
1997	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.115	0.255	116	0.916	7.191E-04
1998	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.123	0.298	482	0.971	7.544E-04
1999	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.059	0.292	202	0.964	1.199E-03
2000	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.082	0.216	339	0.970	3.716E-04
2001	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.120	0.195	162	0.649	1.804E-03
2002	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.141	0.315	750	0.972	8.066E-04
2003	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.015	0.192	10.6	0.977	5.879E-05

B: Tout le Golfe / All the Gulf

ANNÉE / YEAR	MODÈLE / MODEL	Pépite / Nugget (C ₀)	Plateau / Sill (C ₀ + C)	Portée / Range (A ₀)	R ²	RSS*
1990	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.013	0.383	664	0.978	2.836E-03
1991	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.079	0.328	565	0.982	1.306E-03
1992	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.086	0.322	530	0.992	4.824E-04
1993	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.109	0.329	572	0.992	2.827E-04
1994	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.094	0.324	496	0.994	2.200E-04
1995	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.111	0.319	538	0.988	4.850E-04
1996	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.099	0.317	480	0.996	1.594E-04
1997	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.133	0.291	152	0.952	4.740E-04
1998	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.092	0.331	545	0.994	2.699E-04
1999	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.094	0.284	146	0.930	1.222E-03
2000	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.099	0.305	244	0.976	6.135E-04
2001	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.087	0.280	130	0.960	5.588E-04
2002	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.106	0.248	60	0.948	4.836E-04
2003	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.167	0.334	612	0.918	4.014E-04

* Somme des résidus au carré / *Residual sum of squares*

Tableau 11. Paramètres des variogrammes isotropiques pour des points de coupure de 0.10 kg (A) et 0.25 kg (B) et plus pour les relevés de l'évaluation d'abondance des poissons de fond du NGCC *Alfred Needler* réalisés dans le nord du golfe du Saint-Laurent entre 1990 et 2003.

Table 11. Parameters of the isotropic variograms for cutting points of 0.10 kg (A) and 0.25 kg (B) and more for the CCGS *Alfred Needler* groundfish abundance assessment surveys conducted in the northern Gulf of St. Lawrence between 1990 and 2003.

A: Point de coupure / Cutting point \geq 0.10 kg

ANNÉE / YEAR	MODÈLE / MODEL	Pépite / Nugget (C_0)	Plateau / Sill ($C_0 + C$)	Portée / Range (A_0)	R^2	RSS*
1990	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0210	0.3650	524	0.957	4.461E-04
1991	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.1166	0.2602	358	0.977	3.091E-04
1992	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0342	0.3484	544	0.997	1.615E-04
1993	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0719	0.3128	429	0.934	2.948E-03
1994	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0240	0.3410	462	0.991	7.633E-04
1995	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0863	0.2826	463	0.997	5.474E-04
1996	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0887	0.3264	409	0.988	4.214E-04
1997	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0538	0.2446	48	0.987	1.629E-04
1998	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0953	0.2956	450	0.925	2.060E-03
1999	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0722	0.3334	448	0.994	2.889E-04
2000	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.1072	0.2884	395	0.954	8.647E-04
2001	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0198	0.2216	16	0.967	2.022E-04
2002	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0925	0.1960	137	0.924	3.434E-04
2003	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.1153	0.2636	178	0.961	5.215E-04

B: Point de coupure / Cutting point \geq 0.25 kg

ANNÉE / YEAR	MODÈLE / MODEL	Pépite / Nugget (C_0)	Plateau / Sill ($C_0 + C$)	Portée / Range (A_0)	R^2	RSS*
1990	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0090	0.3760	574	0.954	5.375E-03
1991	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0631	0.2262	130	0.956	4.468E-04
1992	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0582	0.2584	542	0.990	2.711E-04
1993	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0682	0.2964	471	0.956	2.127E-03
1994	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0662	0.3104	554	0.981	9.690E-04
1995	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0829	0.2268	445	0.989	1.209E-04
1996	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0733	0.2976	134	0.944	1.312E-03
1997	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0948	0.2146	60.3	0.961	2.082E-04
1998	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0721	0.2222	416	0.872	2.357E-03
1999	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0893	0.3096	456	0.979	6.648E-04
2000	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0993	0.3366	686	0.957	1.673E-03
2001	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0001	0.1232	21.4	0.897	4.054E-04
2002	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0009	0.0886	13.5	0.884	9.259E-05
2003	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.1058	0.3416	1022	0.955	2.190E-03

* Somme des résidus au carré / *Residual sum of squares*

Tableau 12. Paramètres des variogrammes isotropiques pour des points de coupure de 0.10 kg (A) et 0.25 kg (B) et plus pour les relevés de l'évaluation d'abondance des poissons de fond du NGCC *Alfred Needler* réalisés pour tout le golfe du Saint-Laurent entre 1990 et 2003.

Table 12. Parameters of the isotropic variograms for cutting points of 0.10 kg (A) and 0.25 kg (B) and more for the CCGS *Alfred Needler* groundfish abundance assessment surveys conducted in all the Gulf of St. Lawrence between 1990 and 2003.

A: Point de coupure / Cutting point \geq 0.10 kg

ANNÉE / YEAR	MODÈLE / MODEL	Pépite / Nugget (C_0)	Plateau / Sill ($C_0 + C$)	Portée / Range (A_0)	R^2	RSS*
1990	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0001	0.2962	600	0.898	1.960E-02
1991	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0608	0.2516	520	0.957	1.030E-03
1992	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0361	0.2712	552	0.986	4.962E-04
1993	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0398	0.3266	669	0.985	8.600E-04
1994	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.034	0.3920	712	0.968	4.463E-03
1995	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0586	0.2202	495	0.962	6.454E-04
1996	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0763	0.2786	425	0.983	4.370E-04
1997	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.1167	0.2344	401	0.976	2.441E-04
1998	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0632	0.2234	455	0.982	3.440E-04
1999	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0674	0.2858	136	0.996	7.388E-05
2000	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0636	0.2722	102	0.989	1.541E-04
2001	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0332	0.1964	21.6	0.971	2.335E-04
2002	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.1098	0.2206	118.4	0.971	3.047E-04
2003	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.1185	0.258	169	0.995	3.47E-04

B: Point de coupure / Cutting point \geq 0.25 kg

ANNÉE / YEAR	MODÈLE / MODEL	Pépite / Nugget (C_0)	Plateau / Sill ($C_0 + C$)	Portée / Range (A_0)	R^2	RSS*
1990	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0001	0.2832	647	0.902	1.220E-02
1991	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0543	0.2056	542	0.938	9.770E-04
1992	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0363	0.1876	526	0.97	4.612E-04
1993	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0324	0.2368	580	0.965	1.133E-03
1994	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0305	0.3000	629	0.929	6.006E-03
1995	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0492	0.1584	485	0.937	4.999E-04
1996	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0801	0.2312	461	0.948	8.916E-04
1997	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0921	0.1852	394	0.958	3.558E-04
1998	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0577	0.1754	531	0.981	2.004E-04
1999	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.1142	0.2624	484	0.993	9.731E-05
2000	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0376	0.2252	62	0.96	2.424E-04
2001	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.0125	0.1390	14.8	0.938	1.600E-04
2002	Sphérique / <i>Spherical</i>	0.0697	0.1844	111.5	0.951	4.848E-04
2003	Exponentiel / <i>Exponential</i>	0.1257	0.3934	1093	0.963	1.45E-04

* Somme des résidus au carré / *Residual sum of squares*

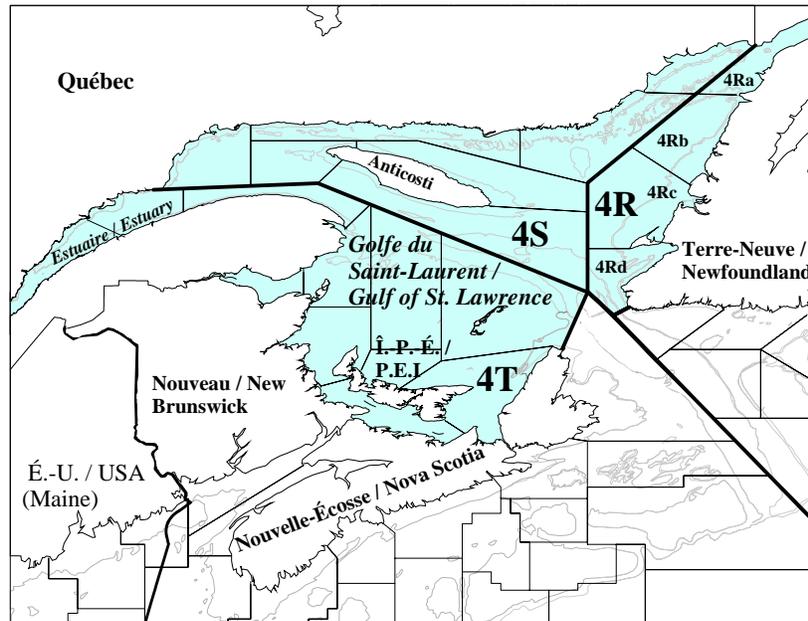


Figure 1. Carte des divisions 4RST de l'OPANO et des zones unitaires de la côte ouest de Terre-Neuve associées à la pêche au capelan / *Map of NAFO Divisions 4RST and unit areas associated to the capelin fishery on the west coast of Newfoundland.*

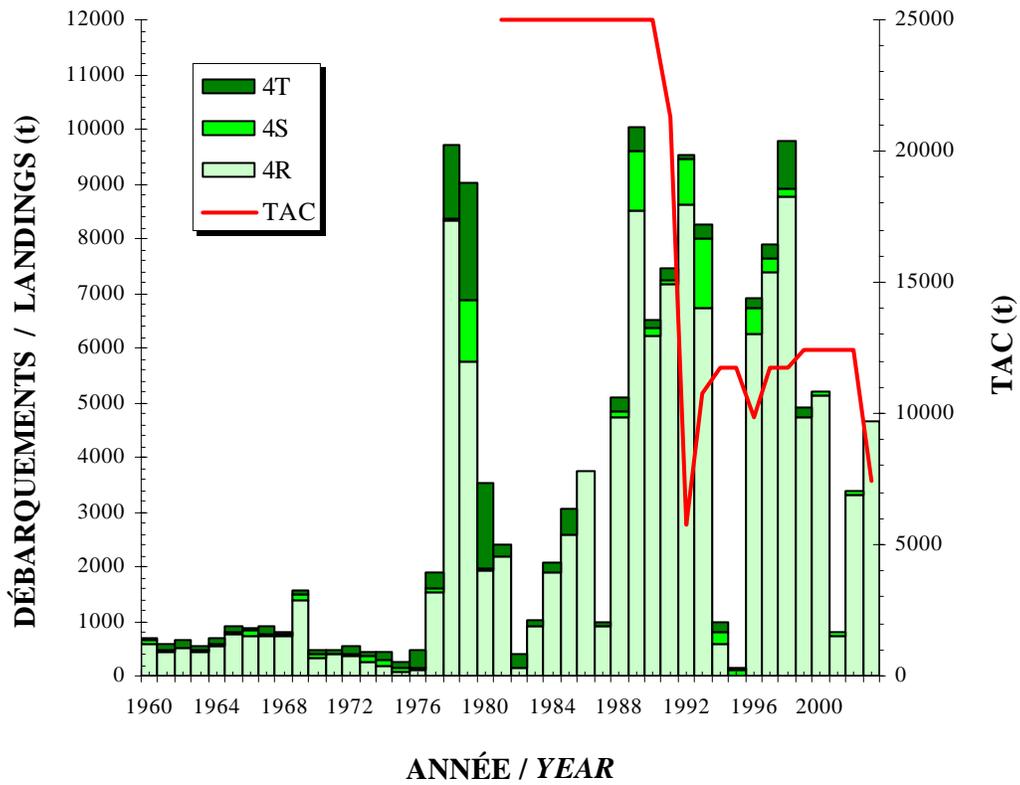
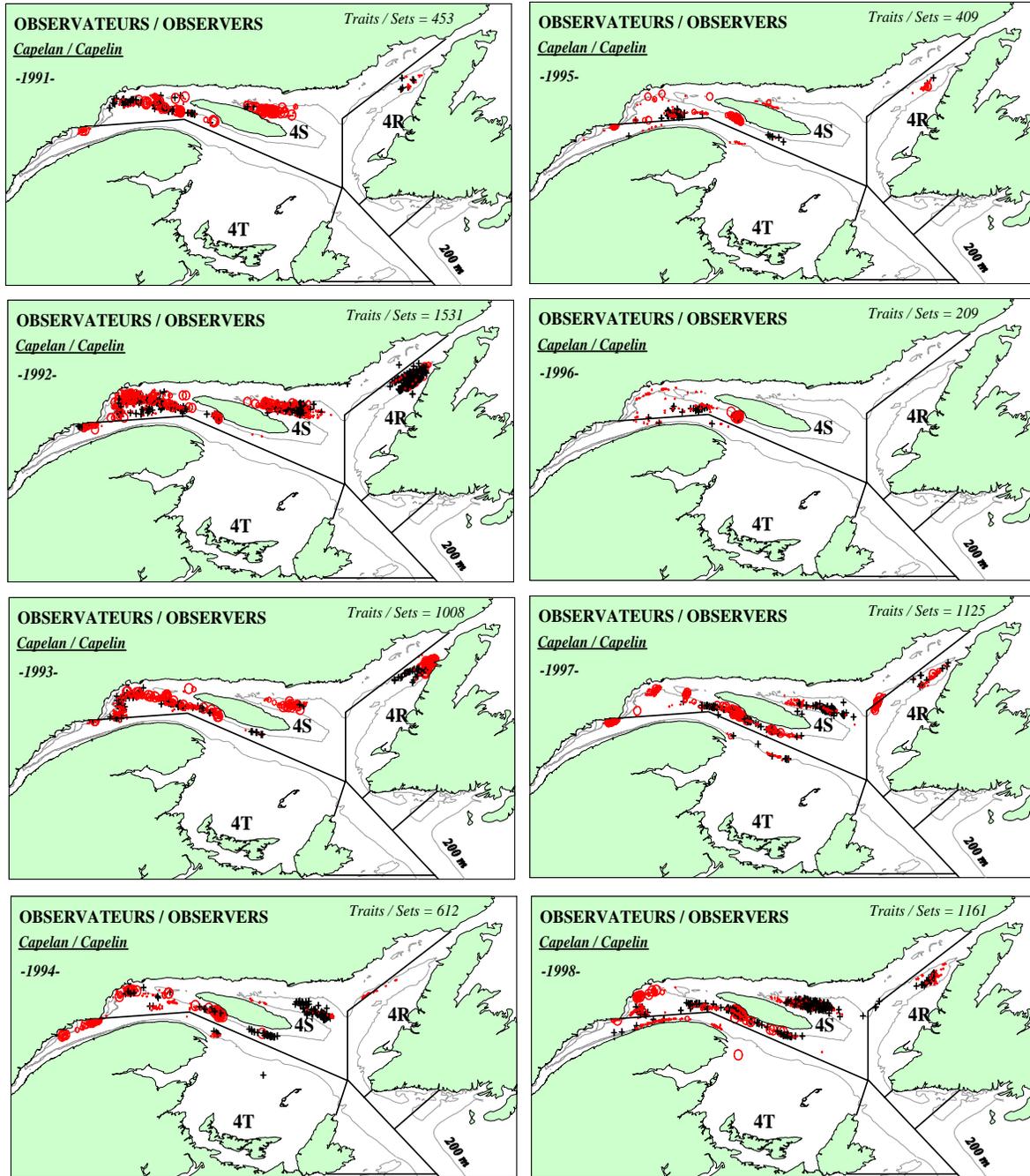


Figure 2. Débarquements et TAC (t) de capelan pour les divisions 4RST de l'OPANO (estuaire et golfe du Saint-Laurent) entre 1960 et 2003 / *Capelin landings and TAC (t) for NAFO Divisions 4RST (Estuary and Gulf of St. Lawrence) between 1960 and 2003.*



Légende / Legend:

- + 0
- 1 to 15
- 15 to 30
- 30 to 50000 kg

Figure 3. Prises (kg) de capelan enregistrées par des observateurs pour tous les traits couverts sur des crevettiers entre 1990 et 2003 / *Capelin catches (kg) recorded by observers for all the sets covered on shrimpers between 1990 and 2003.*

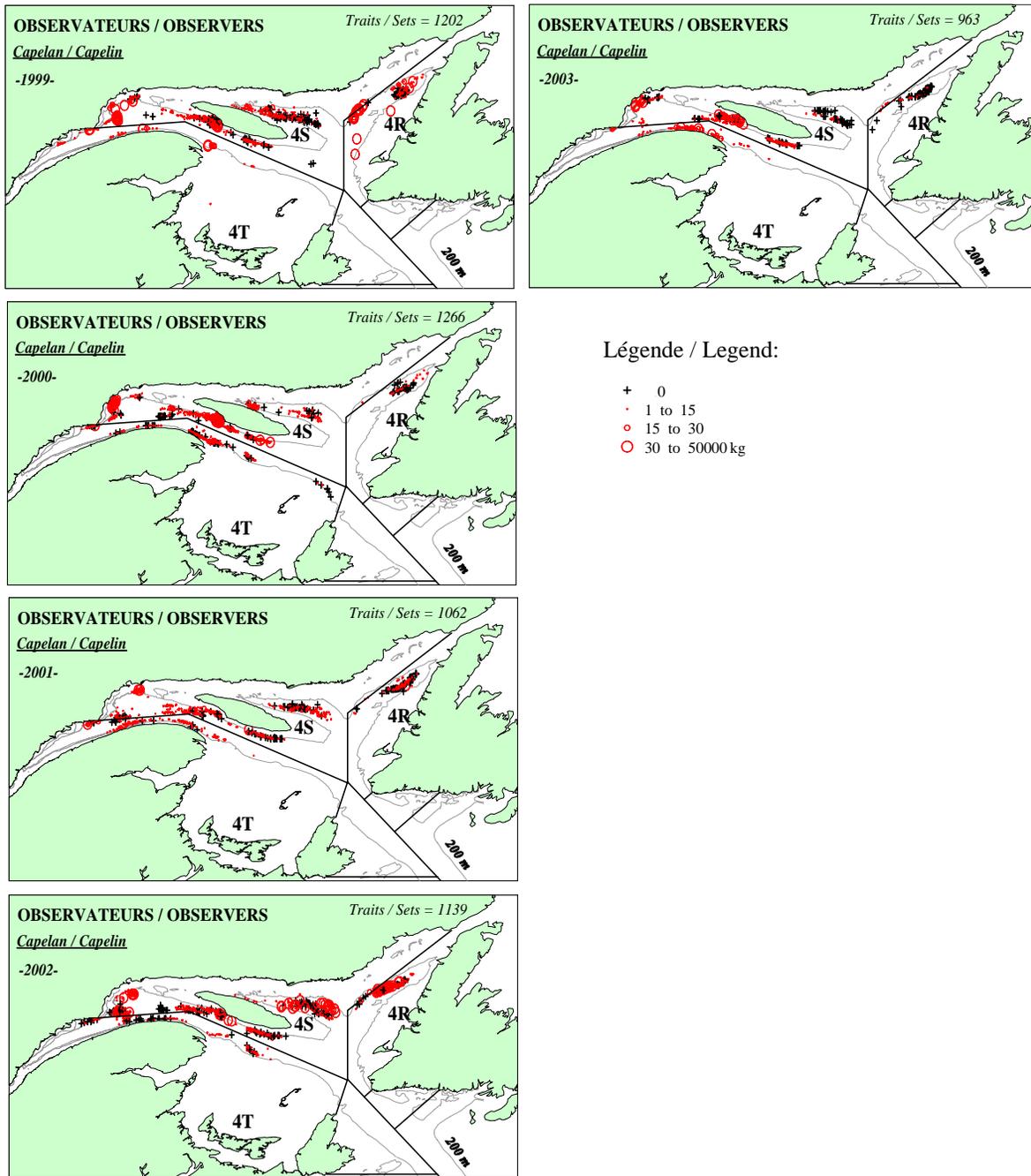


Figure 3. (Suite / Continued).

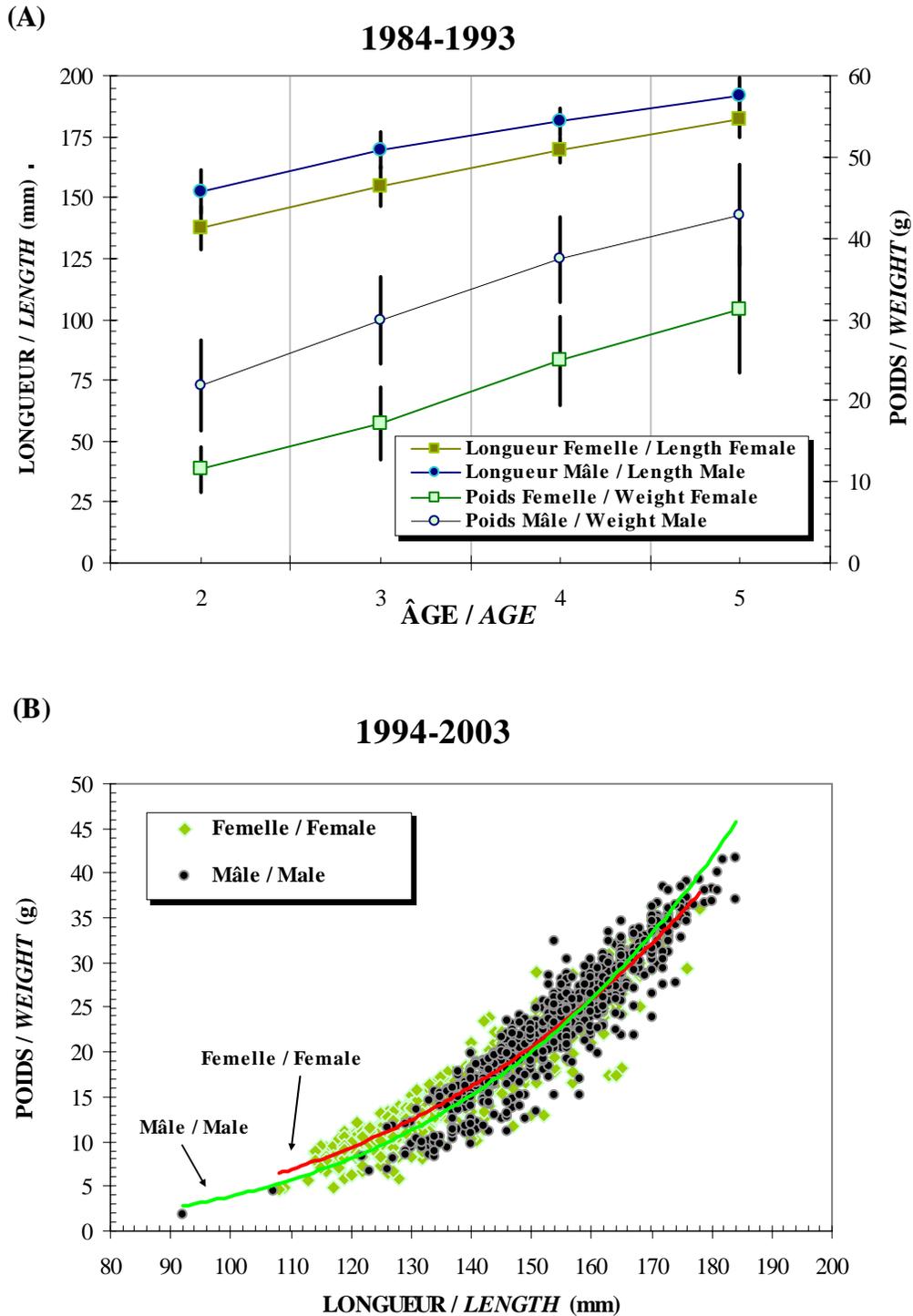


Figure 4. Longueur (mm) et poids (g) moyens à l'âge (A) (les barres verticales représentent les écart-types) et relations poids-longueur (B) pour le capelin de la division 4R de l'OPANO / Mean length (mm) and weight (g) at age (A) (the vertical bars represent standard deviations) and weight-length relationships (B) for capelin in NAFO Division 4R.

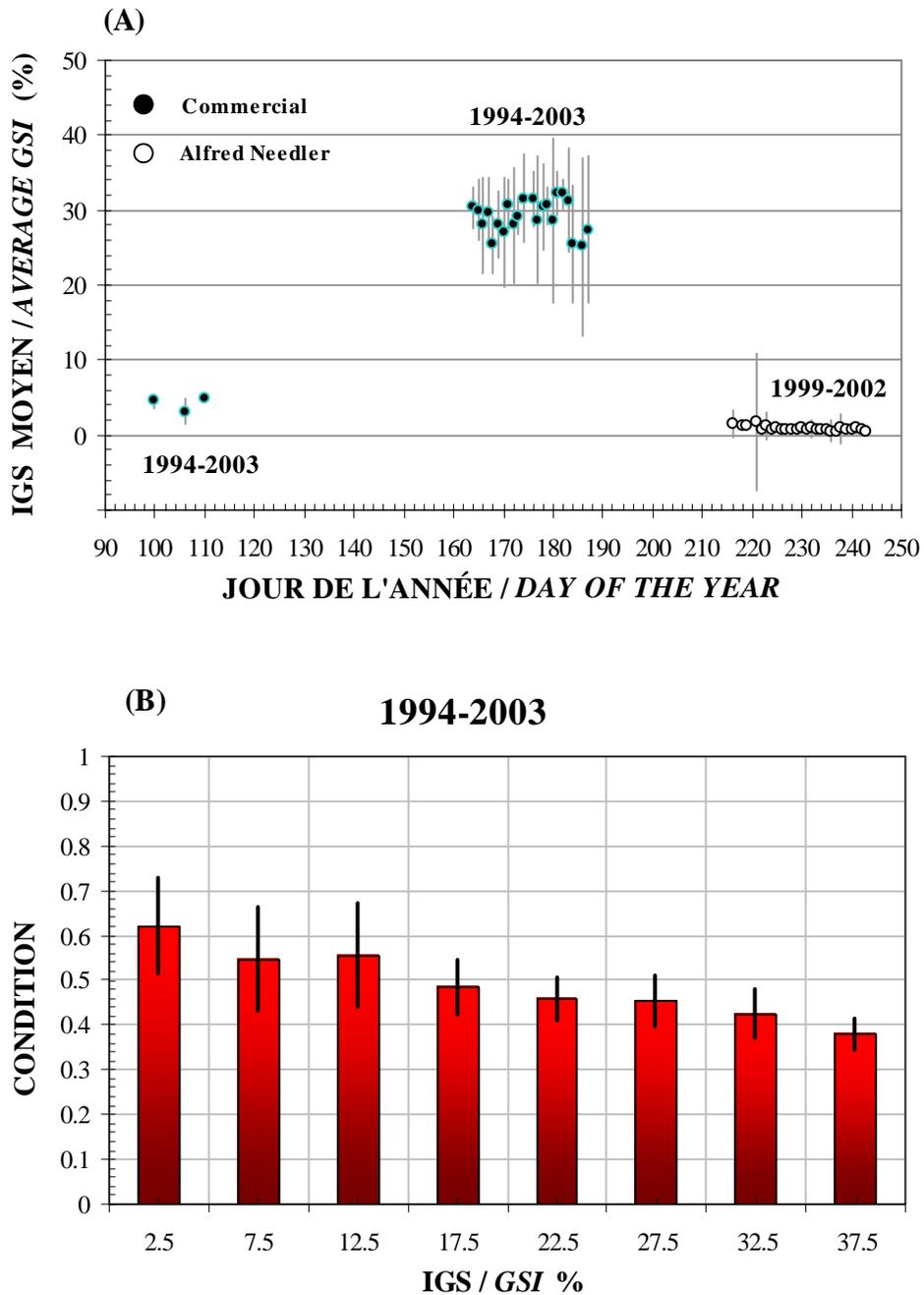


Figure 5. Relation entre l'indice gonado-somatique moyen (les barres verticales représentent les écart-types) et le jour de l'année (A) et la condition (Fulton) (B) pour le capelan (femelles) de la division 4R de l'OPANO / *Relation between the mean gonadosomatic index (the vertical bars represent standard deviations) and the day of the year (A) and condition (Fulton index) (B) for capelin (females) in NAFO Division 4R.*

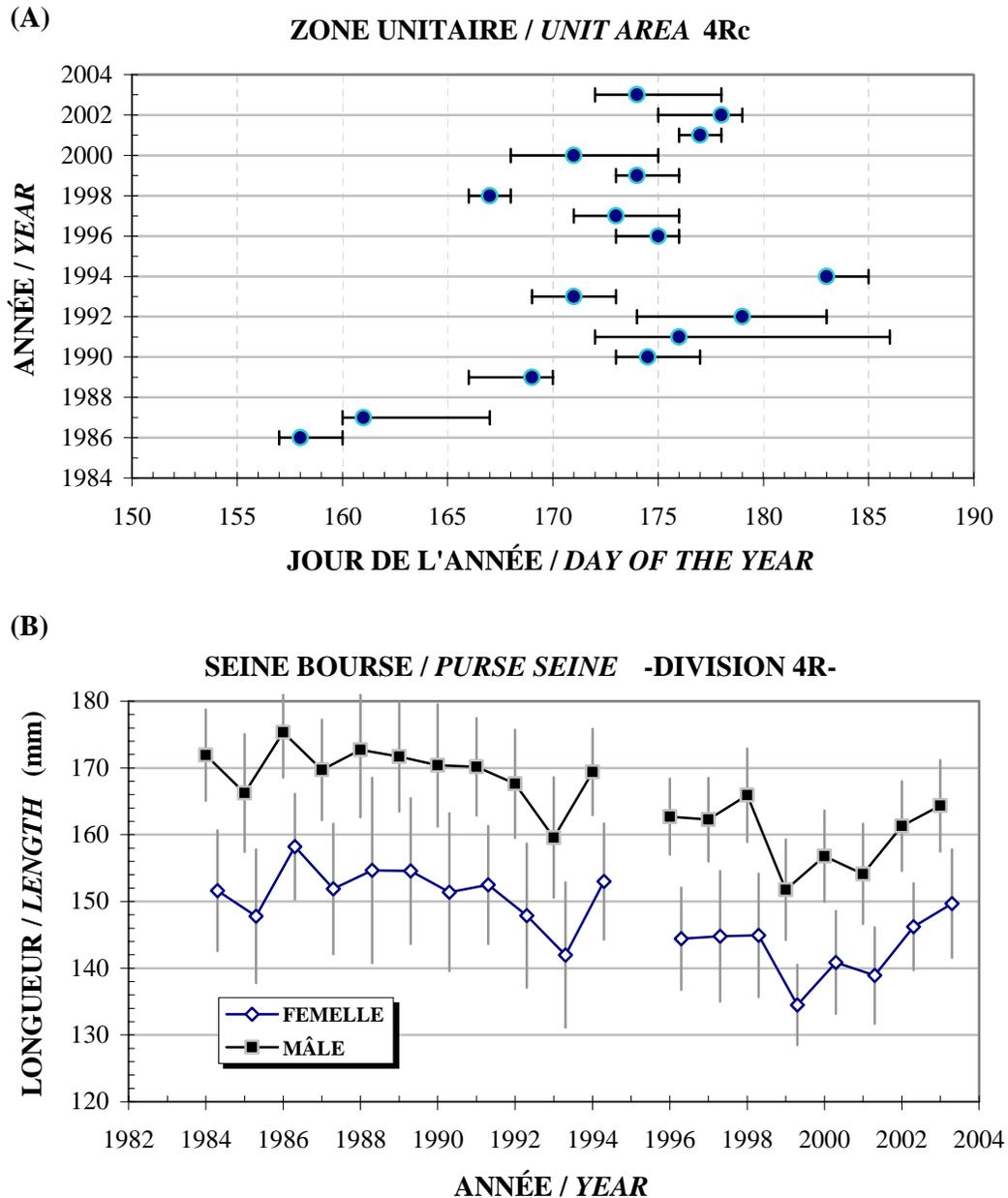


Figure 6. Patron temporel de la pêche du capelan à la seine bourse dans la zone unitaire 4Rc (A) (Symbole= dates médianes des débarquements; barres = dates pour lesquelles 25% et 75% des débarquements sont complétés) et longueur moyenne (B) des capelans capturés à la seine bourse dans la division 4R de l'OPANO (les barres verticales représentent les écart-types) / *Temporal pattern of the capelin purse seine fishery in unit area 4Rc (A) (symbol= median landing dates; lines = dates by which 25 % and 75 % of the landings have been made) and mean length (B) of capelin caught with purse seines in NAFO Division 4R (the vertical bars represent standard deviations).*

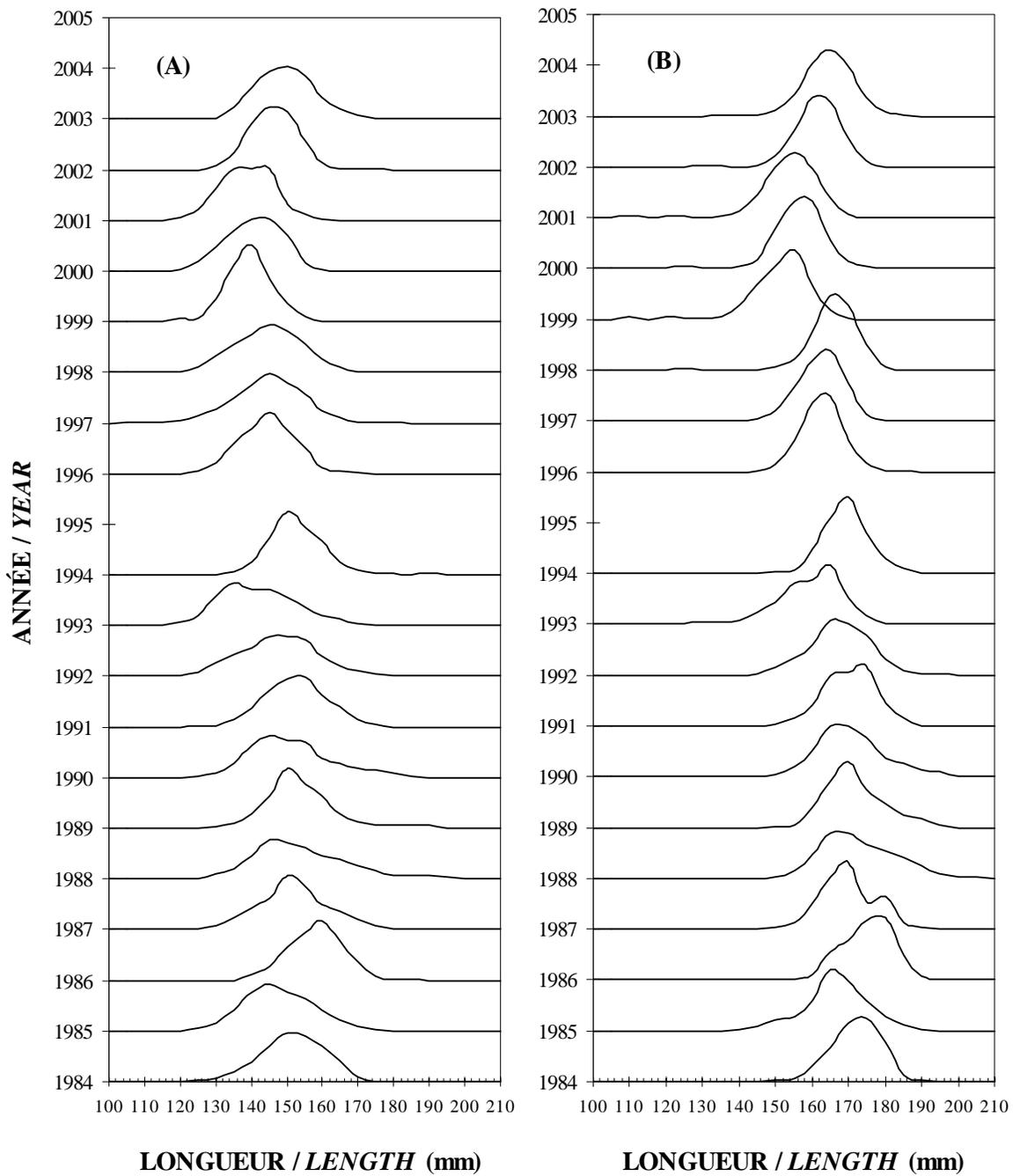


Figure 7. Composition (%) en longueur des femelles (A) et mâles (B) capturés à la seine bourse dans la division 4R de l'OPANO pour la période comprise entre 1984 et 2003 (sauf 1995) / *Length composition (%) of females (A) and males (B) caught with purse seines in NAFO Division 4R between 1984 and 2003 (except 1995).*

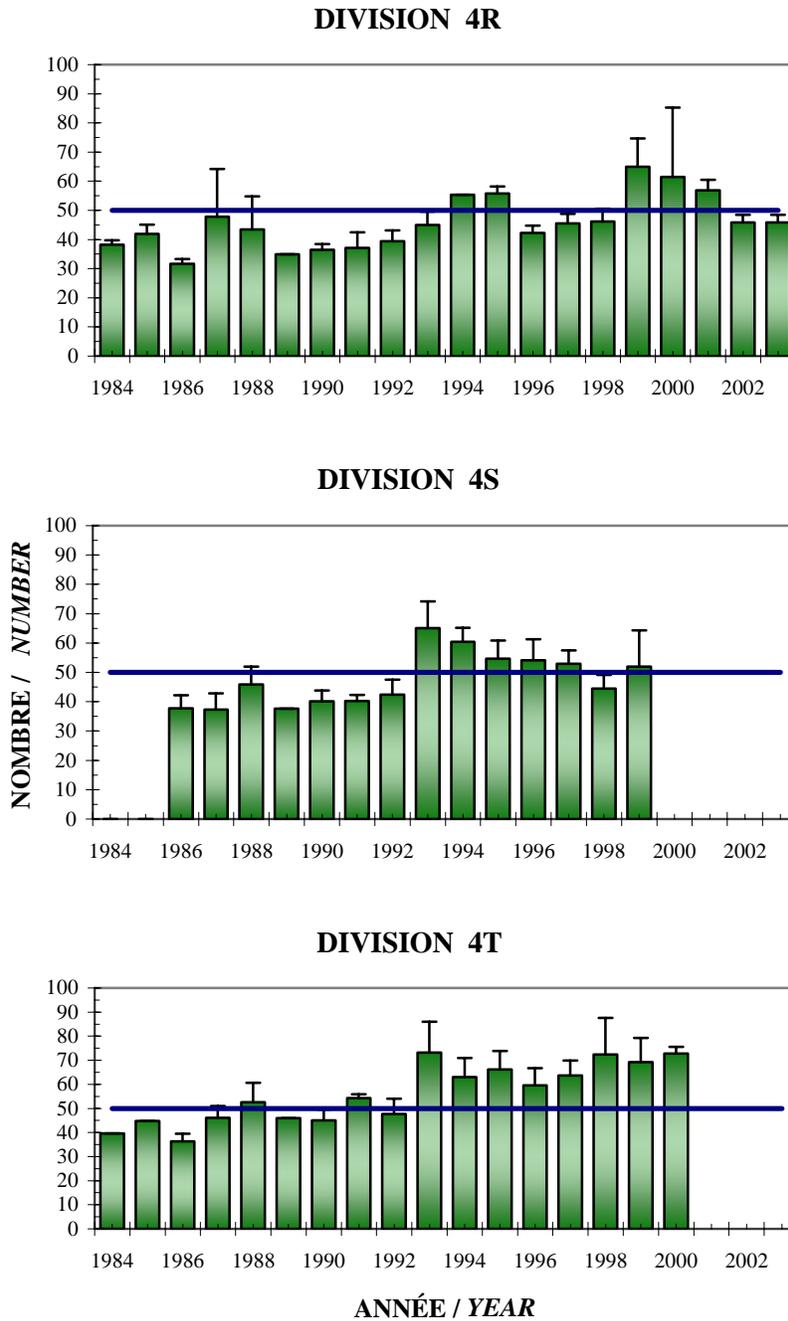
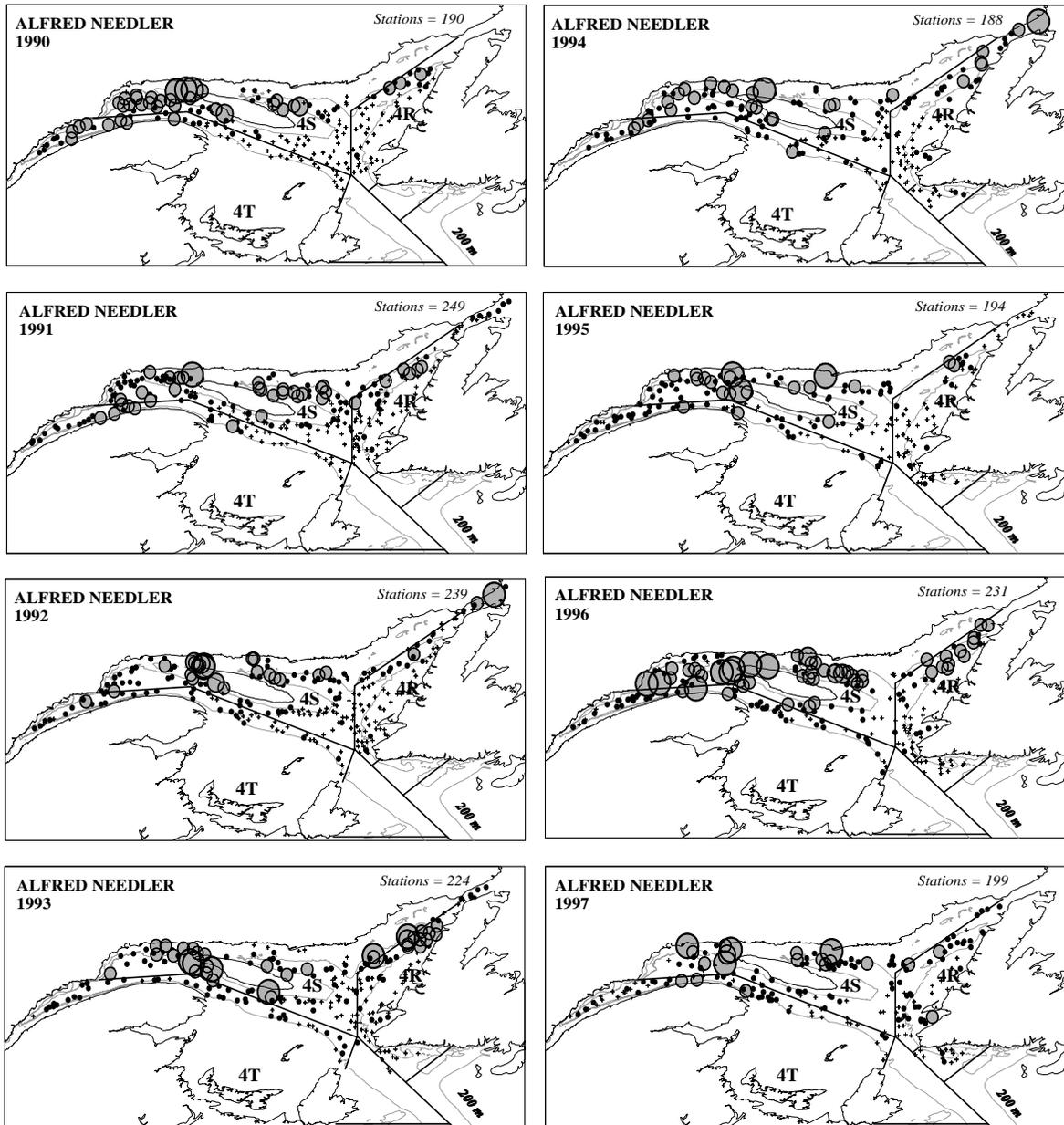


Figure 8. Nombres moyens de capelan au kilogramme (les barres verticales représentent l'écart-type) pour les divisions 4RST de l'OPANO (la ligne horizontale représente le seuil des 50 capelans au kilogramme utilisé comme mesure de gestion) / Mean numbers of capelin per kilogram (the vertical bars represent the standard deviation) in NAFO Divisions 4RST (the horizontal line indicates the threshold of 50 capelin per kg used as a management measure).



Légende / Legend:

+ 0 • 0-1 ● 1-15 ● 15-30 ● > 30 kg/traît

Figure 9. Cartes des prises de capelan (kg/traît) effectuées lors des relevés d'abondance des poissons de fond et de la crevette du NGCC *Alfred Needler* réalisés dans le nord du golfe du Saint-Laurent en août entre 1990 et 2003 / *Maps of the capelin catches (kg/set) of the CCGS Alfred Needler groundfish and shrimp abundance surveys conducted in the northern Gulf of St. Lawrence in August between 1990 and 2003.*

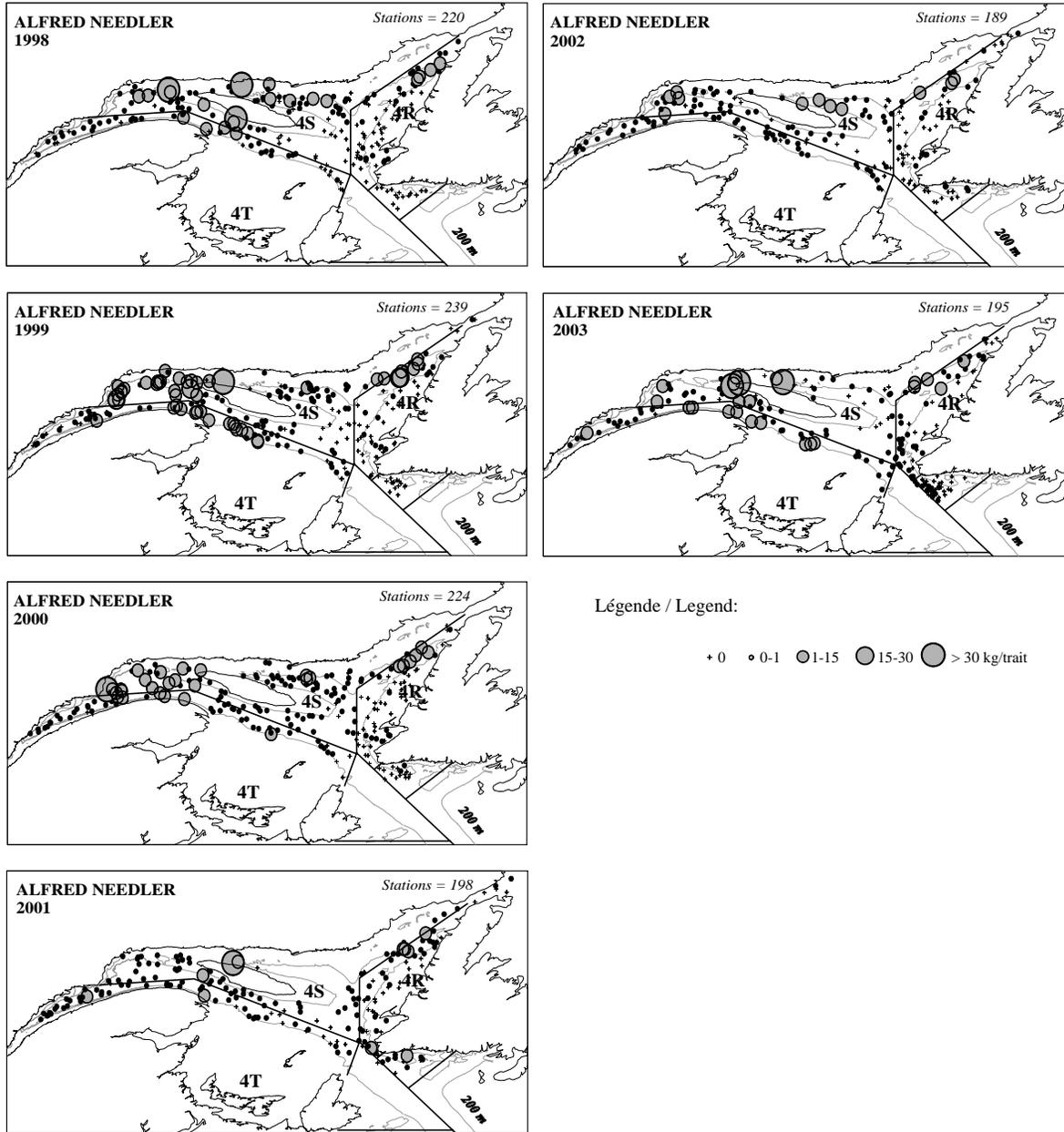


Figure 9. (Suite / Continued).

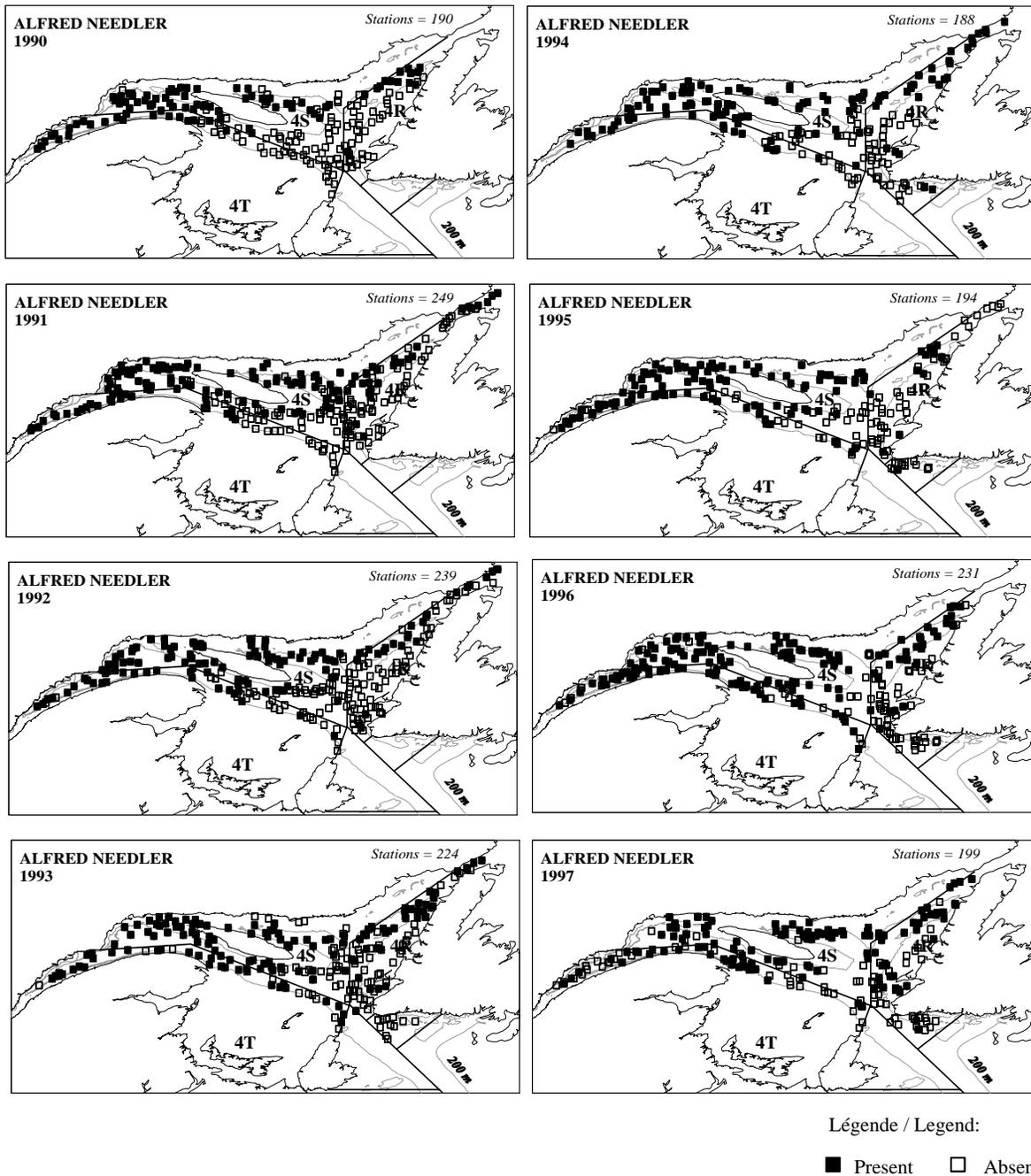


Figure 10. Cartes des présences-absences de capelan des relevés d'abondance des poissons de fond et de la crevette du NGCC *Alfred Needler* réalisés en août dans le nord du golfe du Saint-Laurent entre 1990 et 2003 / *Maps of the capelin presence-absences of the CCGS Alfred Needler groundfish and shrimp abundance surveys conducted in the northern Gulf of St. Lawrence in August between 1990 and 2003.*

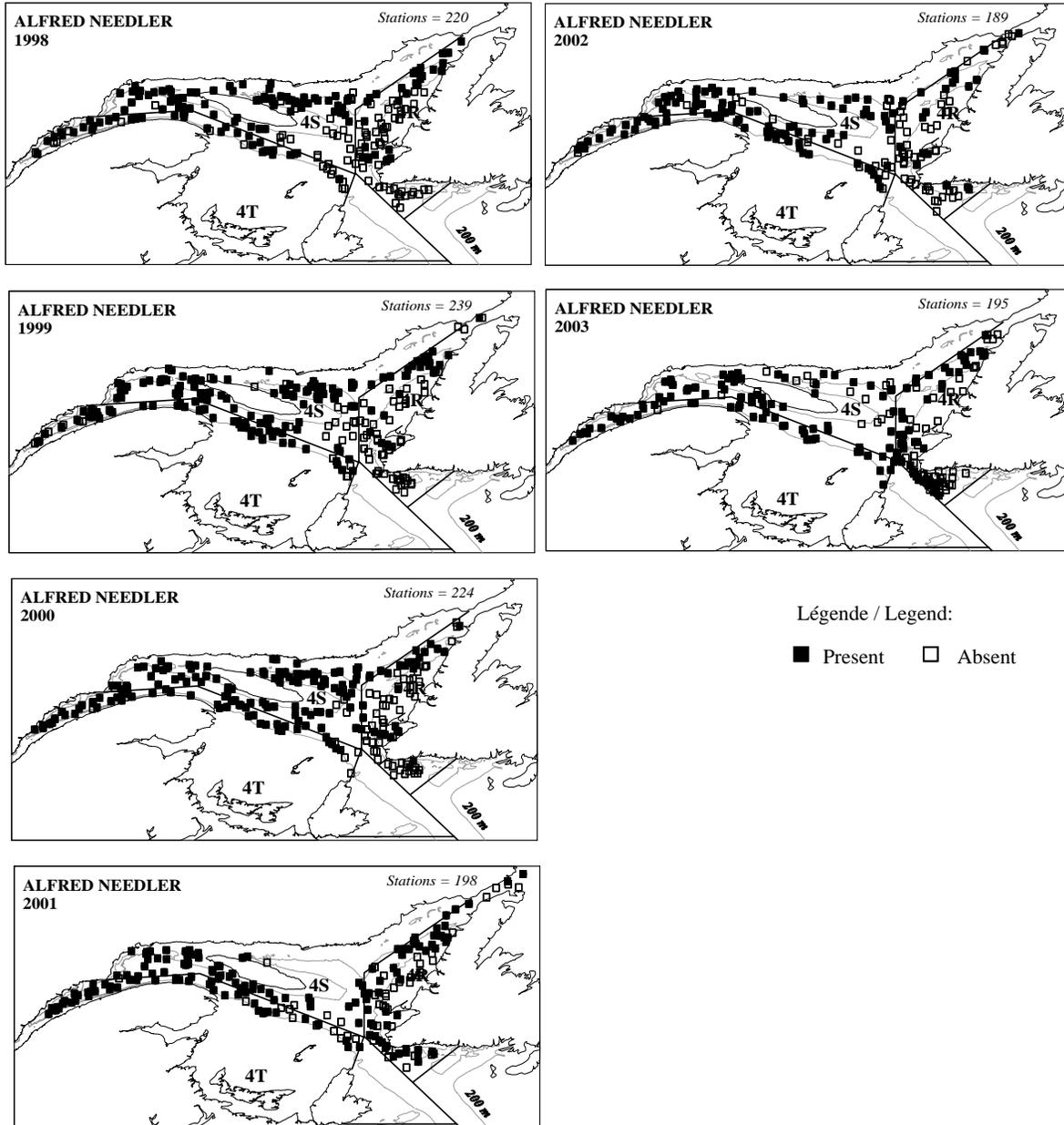


Figure 10. (Suite / Continued).

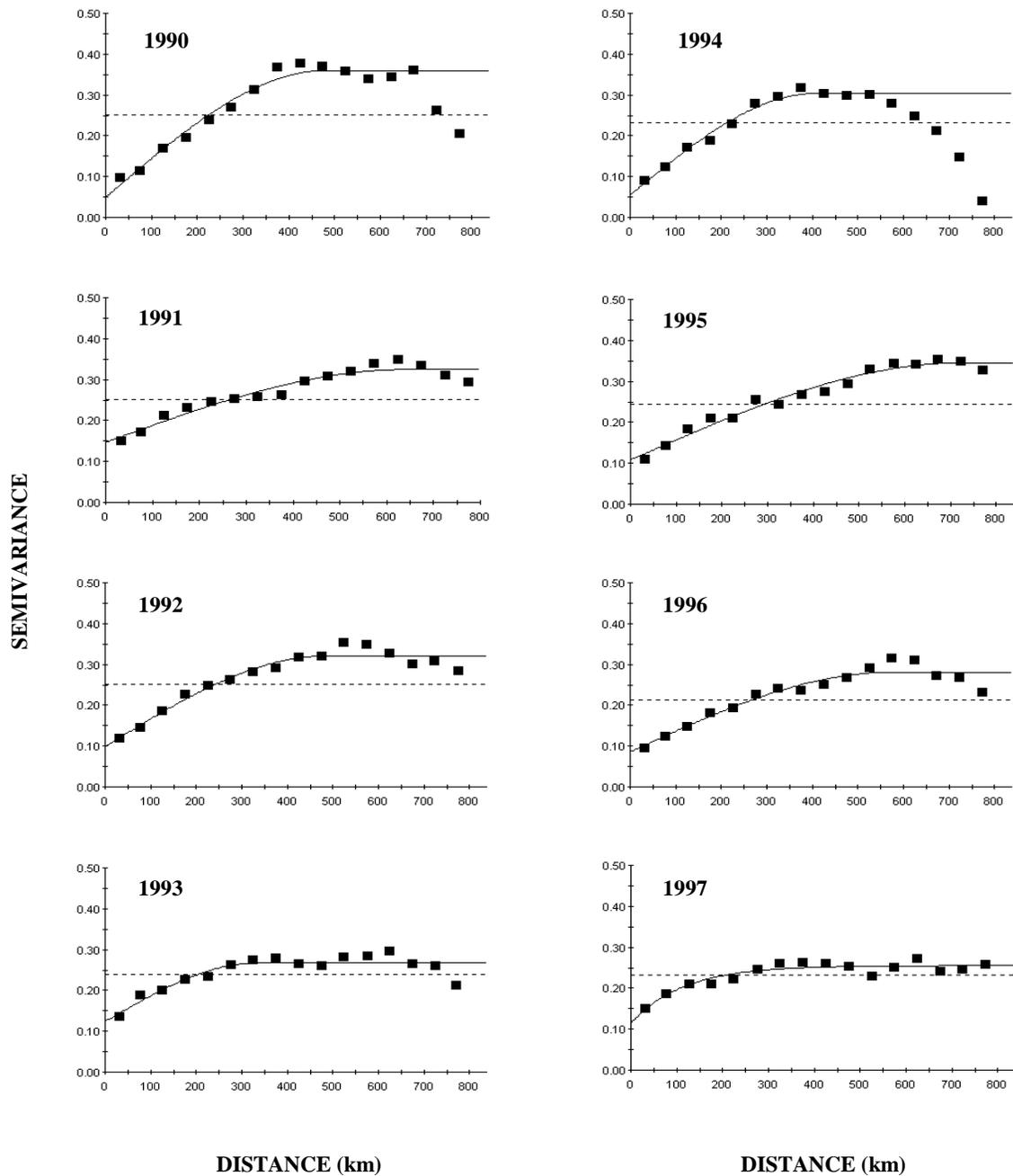


Figure 11. Variogrammes isotropiques annuels des présences-absences du capelan des relevés d'abondance des poissons de fond et de la crevette du NGCC *Alfred Needler* réalisés dans le nord du golfe du Saint-Laurent en août entre 1990 et 2003 (la variance des données est représentée par la ligne horizontale pointillée) / *Isotropic variograms of the capelin presence-absences for the CCGS Alfred Needler groundfish and shrimp abundance surveys conducted in the northern Gulf of St. Lawrence in August between 1990 and 2003 (the dotted horizontal line represents the data variance).*