



Pêches et Océans  
Canada

Sciences

Fisheries and Oceans  
Canada

Science

**S C C S**

**C S A S**

**Secrétariat canadien de consultation scientifique    Canadian Science Advisory Secretariat**

**Document de recherche 2010/049**

**Research Document 2010/049**

**Le hareng (*Clupea harengus*  
*harengus* L.) de la côte ouest de Terre-  
Neuve (Division 4R de l'OPANO) en  
2009**

**Atlantic herring (*Clupea harengus*  
*harengus* L.) on the West coast of  
Newfoundland (NAFO Division 4R) in  
2009**

Jean-Louis Beaulieu<sup>1</sup>, Ian H. McQuinn<sup>2</sup> et / and François Grégoire<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Direction des Sciences halieutiques et de l'aquaculture / Fisheries and aquaculture Science 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  
CANADA, G5H 3Z4

<sup>2</sup>Direction des Sciences Océaniques et de l'Environnement /  
Oceanic and Environmental Sciences Direction  
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  
CANADA, G5H 3Z4

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques 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.

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

Ce document est disponible sur l'Internet à:

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

This series documents the scientific basis for the evaluation of aquatic resources and ecosystems 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.

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

This document is available on the Internet at:

ISSN 1499-3848 (Imprimé / Printed)  
ISSN 1919-5044 (En ligne / Online)  
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2010  
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2010

**Canada**



---

## TABLE DES MATIÈRES / TABLE OF CONTENTS

Résumé .....	v
<i>Abstract</i> .....	v
<b>1.0 INTRODUCTION</b> .....	1
<b>2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES / MATERIAL AND METHODS</b> .....	2
2.1 Pêche commerciale / <i>Commercial fishery</i> .....	2
2.2 Échantillonnage commercial / <i>Commercial sampling</i> .....	3
2.3 Données des relevés de recherche au chalutage de fond / <i>Data from the bottom trawl research surveys</i> .....	3
2.4 Relevé acoustique / <i>Acoustic survey</i> .....	4
2.4.1 Plan d'échantillonnage / <i>Sampling design</i> .....	4
2.4.2 Acquisition des données / <i>Data acquisition</i> .....	5
2.4.3 Analyse des données / <i>Data analysis</i> .....	5
<b>3.0 RÉSULTATS / RESULTS</b> .....	6
3.1 Pêche commerciale / <i>Commercial fishery</i> .....	6
3.2 Échantillonnage commercial / <i>Commercial sampling</i> .....	7
3.3 Données des relevés de recherche au chalutage de fond / <i>Data from the bottom trawl research surveys</i> .....	7
3.4 Relevé acoustique / <i>Acoustic survey</i> .....	8
3.4.1 Évaluation analytique / <i>Analytical assessment</i> .....	9
<b>4.0 CONCLUSION / CONCLUSION</b> .....	9
<b>5.0 REMERCIEMENTS / ACKNOWLEDGEMENTS</b> .....	11
<b>6.0 RÉFÉRENCES / REFERENCES</b> .....	11
<b>Tableaux / Tables</b> .....	13
<b>Figures / Figures</b> .....	25



---

**La présente publication doit être citée comme suit :**

Beaulieu, J.-L., I. H. McQuinn, et F. Grégoire. 2010. Le hareng (*Clupea harengus harengus* L.) de la côte ouest de Terre-Neuve (Division 4R de l'OPANO) en 2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2010/049. vi + 42 p.

**Correct citation for this publication:**

Beaulieu, J.-L., I. H. McQuinn, and F. Grégoire. 2010. Atlantic herring (*Clupea harengus harengus* L.) on the West coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) in 2009. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/049. vi + 42 p.

## RÉSUMÉ

En 2009, les captures de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve (Division 4R de l'OPANO) se sont chiffrées à 20 236 t par rapport à un TAC de 20 000 t. Les captures réalisées pour la pêche printanière à l'appât ne sont pas comptabilisées dans ce total et pourraient être très importantes. De plus, cette pêche vise principalement les reproducteurs de printemps. Les captures des grands (>65') et des petits (<65') senneurs ont été respectivement de 11 170 t et 4 415 t par rapport à des moyennes annuelles (2000-2007) de 10 052 t et 3 223 t. Un nouvel engin de pêche utilisé depuis 2005, la senne "tuck", a capturé 3 779 t de hareng en 2009. Selon le relevé acoustique, le premier à avoir lieu depuis 2002, l'indice de biomasse totale des reproducteurs d'automne aurait légèrement diminué entre 2002 et 2009. L'indice des reproducteurs de printemps aurait continué de chuter pour atteindre 5 801 t en 2009. En 2002, les harengs de printemps comptaient pour 32 % de la biomasse combinée des deux stocks reproducteurs comparativement à 8 % en 2009. Les captures sont maintenant constituées en très grande majorité de reproducteurs d'automne. Au cours des dernières années, des captures de l'ordre de 20 000 t ont été supportées par une forte classe d'âge. Il est peu probable que des captures de ce niveau puissent être soutenues en absence d'un fort recrutement.

## ABSTRACT

In 2009, herring catches on the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) totalled 20,236 t compared with a TAC of 20,000 t. Catches from the spring bait fishery were not included in this total and could be very important. Moreover, this fishery primarily targets spring spawners. Catches by large (>65') and small (<65') seiners respectively totalled 11,170 t and 4,415 t compared to annual averages (2000-2007) of 10,052 t and 3,223 t. A new fishing gear used since 2005, the "tuck" seine, caught 3,779 t of herring in 2009. According to the acoustic survey, the first to be conducted since 2002, the total biomass index for fall spawners declined slightly between 2002 and 2009. The spring spawner index continued to fall reaching 5,801 t in 2009. In 2002, spring herring accounted for 32% of the combined biomass for the two spawning stocks compared to 8% in 2009. Catches are now primarily made up of fall spawners. In recent years, catches totalling about 20,000 t were supported by a strong year-class. It is unlikely that this catch level can be sustained without a strong recruitment.



---

## 1.0 INTRODUCTION

Le hareng est un poisson pélagique qui effectue d'importantes migrations associées à la ponte, l'alimentation et les aires de repos hivernales. Depuis un très grand nombre d'années, le hareng est aussi l'objet d'une pêche commerciale et les principaux lieux de pêche en eaux canadiennes sont le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et la baie de Fundy (complexe de stock 4VWX), le sud du golfe du Saint-Laurent (stocks 4TVn), la côte ouest (stocks 4R), et les côtes est et sud-est (3KLPS) de Terre-Neuve. Sur la côte ouest de Terre-Neuve (Division 4R de l'OPANO) (Figure 1A), les débarquements annuels moyens de hareng ont été d'environ 16 000 t depuis 1990. Le principal engin de pêche est la senne bourse avec des débarquements annuels moyens de 14 000 t. La senne bourse est suivie de la senne "tuck" (senne de barrage modifiée), de la trappe et du filet maillant.

Deux stocks reproducteurs de hareng se retrouvent sur la côte ouest de Terre-Neuve. Leur pêche est gérée par un Total Admissible des Captures (TAC) de 20 000 t. Le partage de ce TAC entre les différentes flottilles se résume ainsi : 55 % pour les grands senneurs (>65'), 22 % pour les petits senneurs (<65') et 23 % pour les engins fixes. La pêche des grands senneurs est administrée selon un régime de quotas individuels transférables (QIT) et celle des petits senneurs par un régime de quotas individuels (QI). La pêche aux engins fixes est compétitive avec un quota qui est appliqué à toute la Division 4R.

L'abondance des deux stocks reproducteurs de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve a déjà été évaluée à partir d'une série de relevés acoustiques réalisés entre 1991 et 2002. Une seconde série de relevés a débuté à l'automne 2009 suite aux recommandations du Conseil pour la conservation des ressources halieutiques (CCRH, 2009). Cette série pourra permettre

## 1.0 INTRODUCTION

Herring are a pelagic fish that perform significant migrations associated with spawning, feeding and wintering. For many years, herring have been part of a commercial fishery and the main fishing areas in Canadian waters are south-western Nova Scotia and the Bay of Fundy (complex of stock 4VWX), the southern Gulf of St. Lawrence (4TVn stocks), the west coast (4R stocks), and the east and south-east coasts (3KLPS stocks) of Newfoundland. On the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) (Figure 1A), the average annual landings of herring have been about 16,000 t since 1990. The main gear is the purse seine with average annual landings of 14,000 t. The purse seine is followed by the "tuck" seine (modified bar seine), the trap and the gillnet.

Two herring spawning stocks are found on the west coast of Newfoundland. Their fishery is managed by a Total Allowable Catch (TAC) of 20,000 t. The share of the TAC between the various fleets is as follows: 55% for large seiners (> 65'), 22% for small seiners (<65') and 23% for fixed gear. The large purse seine fishery is managed under an individual transferable quotas system (ITQs) and small purse seiners under an individual quotas system (IQ). The fixed gear fishery is competitive with a quota that is applied to the entire Division 4R.

The abundance of both herring spawning stocks of the west coast of Newfoundland has already been evaluated from a series of acoustic surveys carried out between 1991 and 2002. A second series of surveys started in the fall of 2009 following the recommendations by the Fisheries Resource Conservation Council (FRCC,

---

l'utilisation d'une Analyse Séquentielle de Populations (ASP) dans quelques années de même que la mise à jour des points de référence et des taux d'exploitation limite.

Un processus de consultation scientifique a eu lieu le 4 mai 2010 dans le but de fournir à la gestion des pêches et de l'aquaculture un avis sur l'état des stocks de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve. Un Avis Scientifique a été publié par le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) en juin 2010 (MPO, 2010). Le but du présent document est de présenter les analyses qui ont été utilisées pour écrire l'Avis Scientifique.

## **2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES**

### **2.1 PÊCHE COMMERCIALE**

Les données annuelles de débarquements de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve ont été tirées des fichiers ZIFF (Zonal Interchange File Format) correspondants. La saisie des données de débarquements est maintenant complétée pour les années antérieures à 2009 alors que celle de 2009 le sera au cours des prochains mois.

Pour permettre une continuité dans la présentation des résultats par rapport aux documents présentés au cours des dernières années, les données de débarquements ont été regroupées par zone unitaire de l'OPANO (Figure 1B), par mois et par engin de pêche. Les débarquements réalisés en 2009 ont été comparés aux moyennes historiques des années 1975 à 2008 ou à d'autres périodes de temps selon la disponibilité des données et le type de regroupement. Finalement, les données de débarquements par flottille de pêche ont été comparées aux allocations de la période 1990-2009.

2009). In a few years, this series will allow the use of a Sequential Population Analysis (SPA) as well as updated reference points and limit exploitation rates.

A science advisory process was held on May 4<sup>th</sup>, 2010 to provide to Fisheries and Aquaculture Management a scientific advice on the status of herring stocks on the west coast of Newfoundland. A Science Advisory Report was issued by the Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) in June 2010 (DFO, 2010). The purpose of this paper is to present the analyses that were used for writing the Science Advisory Report.

## **2.0 MATERIAL AND METHODS**

### **2.1 COMMERCIAL FISHERY**

Annual landings data of herring of the west coast of Newfoundland were drawn from corresponding ZIFF files (Zonal Interchange File Format). The landings data entry is now complete for the years prior to 2009 while the 2009 data will be complete in the coming months.

To ensure continuity in the presentation of the results with respect to documents presented in recent years, landings data were grouped by NAFO unit area (Figure 1B), by month and by fishing gear. Landings in 2009 were compared to historical averages for 1975-2008 or other periods depending on data availability and type of grouping. Finally, the landings data by fishing fleet were compared with the allocations of the 1990-2009 period.

---

## **2.2 ÉCHANTILLONNAGE COMMERCIAL**

Des fréquences de longueur et des échantillons biologiques ont été recueillis dans les principaux ports de débarquement. La cueillette de ces données a été réalisée de façon à couvrir les principales activités de pêche pour mieux décrire les caractéristiques biologiques des deux stocks reproducteurs.

Au laboratoire, les deux stocks reproducteurs de hareng ont été identifiés selon la méthode établie par McQuinn (1987, 1989). Les fréquences de longueur associées à chacun de ces stocks ont été regroupées et pondérées par les captures automnales de senne bourse réalisées dans les zones unitaires 4Rb, 4Rc et 4Rd. Les données biologiques ont permis de calculer la proportion des reproducteurs de printemps présents dans les captures mensuelles des différents engins de pêche.

Une nouvelle lectrice d'otolithes est en place depuis quelques mois. Une formation est en cours et des échanges de lecture ont toujours lieu avec le laboratoire du MPO de Moncton. Une fois la formation terminée, l'analyse des données biologiques (croissance, condition, etc...) sera complétée.

## **2.3 DONNÉES DES RELEVÉS DE RECHERCHE AU CHALUTAGE DE FOND**

Le hareng est une prise régulière des relevés de recherche au chalutage de fond du nord du golfe du Saint-Laurent (Bourdages *et al.* 2010). La distribution des taux de capture (kg/trait) du relevé de 2009 a été comparée à celles des relevés précédents. Ces distributions représentent un élément d'information complémentaire à la distribution générale de l'espèce puisque la période et la surface couverte par ces relevés ne correspondent pas aux périodes et aux zones traditionnelles de pêche.

## **2.2 COMMERCIAL SAMPLING**

Length frequencies and biological samples were collected in the main landing ports. The collection of this data was performed in order to cover the main fishing activities to better describe the biological characteristics of the two spawning stocks.

In the laboratory, the two herring spawning stocks were identified using the method outlined by McQuinn (1987, 1989). The length frequencies associated with each of these stocks were grouped and weighted by the fall catches made by purse seiners in unit areas 4Rb, 4Rc and 4Rd. The biological data were used to calculate the proportion of spring spawners in the monthly catches made by various fishing gear.

A new otolith reader has been in place for a few months. Training is ongoing and exchanges of readings are ongoing with the DFO laboratory in Moncton. Once training is completed, the analysis of biological data (growth, condition, etc...) will be completed.

## **2.3 DATA FROM THE BOTTOM TRAWL RESEARCH SURVEYS**

Herring is caught regularly during bottom trawl research surveys in the northern Gulf of St. Lawrence (Bourdages *et al.* 2010). The catch rates distribution (kg/tow) from the 2009 survey was compared with those of previous surveys. These distributions represent an additional piece of information to the general distribution of the species since the period and the area covered by these surveys does not correspond to the traditional periods and fishing areas.

---

Les prises de hareng (présence/absence) ont aussi été utilisées pour calculer un indice mesurant la dispersion de l'espèce. Cet indice s'applique à l'ensemble des deux stocks reproducteurs et à toutes les tailles capturées.

## 2.4 RELEVÉ ACOUSTIQUE

Une première série de relevés acoustiques a eu lieu entre 1991 et 2002. Une seconde série de relevés a débuté à l'automne 2009 suite aux recommandations du CCRH et grâce à l'appui des Fonds Larocque pour le nolisement d'un navire de pêche.

### 2.4.1 Plan d'échantillonnage

Le relevé a débuté sur la Basse-Côte-Nord du Québec et s'est poursuivi sur la côte ouest de Terre-Neuve. À ce dernier endroit, le parcours s'est déroulé du nord-est vers le sud-ouest pour couvrir une surface totale de 6 725 km<sup>2</sup>.

L'aire d'étude a été stratifiée selon les caractéristiques physiques du milieu et les données de distribution des captures commerciales (McQuinn et Lefebvre 1999). Les principaux éléments de cette stratification se décrivent comme suit : (1) un total de 10 strates situées le long de la côte ouest de Terre-Neuve, (2) des transects à l'intérieur de chaque strate orientés perpendiculairement à la côte, (3) un choix systématique des transects en divisant la longueur d'une strate donnée en plusieurs unités de 200 m de large et finalement, (4) pour chaque strate, des transects sélectionnés de façon à obtenir entre chacun la même distance.

Le nombre total de transects pour l'ensemble des strates a été déterminé en tenant compte du temps de navire alloué moins 30 % en raison du mauvais temps et des bris mécaniques. Comme pour les relevés précédents, les transects ont été parcourus de nuit entre 17:00 h le soir et 05:00 h du matin.

Herring catches (presence/absence) were also used to calculate an index measuring the dispersion of the species. This index applies to both spawning stocks and all sizes caught.

## 2.4 ACOUSTIC SURVEY

A first series of acoustic surveys took place between 1991 and 2002. A second series of surveys started in the fall of 2009 following the recommendations from the FRCC and with the support by the Fonds Larocque in order to charter a fishing vessel.

### 2.4.1 Sampling design

The survey began on Quebec's Lower North Shore and continued on the west coast of Newfoundland. At that site, the route ran from the north-east to the south-west, covering a total area of 6,725 km<sup>2</sup>.

The study area was stratified according to physical characteristics of the environment and the distribution data from commercial catches (McQuinn and Lefebvre 1999). This stratification's main elements are described as follows: (1) a total of 10 strata along the west coast of Newfoundland, (2) transects within each stratum perpendicular to the coast, (3) a systematic selection of transects by dividing the length of a given stratum into several units of 200 m wide and finally, (4) for each stratum, transects selected to obtain the same distance between each.

The total number of transects for all the strata was determined by taking into account the allocated vessel time minus 30% due to bad weather and mechanical breakdowns. As with previous surveys, transects were covered at night between 5:00 pm and 05:00 am.

#### **2.4.2 Acquisition des données**

C'est à bord du NGCC Frederick G. Creed qu'a été effectué l'enregistrement des données acoustiques ainsi que la prise des données de température et de salinité dans la colonne d'eau. Un navire (Gemini II) de la flotte des grands senneurs de la côte ouest de Terre-Neuve a recueilli les échantillons biologiques nécessaires à la validation des données acoustiques. Les deux navires ont travaillé de pair de façon à ce que des échantillons de hareng soient associés aux enregistrements acoustiques.

Une échosondeuse EK60 de la compagnie Simrad a été utilisée pour émettre et recueillir les données acoustiques. Un total de 5 fréquences ont été utilisées simultanément, soit : 38, 70, 120, 200 et 333 kHz. Toutes les données ont été sauvegardées en temps réel sur un ordinateur utilisant le logiciel BI60 de Simrad. La calibration des équipements acoustiques a eu lieu avant le relevé, soit le 18 mai 2009 dans la Baie de Gaspé.

#### **2.4.3 Analyse des données**

Une fois sauvegardées, les données acoustiques ont été transformées en format HAC (HydroACoustique) (McQuinn *et al.* 2005) à l'aide du logiciel BI60. Ces données ont par la suite été éditées, classifiées et intégrées à l'aide du logiciel CH2 développé à l'Institut Maurice-Lamontagne (Simard *et al.* 2000).

La transformation des données acoustiques en biomasse a été réalisée selon l'approche présentée dans McQuinn et Lefebvre (1999). Pour ce faire, les échantillons de hareng recueillis par le navire de pêche ont été analysés afin de déterminer des longueurs et des poids moyens. Certains échantillons ont été regroupés dans les cas de valeurs moyennes identiques. Finalement, les poids associés à chacun des stocks reproducteurs ont été utilisés pour calculer leur biomasse respective.

#### **2.4.2 Data acquisition**

The acoustic data was recorded on board the CCGS Frederick G. Creed along with the temperature and salinity in the water column. A vessel (Gemini II) from the large purse seine fleet on the west coast of Newfoundland collected the biological samples required for validating the acoustic data. Both ships worked together so that herring samples would be associated with acoustic recordings.

An EK60 echo sounder from the company Simrad was used to transmit and receive acoustic data. A total of five frequencies were used simultaneously, either: 38, 70, 120, 200 and 333 kHz. All data were saved in real time on a computer using the Simrad BI60 software. The calibration of acoustic equipment was conducted before the survey, on May 18<sup>th</sup>, 2009 in Gaspé Bay.

#### **2.4.3 Data analysis**

Once saved, the acoustic data were processed into HAC format (HydroAcoustic) (McQuinn *et al.* 2005) using the BI60 software. These data were then edited, classified and integrated using the CH2 software developed at the Maurice-Lamontagne Institute (Simard *et al.* 2000).

Transforming the acoustic data into biomass was made using the approach presented in McQuinn and Lefebvre (1999). Samples of herring collected by the fishing vessel were analyzed to determine average lengths and weights. Some samples were grouped for identical average values. Finally, the weights associated with each spawning stock were used to calculate their respective biomass.

---

## 3.0 RÉSULTATS

### 3.1 PÊCHE COMMERCIALE

Les débarquements de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve sont à la hausse depuis 1999 (Tableau 1, Figure 2). En 2009, ils ont totalisé 20 236 t comparativement à 20 743 t en 2008 et à une moyenne annuelle (1975-2008) de 15 352 t (Tableau 1). Un total de 10 707 t a été capturé dans la zone unitaire 4Rc comparativement à 4 574 t, 4 134 t et 822 t pour les zones 4Rb, 4Rd et 4Ra (Tableau 1).

La plupart des débarquements de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve sont réalisés à l'aide de la senne bourse (Figure 3). En 2009, les débarquements des grands senneurs (>65') ont été de 11 170 t par rapport à 4 415 t pour les petits senneurs (<65') (Tableau 1). Les captures des grands senneurs ont surtout été réalisées dans 4Rc et celles des petits senneurs dans 4Rb, 4Rc et 4Rd (Figure 4). Des 4 651 t de la catégorie "Autre" du Tableau 1, 3 779 t proviennent de la senne "*tuck*" et 872 t de la trappe. La senne "*tuck*", qui est une senne de barrage modifiée, est utilisée pour la pêche au hareng depuis 2005. Elle est considérée comme un engin fixe. En 2009, la senne "*tuck*" a surtout été utilisée dans 4Rb comparativement à la trappe dans 4Ra (Figure 4).

La pêche au hareng à la senne bourse et à la senne "*tuck*" se pratique essentiellement à l'automne. Les activités printanières de pêche à la senne bourse ont fortement été réduites suite à la mise en place en 1999 de mesures de gestion visant à protéger la ponte des reproducteurs de printemps. À l'automne, la pêche au hareng fait suite à celle du maquereau.

Pour une seconde année consécutive, toutes les flottilles de pêche ont atteint leur allocation respective (Figure 5). Entre 1990

## 3.0 RESULTS

### 3.1 COMMERCIAL FISHERY

Herring landings on the west coast of Newfoundland have been increasing since 1999 (Table 1, Figure 2). In 2009, they totalled 20,236 t compared to 20,743 t in 2008 and to an annual average (1975-2008) of 15,352 t (Table 1). A total of 10,707 t was landed in unit area 4Rc compared to 4,574 t, 4,134 t and 822 t for areas 4Rb, 4Rd and 4Ra (Table 1).

Most of the herring landings on the west coast of Newfoundland are made using the purse seine (Figure 3). In 2009, large seiners (>65') landings totalled 11,170 t compared with 4,415 t for small seiners (<65') (Table 1). Large purse seine catches were mostly made in 4Rc and for small purse seiners in 4Rb, 4Rc and 4Rd (Figure 4). Of the 4,651 t from the "Other" category in Table 1, 3,779 t were from the "*tuck*" seine and 872 t by trap. The "*tuck*" seine which is a modified bar seine has been used in the herring fishery since 2005. It is considered a fixed gear. In 2009, the "*tuck*" seine was used primarily in 4Rb compared to the trap in 4Ra (Figure 4).

The purse seine and "*tuck*" seine herring fishery is practiced mainly in the fall. Purse seine spring fishing activities were strongly reduced following the implementation in 1999 of management measures to protect the spawn of spring-spawning herring. In the fall, the herring fishery follows the mackerel fishery.

For the second consecutive year, all fishing fleets reached their respective allocation (Figure 5). Between 1990 and

---

et 2004, les filets maillants ne prenaient en moyenne que 30 % de leur allocation. L'arrivée de la senne "tuck" dans cette flottille de pêche a fait passer cette moyenne, pour la période de 2005 à 2009, à 81 %.

### **3.2 ÉCHANTILLONNAGE COMMERCIAL**

L'analyse des fréquences de longueur indique que le stock printanier est caractérisé par la présence de quelques classes d'âge (Figure 6A). Cependant, le stock d'automne est fortement dominé depuis plusieurs années par une seule classe d'âge dont l'année de naissance sera confirmée une fois l'échange de lecture d'âge complété (Figure 6B).

Au cours des dernières années, la proportion des harengs de printemps dans les captures automnales des grands et des petits senneurs a considérablement diminué (Tableaux 2 et 3). Cette diminution a été observée dans toutes les zones unitaires pêchées. Depuis l'arrêt du programme pêcheur-repère en 2007, aucun n'échantillon biologique de la pêche printanière au filet maillant n'a été récolté. Pour les années antérieures, et sauf quelques exceptions, les prises de hareng par cet engin de pêche étaient largement dominées par des reproducteurs de printemps.

### **3.3 DONNÉES DES RELEVÉS DE RECHERCHE AU CHALUTAGE DE FOND**

Le hareng est généralement capturé dans toute l'aire d'échantillonnage couverte par les relevés annuels au chalutage de fond (Figure 7). Au cours des ans, les taux de capture (kg/trait) les plus élevés ont été observés dans l'estuaire du Saint-Laurent, le long du chenal Laurentien, entre l'île d'Anticosti et la côte ouest de Terre-Neuve, ainsi que dans le détroit de Belle Isle.

Les données de présence/absence de hareng ont permis de calculer un

2004, gillnets were taking on average only 30% of their allocation. The arrival of the "tuck" seine in this fishing fleet increased the average to 81% for the 2005-2009 period.

### **3.2 COMMERCIAL SAMPLING**

Length frequency analysis indicates that the spring stock is characterized by the occurrence of a few year-classes (Figure 6A). However, the fall stock has been strongly dominated for several years by a single year-class whose exact year of birth will be confirmed when age readings have resumed (Figure 6B).

In recent years, the proportion of spring herring in the fall catches of large and small purse seiners has significantly decreased (Tables 2 and 3). This decrease was observed in all unit areas. Since the Index-Fisherman program was stopped in 2007, there has been no biological sample from the gillnet spring fishery collected. For previous years, and with few exceptions, herring catches by this fishing gear were largely dominated by spring spawners.

### **3.3 DATA FROM THE BOTTOM TRAWL RESEARCH SURVEYS**

Herring are generally caught throughout the sampling area covered by the annual bottom trawl research surveys (Figure 7). Over the years, the highest catch rates (kg/tow) were observed in the Gulf of St. Lawrence along the Laurentian Channel, between Anticosti Island and the West Coast of Newfoundland and in the Strait of Belle Isle.

The presence/absence data of herring were used to calculate a variogram for

---

variogramme pour la majorité de ces relevés (Tableau 5). Les meilleurs ajustements aux données ont été obtenus à l'aide du modèle exponentiel sauf en 1994 où un modèle sphérique a été employé. Pour tous les variogrammes, aucune anisométrie n'a été détectée au niveau de la structure spatiale.

Les probabilités de retrouver du hareng sont généralement élevées (80-100%) dans la région d'Anticosti, sur la Basse Côte-Nord du Québec et sur la côte ouest de Terre-Neuve. À ce dernier endroit, les probabilités les plus élevées se retrouvent généralement dans les zones unitaires 4Ra et 4Rb et à la tête du Chenal d'Esquiman (Figure 8).

L'indice de dispersion a très peu varié entre 1993 et 1997 (Tableau 6, Figure 9). Il a cependant enregistré une hausse importante entre 1998 et 2001 suivie d'une diminution en 2003 et 2004 et d'une légère augmentation en 2005. Depuis 2005, l'indice a relativement peu varié.

### 3.4 RELEVÉ ACOUSTIQUE

Le relevé acoustique de 2009 s'est déroulé entre le 18 octobre et le 9 novembre. La Basse-Côte-Nord du Québec a été couverte en premier suivie des zones unitaires 4Ra et 4Rb. Ces zones correspondent aux strates 9 et 10 (Figure 10).

Contrairement au relevé réalisé à l'automne 2002, aucun signal important n'a été mesuré en 2009 dans les strates 9 et 10. Les plus importants signaux, exprimés en densité de hareng ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), ont été mesurés dans les strates 1 et 2 (baie St. Georges) et les strates 6 (au large de Bonne Bay) et 7 (baie des Îles).

L'indice de la biomasse totale des reproducteurs de printemps a fortement diminué entre 1991 et 1993 (Tableau 7, Figure 11A). Après une certaine stabilité, cet indice a chuté à nouveau passant de 34 550 t en 2002 à 5 801 t en 2009

the majority of these surveys (Table 5). The best data adjustments were obtained using the exponential model, except for 1994, when a spherical model was used. For all variograms, no anisometry was detected in terms of the spatial structure.

The probability of finding herring are generally high (80-100%) in the Anticosti area, on Quebec's Lower North Shore and on the west coast of Newfoundland. At this last location, the highest probabilities are generally found in unit areas 4Ra and 4Rb and at the head of the Esquiman Channel (Figure 8).

The dispersion index has only varied slightly between 1993 and 1997 (Table 6, Figure 9). However, there was a significant increase between 1998 and 2001, followed by a decrease in 2003 and 2004 and a slight increase in 2005. Since 2005, the index has remained relatively unchanged.

### 3.4 ACOUSTIC SURVEY

The 2009 acoustic survey took place between October 18 and November 9. Quebec's Lower North Shore was covered first, followed by unit areas 4Ra and 4Rb. These areas correspond to strata 9 and 10 (Figure 10).

Unlike the survey conducted in the fall of 2002, no significant signal was measured in 2009 in strata 9 and 10. The most significant signals, expressed in herring density ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), were measured in strata 1 and 2 (St. Georges Bay) and strata 6 (off Bonne Bay) and 7 (Bay of Islands).

The total biomass index of spring-spawning herring dropped sharply between 1991 and 1993 (Table 7, Figure 11A). After some stability, it continued to fall from 34,550 t in 2002 to 5,801 t in 2009 (Table 8, Figure 11A). In

---

(Tableau 8, Figure 11A). En 2002, les harengs de printemps comptaient pour 32,1 % de la biomasse totale des deux stocks reproducteurs par rapport à 8,1 % en 2009 (Figure 12). La taille moyenne des harengs utilisés pour le calcul de l'indice de biomasse était de 335,0 mm en 2002 comparativement à 328,3 mm en 2009 (Figure 13A).

L'indice de la biomasse totale des harengs reproducteurs d'automne a aussi diminué entre 1991 et 1993 (Tableau 7, Figure 11B). En 2009 cet indice a été évalué à 66 216 t comparativement à 72 916 t en 2002 (Tableau 8, Figure 11B). La taille moyenne des harengs utilisés pour le calcul de l'indice de biomasse était de 328,8 mm en 2002 comparativement à 326,3 mm en 2009 (Figure 13B).

### **3.4.1 Évaluation analytique**

La reprise du relevé acoustique permettra l'utilisation d'une Analyse Séquentielle de Populations (ASP) dans quelques années. Une telle analyse sera réalisée dès que nous aurons les données provenant d'un minimum de quatre relevés. L'ASP permettra de mettre à jour les points de référence et les taux d'exploitation limite et d'élaborer un cadre stratégique de pêche conforme à l'Approche de Précaution.

## **4.0 CONCLUSION**

Les débarquements réels de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve pourraient être plus importants que les statistiques de pêche le démontrent. En effet, les captures printanières au filet maillant qui sont utilisées en guise d'appât, ne sont pas comptabilisées. Un très grand nombre de pêcheurs de homard pratiquent cette pêche qui s'effectue principalement sur les reproducteurs de printemps. Il est recommandé que cette pêche soit l'objet d'un suivi serré de façon à en estimer les captures.

2002, spring herring accounted for 32.1% of the total biomass of the two spawning stocks compared to 8.1% in 2009 (Figure 12). The mean size of herring used to calculate the biomass index was 335.0 mm in 2002 compared to 328.3 mm in 2009 (Figure 13A).

The total biomass index of fall-spawning herring also dropped between 1991 and 1993 (Table 7, Figure 11B). In 2009, it was estimated at 66,216 t compared to 72,916 t in 2002 (Table 8, Figure 11B). The mean size of herring used to calculate the biomass index was 328.8 mm in 2002 compared to 326.3 mm in 2009 (Figure 13B).

### **3.4.1 Analytical assessment**

The acoustic survey will allow the return of a Sequential Population Analysis (SPA) in a few years. This type of assessment may be conducted as soon as we obtain the data from a minimum of four surveys. The SPA will provide an update of the reference points and limit exploitation rates and will help develop a strategic fishery framework consistent with the Precautionary Approach.

## **4.0 CONCLUSION**

The actual herring landings on the west coast of Newfoundland could be more significant than what the fishery statistics reveal. In fact, spring catches by gillnet which are used as bait, are not accounted for. A large number of lobster fishermen practice this fishing activity which occurs mainly on spring spawners. It is recommended that this fishery be closely monitored in order to estimate the catches.

---

Le relevé acoustique de l'automne 2009 confirme la diminution d'abondance du stock des reproducteurs de printemps malgré le déplacement de l'effort de pêche vers les reproducteurs d'automne depuis 1999. En l'absence de signes de reconstruction, il est recommandé que les mesures de gestion mises en place afin de protéger la ponte de cette composante reproductrice demeurent en place.

Les résultats du relevé acoustique indiquent aussi que l'abondance des reproducteurs d'automne a légèrement diminué entre 2002 et 2009. Les captures de hareng qui sont maintenant réalisées sur la côte ouest de Terre-Neuve sont constituées essentiellement de reproducteurs d'automne. Au cours des dernières années, des captures de l'ordre de 20 000 t ont été supportées par une forte classe d'âge. Il est peu probable que des captures de ce niveau puissent être soutenues en absence d'un fort recrutement.

Si les données le permettent, il serait intéressant de décomposer l'indice de dispersion par groupe reproducteur et par classe de taille. Un tel traitement permettrait de tirer plus d'information des données provenant des relevés au chalutage de fond.

Les mêmes sites de ponte, d'alimentation et d'hivernage sont visités par les mêmes harengs d'année en année. Ceci peut s'expliquer par une "transmission sociale" des adultes par les jeunes classes d'âge d'une population (McQuinn, 1997; Petitgas *et al.* 2010). Il est donc important de disperser l'effort de pêche le long de la côte et sur toute l'année afin d'éviter la disparition des plus vieilles classes d'âge de certaines régions.

En l'absence de recrutement abondant, le niveau actuel des captures (20 000 t) ne devrait pas être augmenté en 2010 et 2011. Le relevé acoustique de 2010 devrait permettre de préciser le statut des deux stocks reproducteurs.

The 2009 fall acoustic survey confirms the decrease in abundance of the spring herring stock despite the displacement of the fishing effort towards the fall spawning herring since 1999. With the absence of reconstruction signs, it is recommended that the management measures in place to protect the spawn of this spawning component remain in place.

The acoustic survey results also indicate that the abundance of the fall spawners decreased slightly between 2002 and 2009. Current catches on the west coast of Newfoundland consist overwhelmingly of fall spawning herring. In recent years, catches of about 20,000 t have been supported by a strong year-class. It is unlikely that this catch level can be sustained without a strong recruitment.

If the data permits, it would be interesting to categorize the dispersion index per spawning group and size class. This type of procedure would draw more information from the bottom trawl survey data.

The same spawning, feeding and wintering grounds are visited by the same herring from year to year. This can be explained by a "social transmission" from the adults by the younger year-classes within a population (McQuinn, 1997; Petitgas *et al.* 2010). It is therefore important to disperse fishing effort along the coast and throughout the year to prevent the disappearance of older year-classes in certain regions.

Without abundant recruitment, the current catch level (20,000 t) should not be increased for 2010 and 2011. The 2010 acoustic survey should confirm the status of the two spawning stocks.

---

## 5.0 REMERCIEMENTS

De très sincères remerciements sont exprimés à l'égard de M. Jerry Lavers, échantillonneur du MPO, pour tout le dévouement qu'il a démontré dans son travail au cours des années. Des remerciements vont aussi au Groupe Barry Inc. ainsi qu'au capitaine et à l'équipage du Gemini II. Finalement, des remerciements sont adressés à M. Denis Bernier et M. Sylvain Hurtubise pour la révision de ce document.

## 5.0 ACKNOWLEDGEMENTS

Very sincere thanks are expressed to Mr. Jerry Lavers, DFO sampler, for the dedication he has shown in his work over the years. Special thanks also go to the Barry Group Inc. and to the Captain and crew of the Gemini II. Finally, we would also like to thank Mr. Denis Bernier and Mr. Sylvain Hurtubise for reviewing this document.

## 6.0 RÉFÉRENCES / REFERENCES

- Bourdages, H., D. Archambault, B. Bernier, A. Fréchet, J. Gauthier, F. Grégoire, J. Lambert, and L. Savard. 2010. Preliminary results in the groundfish and shrimp multidisciplinary survey from August 2009 in the northern Gulf of St. Lawrence. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 1226: xii + 72 pp.
- CCRH. 2009. L'avenir de la pêche: Le hareng dans l'est du Canada. Rapport pour la Ministre des Pêches et des Océans. Ottawa. 37 pp.
- DFO. 2010. Assessment of the west coast of Newfoundland (Division 4R) herring stocks in 2009. DFO Can. Sci. Advis. Sec., Sci. Advis. Rep. 2010/032.
- FRCC. 2009. Fishing into the future: the herring fishery in eastern Canada. A report to the Minister of Fisheries and Oceans. Ottawa. 37 pp.
- MPO. 2010. Évaluation des stocks de hareng de la côte ouest de Terre-Neuve (Division 4R) en 2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/032.
- McQuinn, I. H. 1987. New maturity cycle charts for the herring stocks along the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) and the North Shore of Quebec (NAFO Division 4S). CAFSAC Res. Doc. 87/66. 11pp.
- McQuinn, I. H. 1989. Identification of spring- and autumn- spawning herring (*Clupea harengus harengus*) using maturity stages assigned from a gonadosomatic index model. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46(6): 969-980.
- McQuinn, I.H. 1997. Metapopulations and the Atlantic herring. Rev. Fish Biol. Fish. 7(3): 297-329.
- McQuinn, I. H., and L. Lefebvre. 1999. An evaluation of the western Newfoundland herring acoustic abundance index from 1989-1997. CSAS Res. Doc. 99/120. 20 pp.
- McQuinn, I. H., D. Reid, L. Berger, N. Diner, D. Heatley, I. Higginbottom, L.N. Andersen, O. Langeland, and J.-P. Lapierre. 2005. Description of the ICES HAC standard

---

data exchange format, version 1.60. In: ICES Cooperative Research Report, p. 86 pp.

Petitgas, P., D.H. Secor, I.H. McQuinn, G. Huse, and N. Lo. 2010. Stock collapses and their recovery: mechanisms that establish and maintain lifecycle closure in space and time. *ICES J. Mar. Sci.* 67.

Simard, Y., I.H. McQuinn, M. Montminy, C. Lang, C. Stevens, F. Goulet, J.-P. Lapierre, J.-L. Beaulieu, J. Landry, Y. Samson, and M. Gagné. 2000. CH2: Canadian Hydroacoustic data analysis tool 2 user's manual (version 2.0). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., 2332. 123 pp.



Tableau 2. Proportion (%) des harengs reproducteurs de printemps dans les captures mensuelles des grands senneurs (>65'/19.9 m) par zone unitaire de la Division 4R de l'OPANO entre 1976 et 2009.

Table 2. Proportion (%) of spring spawners herring in the large purse seiners (>65'/19.9 m) monthly catches by unit area of NAFO Division 4R from 1976 to 2009.

ANNÉE / YEAR	ZONE UNITAIRE / UNIT AREA																			
	4Rd						4Rc													
	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUNE	AOÛT / AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.	JAN.	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUNE	JUIL. / JUL.	AOÛT / AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.		
1976	90.4	97.8								52.3										
1977	95.4	99.0								32.4										
1978	82.4									81.9										
1979	86.2									43.2	26.0									
1980	95.2								98.0									73.4		
1981	96.4	92.0								97.3										
1982										99.8	98.0						65.0			
1983										61.0	54.5						73.8			
1984									76.4	43.9										
1985		92.0									66.0	49.7						82.6		
1986	77.0	100.0									93.6		78.0							
1987		97.0									100.0	93.0	100.0					65.3	84.7	
1988	83.6	99.5									34.0	100.0								
1989	91.3										34.0							79.5	66.9	
1990		89.8										78.0						88.0		
1991	71.6											72.0						48.0	66.0	
1992		94.7				72.7					100.0	100.0						80.0		
1993	90.0	85.0																28.6	68.2	
1994		94.5										93.9	94.5						67.8	
1995		44.0					52.0	48.7				98.0	99.3					29.3	54.2	47.4
1996								68.0	72.0				100.0	98.8				48.0	59.0	76.0
1997		97.5						48.0					98.5					34.0	50.0	33.0
1998		100.0										100.0	100.0					4.0	48.7	47.0
1999																	42.0	26.2	50.0	42.0
2000		16.0										17.5							38.0	
2001			94.0				51.5							88.0				21.0	68.0	44.4
2002		88.0										80.0	74.0						73.0	
2003								34.0	28.6				95.8							
2004								22.0	40.3	33.0			93.0						53.0	47.5
2005									28.1	5.6				40.1					83.3	
2006		82.0							19.5					68.0						14.0
2007																		5.0	9.3	9.7
2008								22.5	15.5	9.1								6.1	8.0	
2009									10.4										8.7	

Tableau 2. (Suite).

Table 2. (Continued).

ANNÉE / YEAR	ZONE UNITAIRE / UNIT AREA																		
	4Rb						4Ra												
	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUNE	AOÛT / AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.	JAN.	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUNE	JUIL. / JUL.	AOÛT / AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	
1976																		87.7	
1977																	47.3	89.3	
1978																		85.8	84.4
1979																		91.6	86.7
1980																			
1981																			
1982																			
1983																			
1984	40.9																	74.7	62.7
1985																		62.0	
1986																			
1987																			
1988	37.5																		
1989																			
1990																			
1991																			
1992		47.7																	
1993		74.0																0.0	22.0
1994			13.3																39.0
1995			98.0																33.3
1996				2.0															34.0
1997					2.0														
1998						26.0													
1999							44.0												
2000								20.0											
2001									36.0										
2002									35.6										
2003									58.0										
2004										30.0									
2005											38.7								
2006												34.0							
2007													40.0						
2008														10.6					
2009															7.8				
															8.3				

Tableau 3. Proportion (%) des harengs reproducteurs de printemps dans les captures mensuelles des petits senneurs (<65'/19.9 m) par zone unitaire de la Division 4R de l'OPANO entre 1992 et 2009.

Table 3. Proportion (%) of spring spawners herring in the small purse seiners (<65'/19.9 m) monthly catches by unit area of NAFO Division 4R from 1992 to 2009.

YEAR	ZONE UNITAIRE / UNIT AREA																
	4Rd						4Rc										
	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUN.	AOÛT / AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUN.	JUIL. / JUL.	AOÛT / AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1992							78.0				100.0					28.6	
1993	90.0	98.4															
1994		100.0					43.4			93.9	99.0				39.6	58.0	48.0
1995							48.0				100.0				48.7	69.0	58.0
1996									100.0							58.1	
1997																	
1998							46.0									52.0	
1999										41.9	33.0						
2000											80.8	36.0					
2001												72.0					
2002									93.0				53.3				
2003			0.0		43.7	46.4			95.0				78.0				
2004					43.7								36.0				
2005					28.0												
2006						21.1											
2007													10.0				
2008				31.3	24.2												
2009																	

Tableau 3. (Suite).  
 Table 3. (Continued).

YEAR	ZONE UNITAIRE / UNIT AREA																
	4Rb						4Ra										
	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUN.	AOÛT / AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUN.	JUIL. / JUL.	AOÛT / AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1992		100.0														36.0	
1993															0.0	16.0	
1994				10.0	32.0	34.0										39.0	
1995			98.0													39.0	34.0
1996										99.0						35.0	
1997				19.0											0.0	22.0	22.0
1998					21.0	42.0				98.0					0.0		
1999		87.6				10.0				94.0						0.0	
2000					32.0	43.0				82.0							
2001		86.0			30.0	40.4							14.7			28.0	
2002		92.0				27.0				98.0	22.0						
2003						26.0					100.0						
2004																	
2005					10.9												
2006						13.0				4.1							
2007						12.7					96.0						
2008						8.1											
2009					8.3												

Tableau 4. Proportion (%) des harengs reproducteurs de printemps dans les captures mensuelles des filets maillants par zone unitaire de la Division 4R de l'OPANO entre 1976 et 2009.

Table 4. Proportion (%) of spring spawners herring in the gillnet monthly catches by unit area of NAFO Division 4R from 1976 to 2009.

YEAR	ZONE UNITAIRE / UNIT AREA																
	4Rd						4Rc										
	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUN.	JUIL. / JUL.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUN.	JUIL. / JUL.	AOÛT / AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1976		100.0															
1977																	
1978		99.0							92.8								85.7
1979	84.0																95.0
1980	96.4								91.1								100.0
1981									95.8								82.4
1982										97.2							
1983		95.7															
1984		94.1							78.5								84.0
1985		97.7							86.5	90.0							
1986	84.4	98.4							50.0	83.7							66.0 80.0
1987	92.0	99.4							52.0	84.7	88.6						
1988	98.0	99.6	96.0						73.5	78.3	81.4	76.0					
1989		99.0	91.1						86.0	85.3	79.6						
1990		96.9	99.3							92.0	88.5	34.5					
1991		95.9	96.0							88.8	59.2						
1992		93.2	76.0							74.8	70.4	52.0					
1993		98.0								78.7	89.0						
1994		97.5	99.3							94.0	88.8	2.0					
1995		95.1	90.0							91.2	83.0	67.3					
1996	97.0	97.7	95.9							94.2	88.4						
1997	100.0	97.2	98.7							99.0	98.8						
1998	100.0	99.4								99.4	100.0						
1999	96.0	99.1	22.0	16.0					100.0	99.1							
2000	100.0	96.4	34.0	10.0						92.8	95.2						
2001	100.0	98.0								99.6	98.2						
2002	98.0	99.2	100.0							98.7	93.5						
2003	94.0	68.0	14.0						98.8	100.0							
2004	100.0	99.4								99.2	84.7						
2005		96.4								63.3	73.2						
2006			14.5						87.8	85.2	100.0						
2007																	
2008																	
2009																	

Tableau 4. (Suite).  
 Table 4. (Continued).

YEAR	ZONE UNITAIRE / UNIT AREA																	
	4Rb						4Ra											
	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUN.	JUIL. / JUL.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	AVR. / APR.	MAI / MAY	JUIN / JUN.	JUIL. / JUL.	AOÛT / AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	
1976	98.0									5.3				76.7				
1977	83.3	18.0			86.0				52.0	33.6				78.9				
1978	98.0									38.7	11.7	44.0	56.0					
1979				84.0					55.6	34.1	3.0	42.9	72.0	66.0				
1980					81.8	63.3			37.0	24.9	0.7			43.8				
1981	91.0									2.7								
1982				64.9					39.6	1.4	46.3	56.9	56.3	68.2				
1983			80.0	46.1	41.8					8.6	27.9	63.0	36.0	52.7				
1984				60.2	44.9				80.0	9.5	15.7		28.0					
1985						54.4				16.8	10.1	32.0	44.1	27.1				
1986										14.2	26.0	49.5	37.5					
1987				52.2					28.0	11.8	27.0	41.3	52.8	42.0				
1988				68.1						22.3	11.6	23.3	44.0	40.0				
1989					71.0	56.7				15.5	17.8	10.8	18.0	32.5				
1990						44.0				4.5	27.0	38.1	50.0	43.4				
1991					32.0	44.0	70.0			26.0	10.0	8.3	1.0	10.2				
1992									86.0	4.0	4.0	4.0		1.7				
1993										7.5	1.5	11.6						
1994										72.0	11.6	2.7	9.1	42.0	45.3	34.0		
1995			48.0							46.0	2.0	1.8	1.9	23.5	30.0			
1996		68.0		3.0	32.0						2.0	1.5	4.0	16.8				
1997										99.0	22.0	0.4	4.9					
1998					38.0					97.5		0.0						
1999										97.5		0.0						
2000									99.0	98.7		1.0						
2001						38.0				98.0	12.0			26.0				
2002										100.0	22.0							
2003										98.0	10.0							
2004										72.0								
2005																		
2006																		
2007																		
2008																		
2009																		

Tableau 5. Paramètres des variogrammes isotropiques des prises de hareng (présence/absence) des relevés d'abondance aux poissons de fond et à la crevette des NGCC Alfred Needler et Teleost dans le nord du golfe du Saint-Laurent entre 1990 et 2009.

Table 5. Parameters of the isotropic variograms of the herring catches (presence/absence) from the CCGS Alfred Needler and Teleost groundfish abundance surveys conducted in the northern Gulf of St. Lawrence between 1990 and 2009.

ANNÉE / YEAR	NAVIRE / VESSEL	MODÈLE / MODEL*	PARAMÈTRES / PARAMETERS				$R^2$	RSS**
			Pépite / Nugget ( $C_0$ )	Plateau / Sill ( $C_0 + C$ )	Portée / Range ( $A_0$ )			
1990	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.083	0.166	88.0	0.906	3.423E-04	
1991	NGCC / CCGS A. Needler		La structure spatiale ne permet pas de construire un variogramme / <i>Spatial structure doesn't allow the construction of a variogram</i>					
1992	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.163	0.327	525.0	0.943	7.725E-04	
1993	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.048	0.238	55.0	0.928	4.273E-04	
1994	NGCC / CCGS A. Needler	Sphérique / Spherical	0.132	0.276	350.0	0.986	1.869E-04	
1995	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.122	0.245	57.7	0.946	3.300E-04	
1996	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.053	0.250	64.0	0.981	1.411E-04	
1997	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.0135	0.211	11.4	0.806	4.930E-04	
1998	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.053	0.259	57.0	0.873	7.458E-04	
1999	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.121	0.244	58.3	0.959	2.632E-04	
2000	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.035	0.198	25.6	0.877	2.532E-04	
2001	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.019	0.184	16.6	0.931	2.26E-04	
2002	NGCC / CCGS A. Needler		La structure spatiale ne permet pas de construire un variogramme / <i>Spatial structure doesn't allow the construction of a variogram</i>					
2003	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.140	0.282	145.0	0.789	2.606E-03	
2004	NGCC / CCGS Teleost	Exponentiel / Exponential	0.000	0.214	48.6	0.924	1.942E-04	
2005	NGCC / CCGS Teleost	Exponentiel / Exponential	0.022	0.237	13.8	0.726	2.398E-03	
2005	NGCC / CCGS A. Needler	Exponentiel / Exponential	0.121	0.242	42.2	0.759	3.079E-03	
2005	NGCC / CCGS Teleost + Needler	Exponentiel / Exponential	0.118	0.238	33.3	0.820	1.352E-03	
2006	NGCC / CCGS Teleost	Exponentiel / Exponential	0.120	0.241	16.0	0.906	8.538E-04	
2007	NGCC / CCGS Teleost	Exponentiel / Exponential	0.024	0.220	9.2	0.877	6.886E-04	
2008	NGCC / CCGS Teleost	Exponentiel / Exponential	0.020	0.228	4.5	0.803	4.606E-04	
2009	NGCC / CCGS Teleost	Exponentiel / Exponential	0.039	0.249	9.2	0.843	8.231E-04	

\* Modèle sphérique / Spherical model:

$$\gamma(\mathbf{h}) = \begin{cases} 1.5 \frac{\mathbf{h}}{A_0} - 0.5 \left( \frac{\mathbf{h}}{A_0} \right)^3 & \text{if } \mathbf{h} \leq A_0, \text{ et 1 autrement} / \text{and 1 otherwise} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Modèle exponentiel / Exponential model:

$$\gamma(\mathbf{h}) = 1 - \exp(-\frac{3\mathbf{h}}{A_0})$$

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

Tableau 6. Indice de dispersion (%) (moyenne annuelle) calculé par krigeage d'indicatrice pour la Division 4R de l'OPANO entre 1990 et 2009.

Table 6. Dispersion index (%) (annual mean) calculated by indicator kriging for NAFO  
Division 4R between 1990 and 2009.

ANNÉE / YEAR	NAVIRE / VESSEL	INDICE DE DISPERSION (%) / DISPERSION INDEX (%)				
		Moyenne / <i>Average</i>	Variance	CV	Intervalle de confiance 95% / 95% Lim. inf. / Lower limit	Confidence interval Lim. sup. / Upper limit
1990	NGCC / CCGS A. Needler	21.46	0.18	19.71	13.17	29.75
1992	NGCC / CCGS A. Needler	27.30	1.01	11.67	7.56	47.04
1993	NGCC / CCGS A. Needler	38.36	0.16	10.52	30.45	46.27
1994	NGCC / CCGS A. Needler	41.97	0.10	7.42	35.86	48.07
1995	NGCC / CCGS A. Needler	36.75	0.22	12.86	27.49	46.01
1996	NGCC / CCGS A. Needler	39.57	0.21	11.59	30.58	48.56
1997	NGCC / CCGS A. Needler	34.61	0.13	10.45	27.52	41.69
1998	NGCC / CCGS A. Needler	20.86	0.08	13.50	15.34	26.38
1999	NGCC / CCGS A. Needler	59.28	0.17	6.92	51.24	67.31
2000	NGCC / CCGS A. Needler	72.84	0.15	5.31	65.26	80.42
2001	NGCC / CCGS A. Needler	74.22	0.12	4.73	67.34	81.09
2003	NGCC / CCGS A. Needler	44.12	0.19	9.82	35.63	52.62
2004	NGCC / CCGS Teleost	35.05	0.24	13.96	25.46	44.64
2005	NGCC / CCGS Teleost + Needler	56.72	0.18	7.51	48.37	65.07
2006	NGCC / CCGS Teleost	59.74	0.15	6.49	52.14	67.34
2007	NGCC / CCGS Teleost	65.08	0.14	5.67	57.84	72.32
2008	NGCC / CCGS Teleost	61.39	0.12	5.59	54.66	68.12
2009	NGCC / CCGS Teleost	58.62	0.16	6.87	50.73	66.51





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

2009 Nom / Name	STRATE / STRATA				SURFACE COUVERTÉ / AREA SCATTERING (sr)					HARENG D'AUTOMNE / FALL SPAWNER					HARENG PRINTEMPS / SPRING SPAWNER					
	Numéro / Number	Surface (km <sup>2</sup> ) / Area (km <sup>2</sup> )	Nb. de transects / Nb. of transects	Long. moy. (m) / Average length (m)	Densité d'échantillonnage (km/km <sup>2</sup> ) Sampling density (km/km <sup>2</sup> )	Dispersion totale (sr) Total dispersion (sr)	Moy. pondérée SA (sr/m <sup>2</sup> ) Weighted Mean SA (sr/m <sup>2</sup> )	Variance	E.T. / S.E. C.V.	Densité biomasse (kg/m <sup>3</sup> ) / Density biomass (kg/m <sup>3</sup> )	Total	VAR.	E.T. / S.E. C.V.	Densité biomasse (kg/m <sup>3</sup> ) / Density biomass (kg/m <sup>3</sup> )	Total	VAR.	E.T. / S.E. C.V.			
St-Georges S	1	410.8	15	4067.1	0.148	2500.6	6.08700E-06	9.69000E-12	3.11300E-06	51.1	0.022342	9178.9	2.03000E+07	4507.2	49.1	1.95700E-03	804.2	1.56000E+05	394.9	49.1
St-Georges N	2	305.2	9	3727.9	0.11	11056.2	3.62300E-05	9.01800E-10	3.00300E-05	82.9	0.132986	40584.4	1.10000E+09	33098.7	81.6	1.16510E-02	3555.7	8.41000E+06	2899.9	81.6
Port-au-Port G	3	1697	17	17924.9	0.18	1937.2	1.14200E-06	4.21200E-13	6.49000E-07	56.9	0.00419	7111	1.63000E+07	4042.9	56.9	3.67000E-04	623	1.25000E+05	354.2	56.9
Port-au-Port	4																			
Bay of Islands G	5	482.3	9	12896.4	0.241	9.5	1.97600E-08	3.61900E-16	1.90200E-08	96.3	0.000073	35	9.98000E+02	31.6	90.3	6.00000E-06	3.1	7.66000E+00	2.8	90.3
Bonne Bay G	6	1089	20	10753.3	0.197	1387.2	1.27400E-06	3.29700E-13	5.74200E-07	45.1	0.004676	5091.9	4.95000E-06	2223.9	43.7	4.10000E-04	446.1	3.80000E+04	194.8	43.7
Bay of Islands G	7	334.9	9	5694	0.153	1055.7	3.15200E-06	5.36200E-12	2.31600E-06	73.5	0.011571	3875.3	8.04000E-06	2834.7	73.1	1.01400E-03	339.5	6.17000E+04	248.4	73.1
Bonne Bay	8																			
Hawk's Bay	9	506	4	8262.8	0.065															
St. John Bay	10	1477.9	14	19619.6	0.186	92.6	6.26300E-08	2.36500E-15	4.86300E-08	77.6	0.00023	339.8	6.17000E+04	248.4	73.1	2.00000E-05	29.8	4.74000E+02	21.8	73.1
Total Moy. / Average		6303.2	97	11230.8	0.173	18039	4.79700E-05	9.17600E-10	3.02900E-05	63.2	0.010505	66216.3*	1.14500E+09	33841.2	51.1	9.20000E-04	58014*	8.79100E+06	2964.9	51.1

\* Valeurs recalculées après la publication de MPO 2010 / Values recalculated after the publishing of DFO 2010

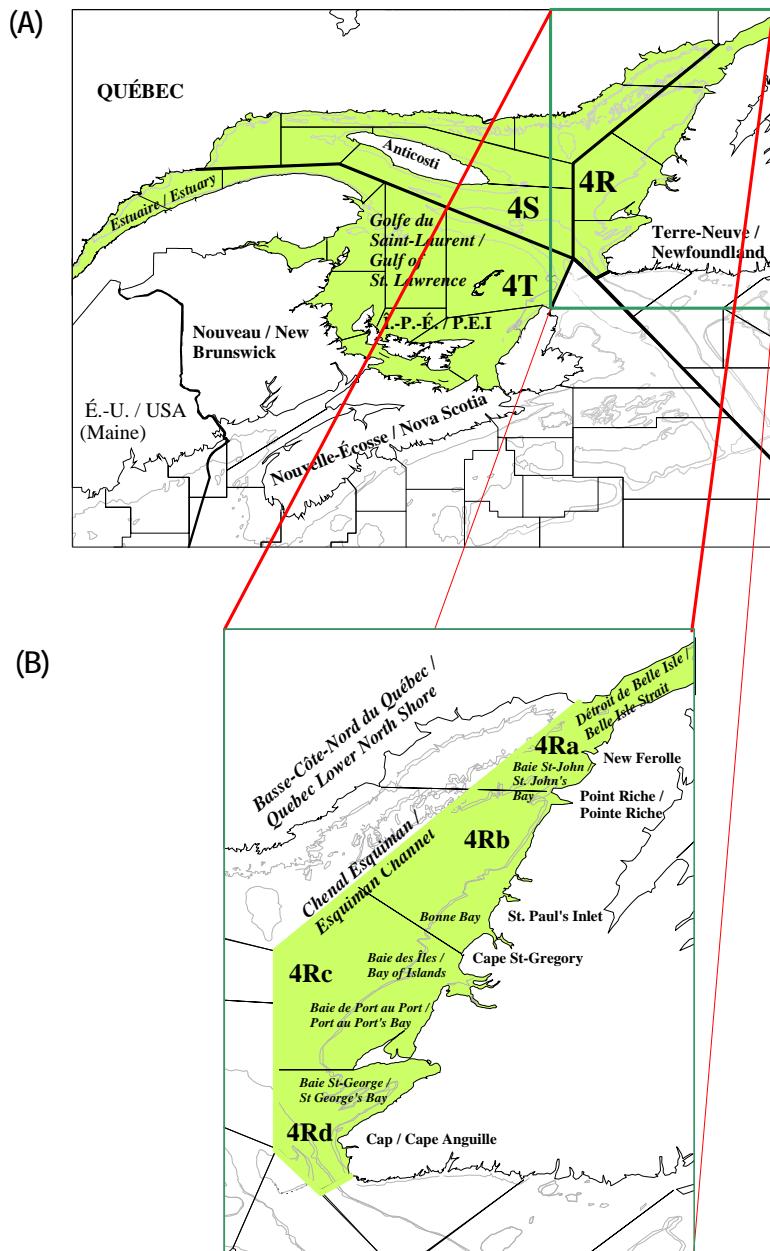


Figure 1. Cartes de la côte ouest de Terre-Neuve (A) et des zones unitaires de la Division 4R de l'OPANO (B) / Maps of the west coast of Newfoundland (A) and of the unit areas of NAFO Division 4R (B).

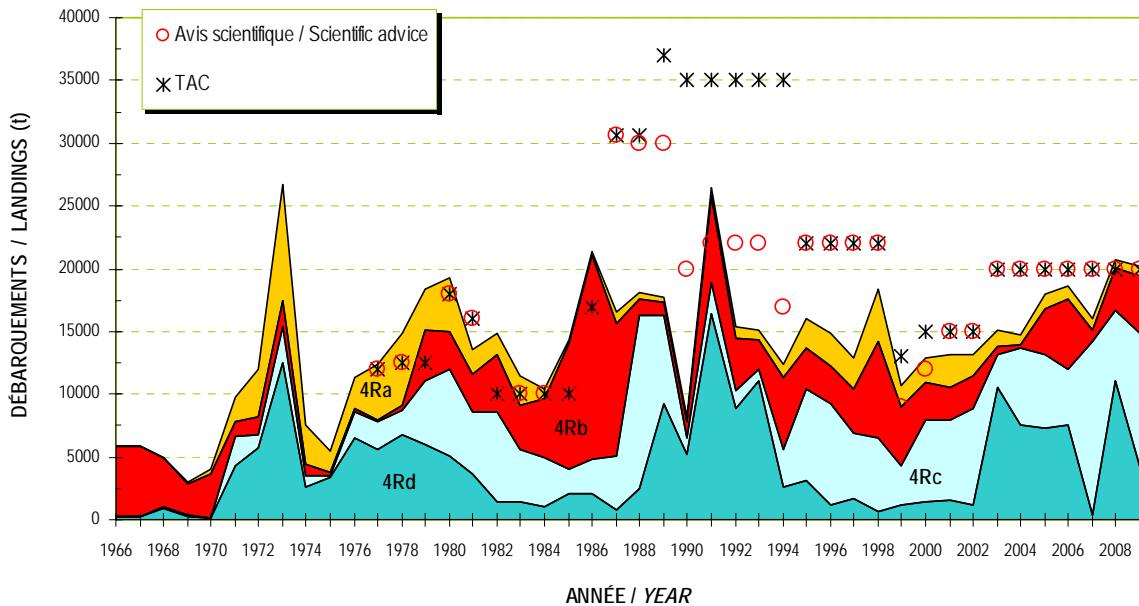


Figure 2. Débarquements (t) commerciaux cumulatifs de hareng pour les zones unitaires de la Division 4R de l'OPANO, de 1966 à 2009 (TAC et Avis scientifique sont indiqués) / Cumulative commercial herring landings (t) for the unit areas of NAFO Division 4R, 1966 to 2009 (TAC and Scientific advice are shown).

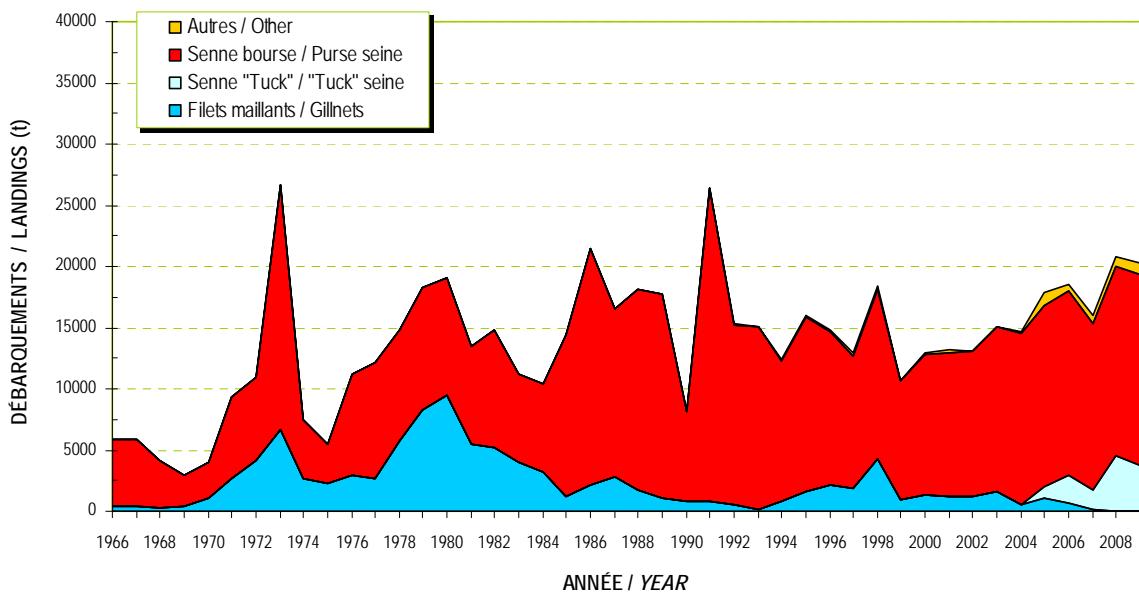


Figure 3. Débarquements (t) commerciaux cumulatifs de hareng par engin de pêche pour la Division 4R de l'OPANO, de 1966 à 2009 / Cumulative commercial herring landings (t) by fishing gear for NAFO Division 4R, 1966 to 2009.

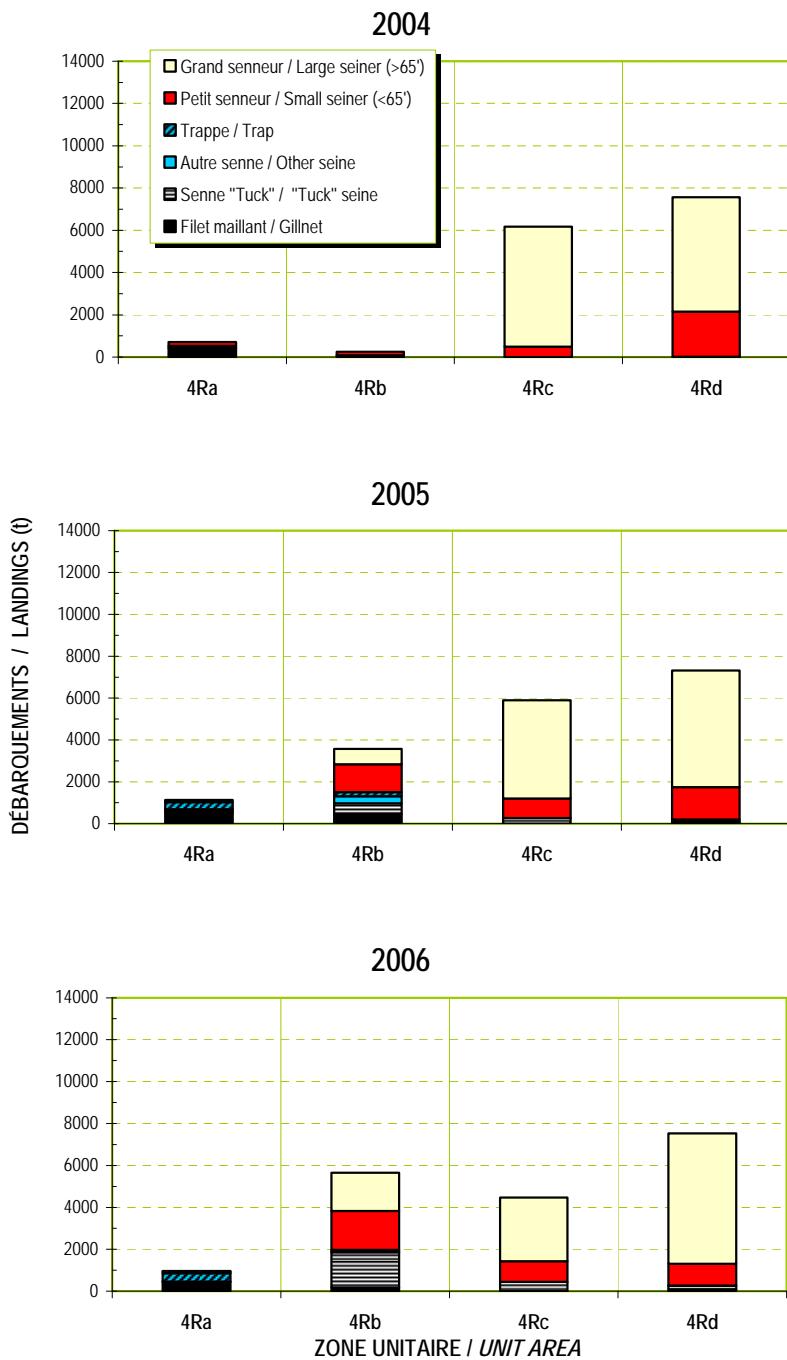


Figure 4. Débarquements (t) de hareng par engin de pêche et par zone unitaire de la Division 4R de l'OPANO pour la période 2004-2009 (la senne "Tuck" est apparue pour la première fois dans les statistiques de pêche en 2005) / Herring landings (t) by fishing gear and by unit area of NAFO Division 4R for the 2004-2009 period ("Tuck" seine appeared for the first time in the fishing statistics in 2005).

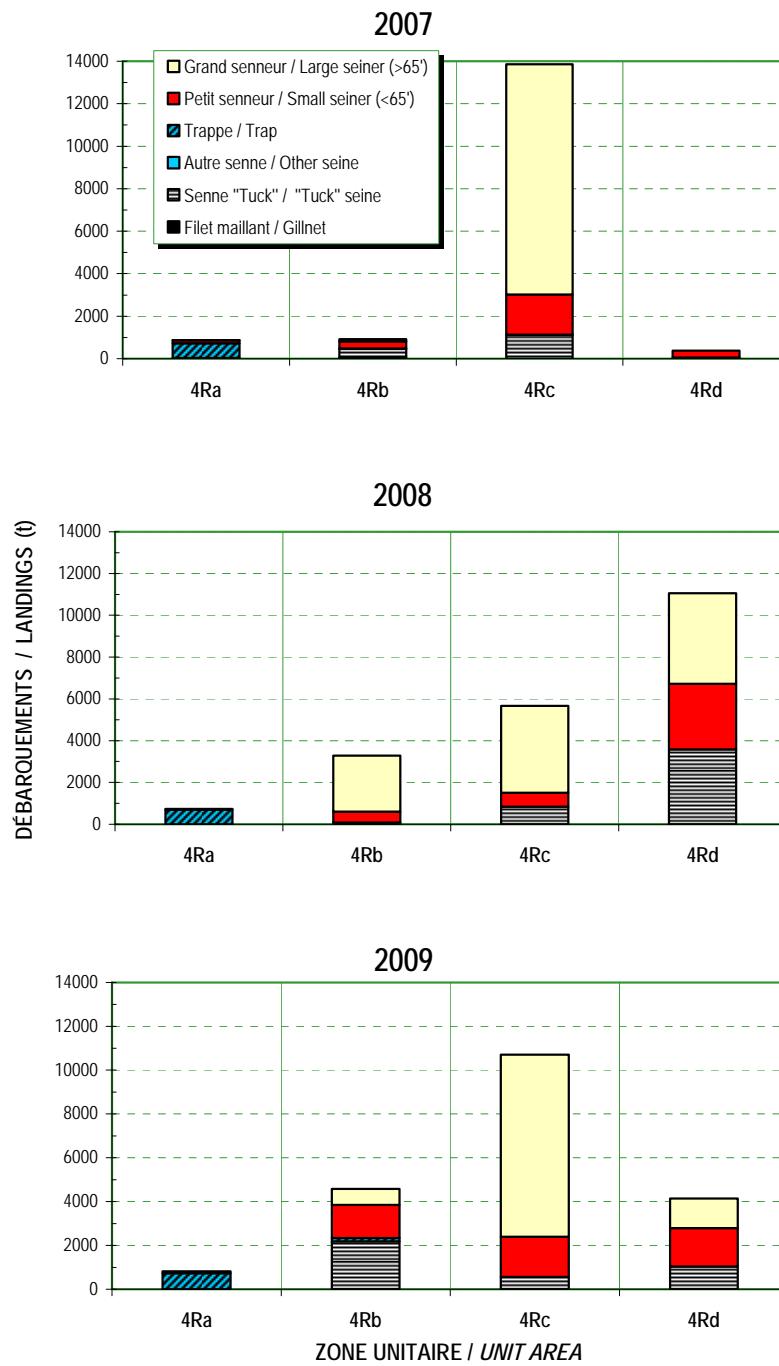


Figure 4. (Suite / Continued).

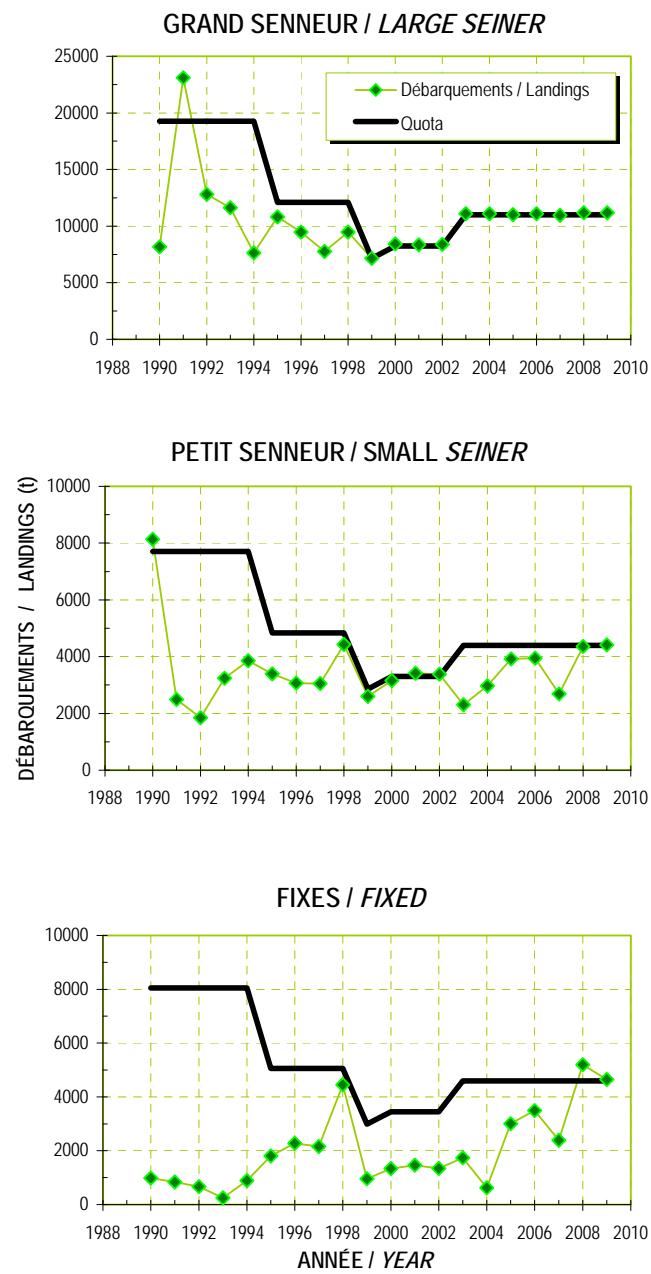


Figure 5. Débarquements (t) et quotas (t) annuels alloués depuis 1990 à chacun des secteurs de la pêche au hareng de la Division 4R de l'OPANO (la senne "Tuck" est considérée comme un engin fixe) / Annual landings (t) and quotas (t) allocated since 1990 to each sector of the herring fishery of NAFO Division 4R ("Tuck" seine is considered as a fixed gear).

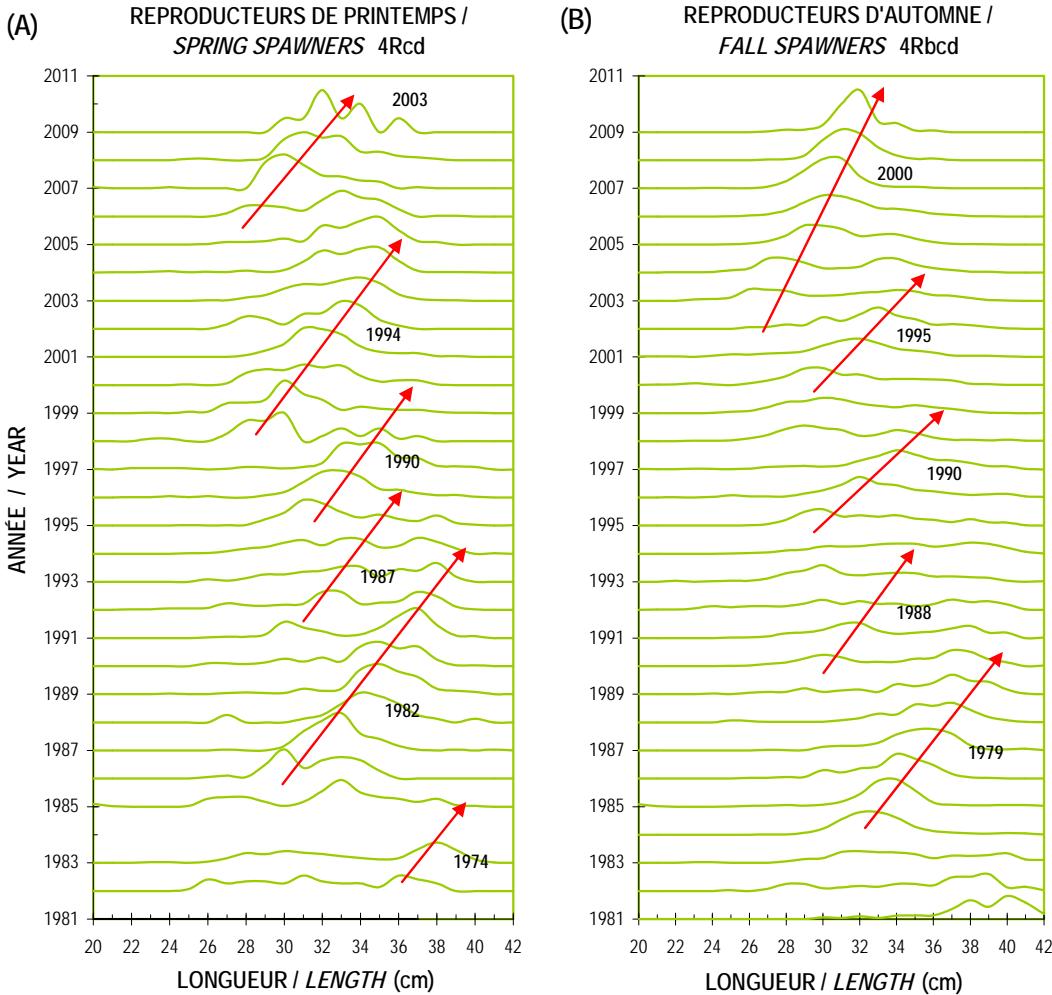
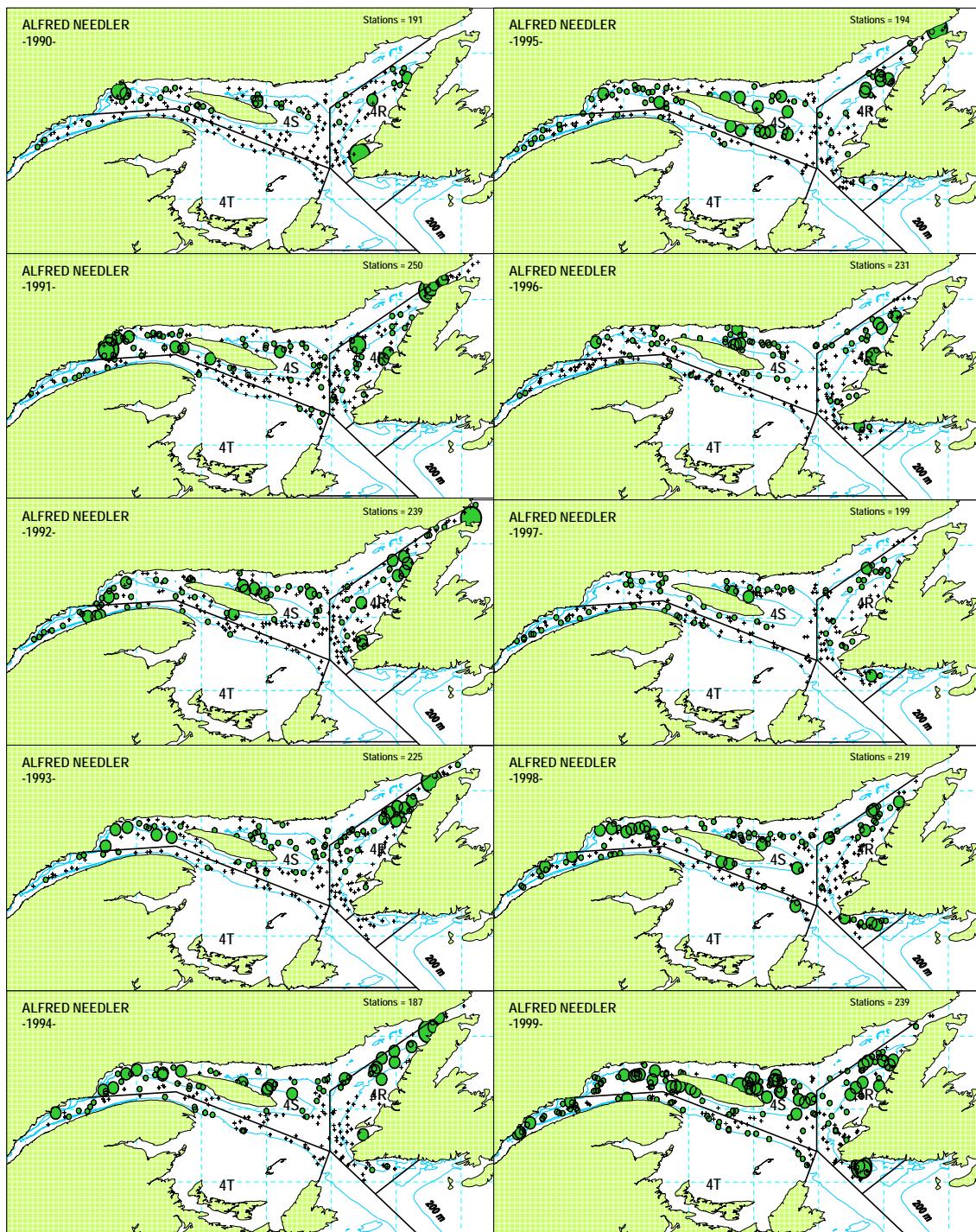


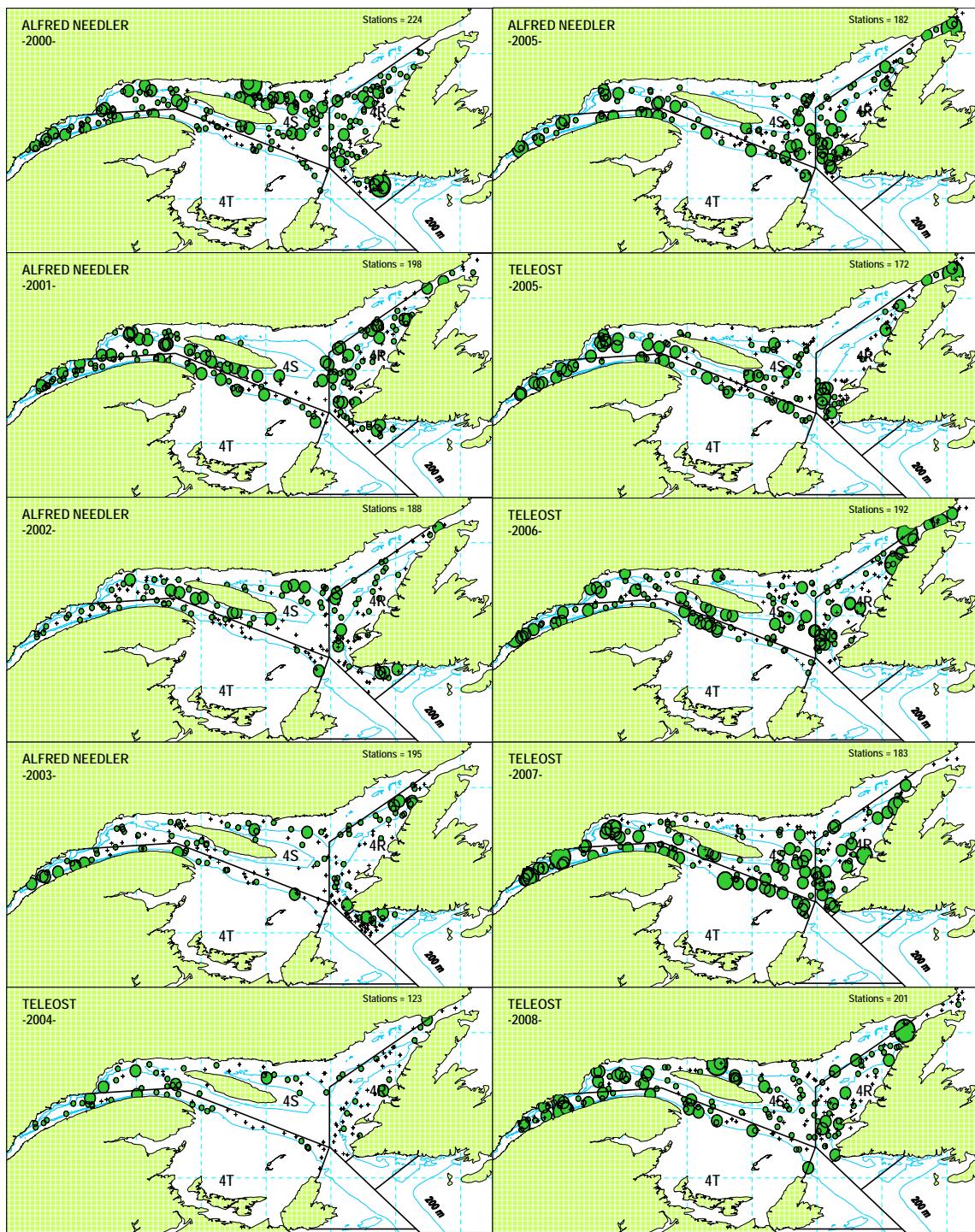
Figure 6. Fréquences (%) de longueur (cm) annuelles des harengs reproducteurs de printemps (A) et d'automne (B) capturés l'automne à la senne bourse dans les zones unitaires 4Rbcd depuis 1981 (certaines classes d'âge sont indiquées) / Annual length (cm) frequencies (%) for the spring (A) and fall (B) herring spawners caught during the fall with purse seine in unit areas 4Rbcd since 1981 (some year-classes are indicated).



Légende / Legend:

+ 0    ● 0-1    ● 1-15    ● 15-30    ● > 30 kg / trait-set

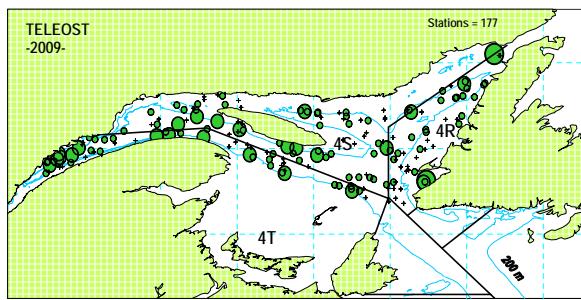
Figure 7. Distribution des abondances (kg/trait) de hareng pour les relevés au chalut de fond des NGCC Alfred Needler et Teleost dans le nord du golfe du Saint-Laurent et sur la côte ouest de Terre-Neuve depuis 1990 / Herring distribution abundances (kg/set) for the bottom trawl surveys of CCGS Alfred Needler and Teleost in the northern Gulf of St. Lawrence and the west coast of Newfoundland since 1990.



Légende / Legend:

+ 0 • 0-1 ● 1-15 ○ 15-30 ⬤ > 30 kg / trait-set

Figure 7. (Suite / Continued).



Légende / Legend:

- + 0
- 0-1
- 1-15
- > 30 kg / trait-set

Figure 7. (Suite / *Continued*).

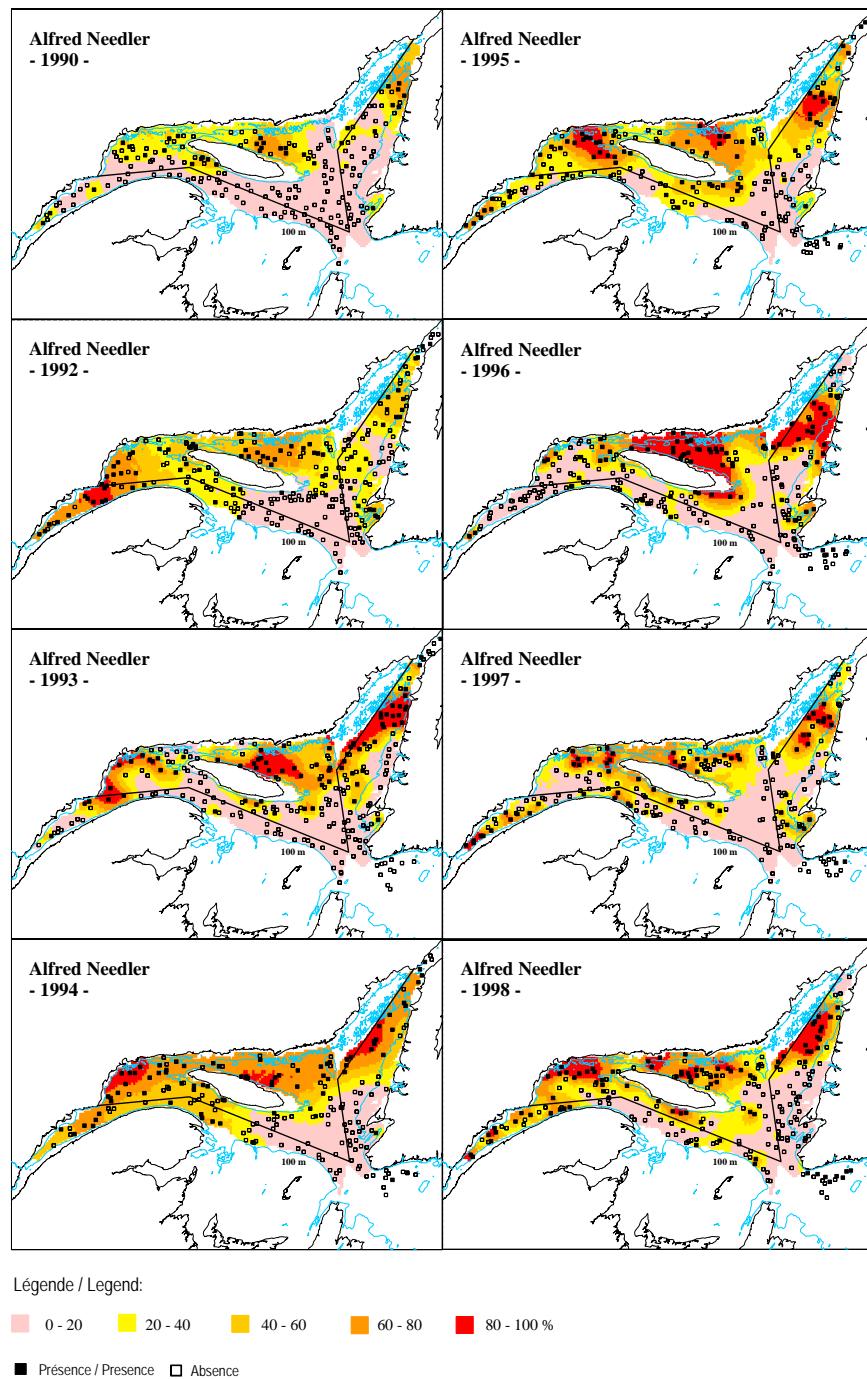
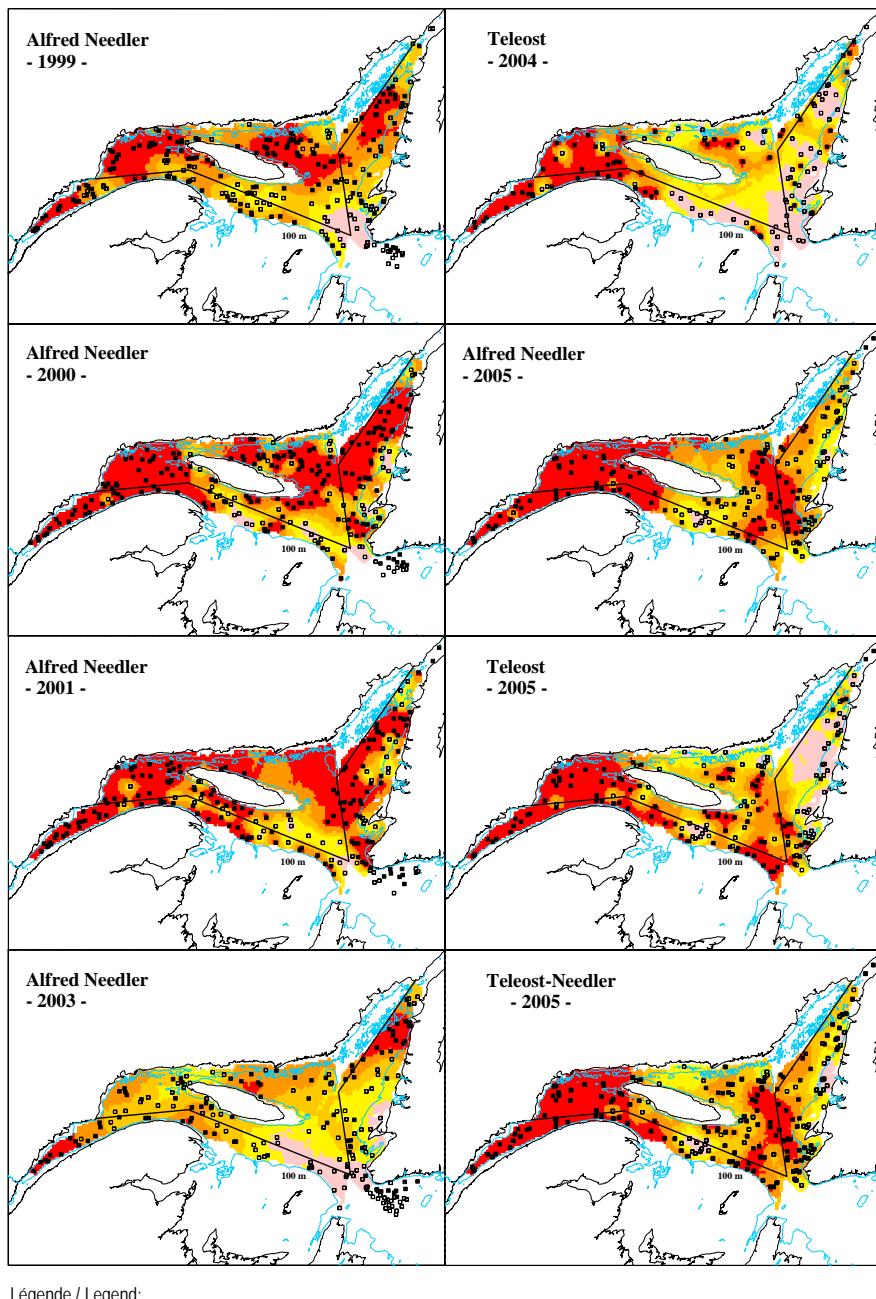


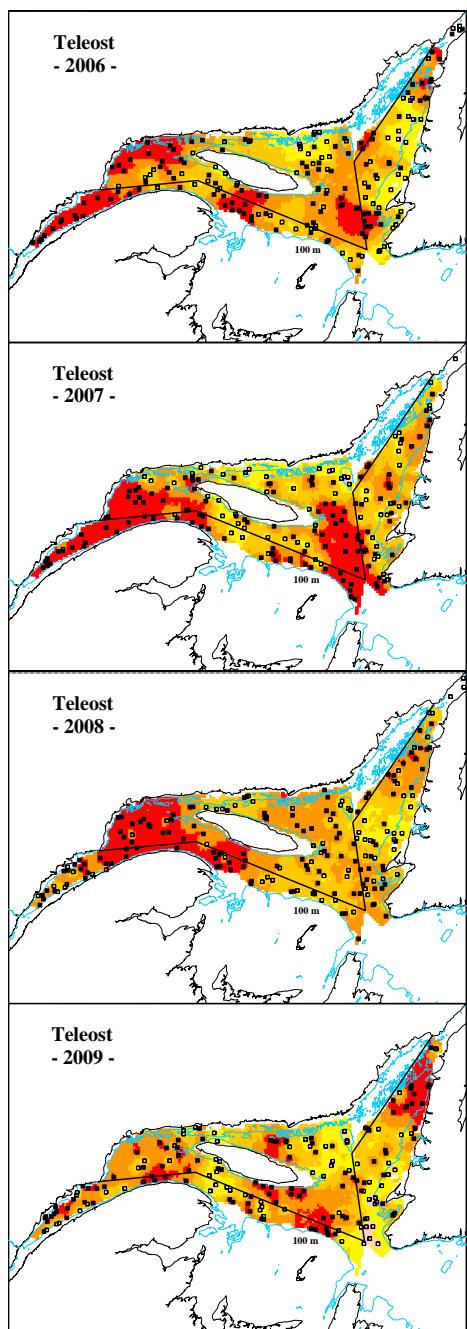
Figure 8. Surfaces de probabilité (%) de la présence de hareng calculées à partir des données des relevés des NGCC Alfred Needler et Téléost réalisés dans le nord du golfe du Saint-Laurent et sur la côte ouest de Terre-Neuve depuis 1990 / Probability surfaces (%) of the herring occurrence calculated with the data from the CCGS Alfred Needler and Teleost surveys conducted in the northern Gulf of St. Lawrence and the west coast of Newfoundland since 1990.



Légende / Legend:

■	0 - 20	■	20 - 40	■	40 - 60	■	60 - 80	■	80 - 100 %
■	Présence / Presence					□	Absence		

Figure 8. (Suite / Continued).



Légende / Legend:

<span style="background-color: lightpink; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	0 - 20	<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	20 - 40	<span style="background-color: orange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	40 - 60	<span style="background-color: darkorange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	60 - 80	<span style="background-color: red; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span>	80 - 100 %
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black;"></span>	Présence / Presence					<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: white;"></span>	Absence		

Figure 8. (Suite / Continued).

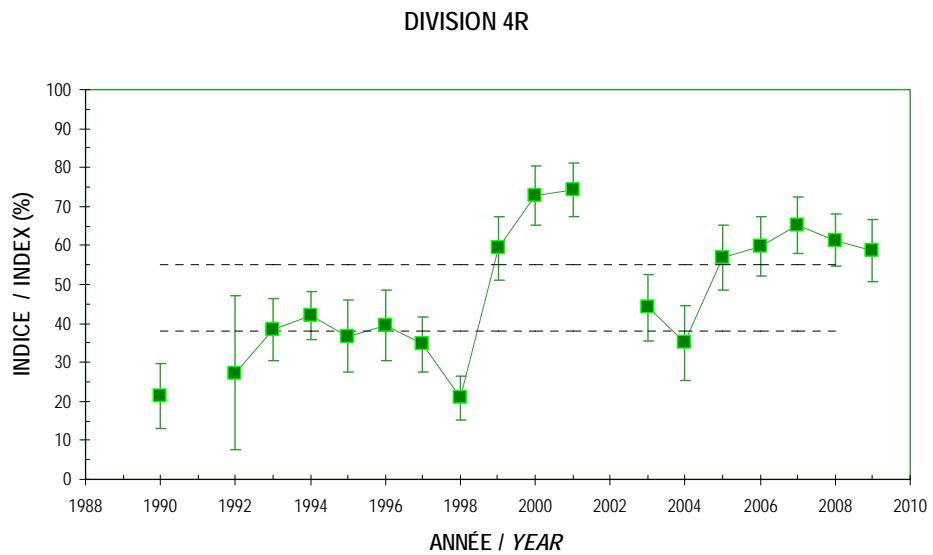


Figure 9. Indice de dispersion représentant la probabilité (%) moyenne (avec intervalles de confiance à 95%) de retrouver du hareng dans la Division 4R de l'OPANO. Les lignes horizontales représentent la moyenne de la période 1990-2008  $\pm 0.5 \times$  écart-type / *Index of dispersion showing the average probability (%) (with 95% confidence intervals) of finding herring in NAFO Division 4R. Horizontal lines show the average for 1990-2008  $\pm 0.5 \times$  standard deviation.*

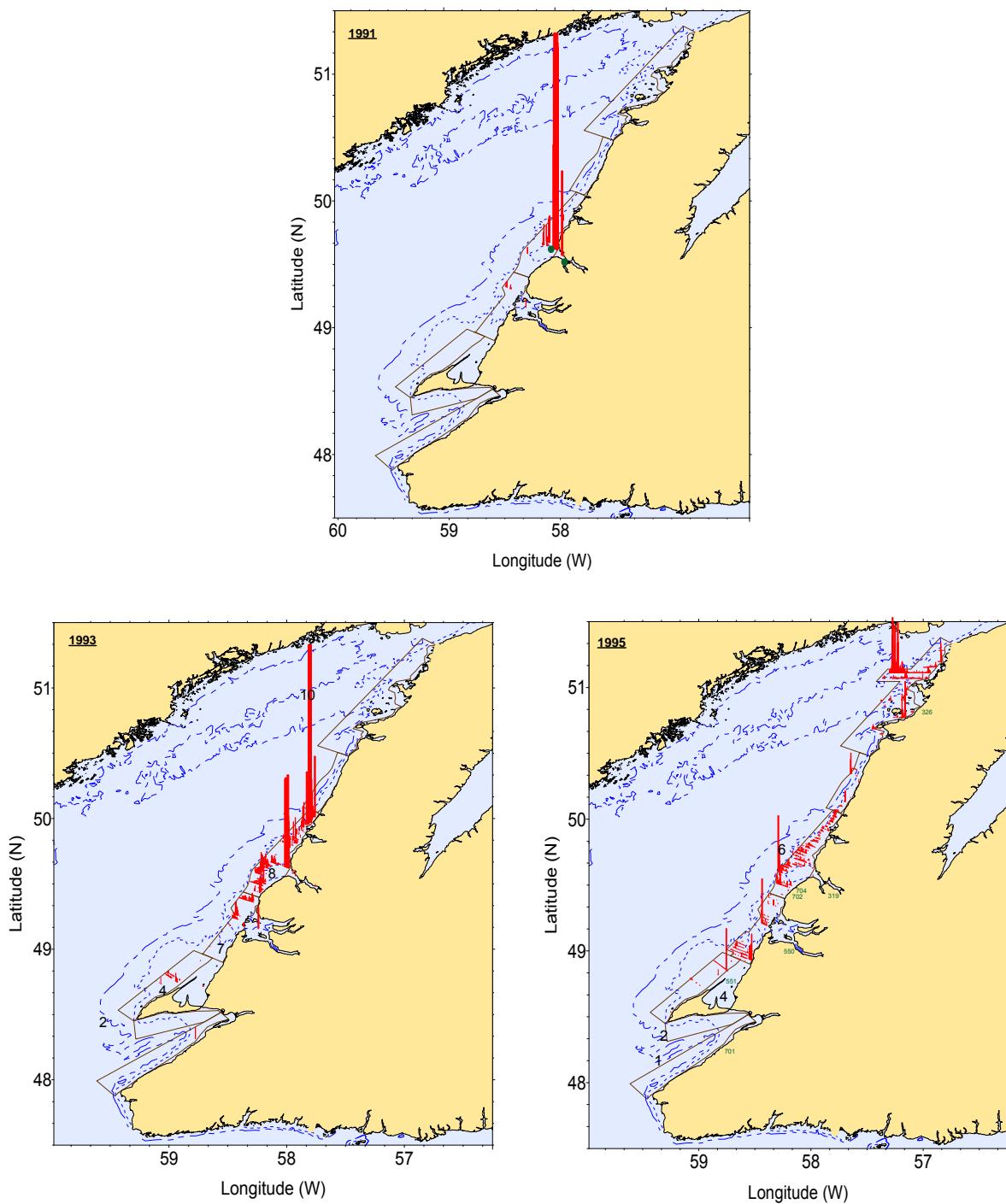


Figure 10. Distribution de la densité ( $\text{kg/m}^2$ ) de hareng le long de la côte ouest de Terre-Neuve à l'automne de 1991, 1993, 1995, 1997, 1999, 2002 et 2009 (les numéros de strate et les transects complétés sont indiqués) / Distribution of herring density ( $\text{kg/m}^2$ ) along the west coast of Newfoundland in the fall of 1991, 1993, 1995, 1997, 1999, 2002, and 2009 (stratum numbers and completed transects are indicated).

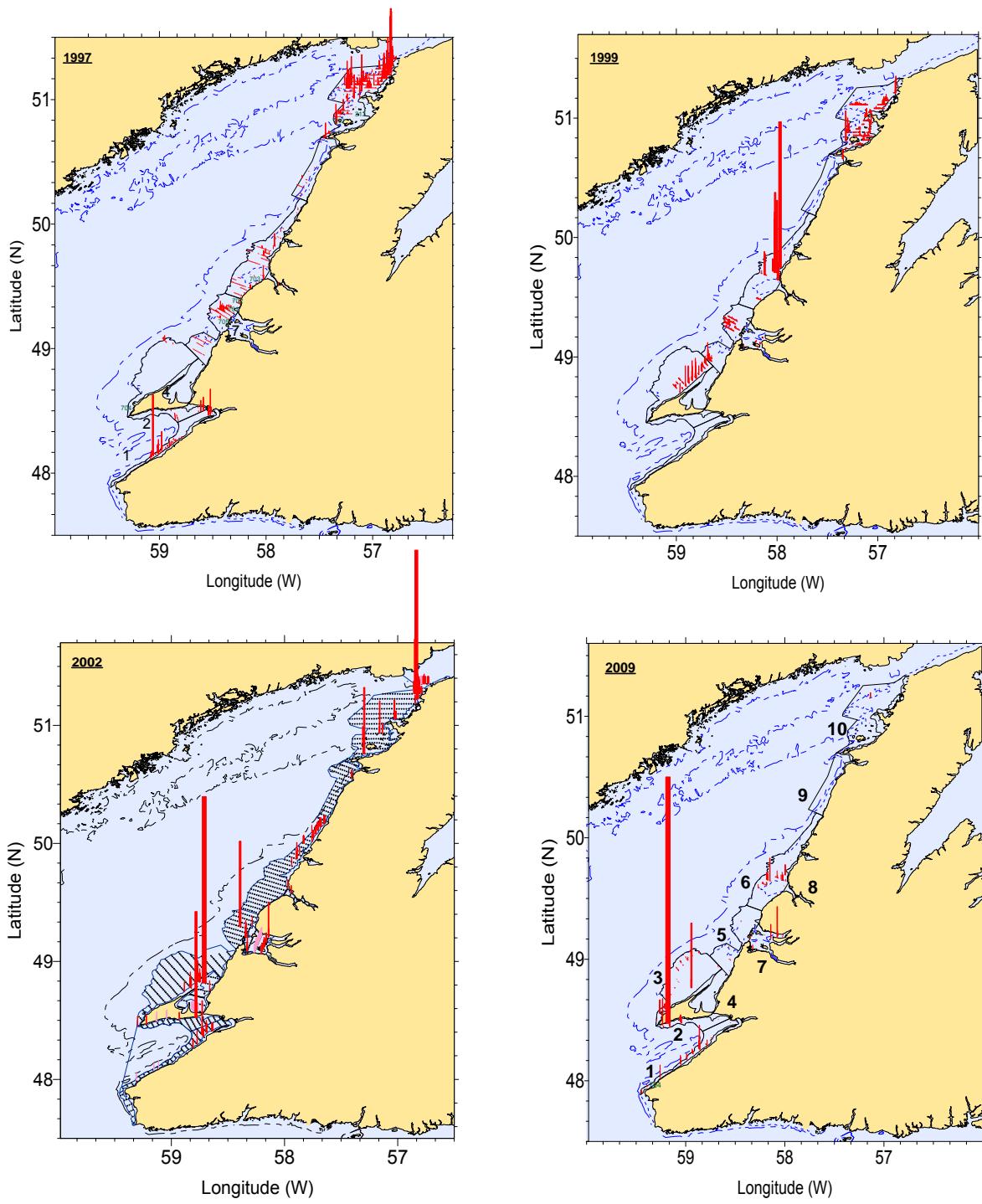


Figure 10. (Suite / Continued).

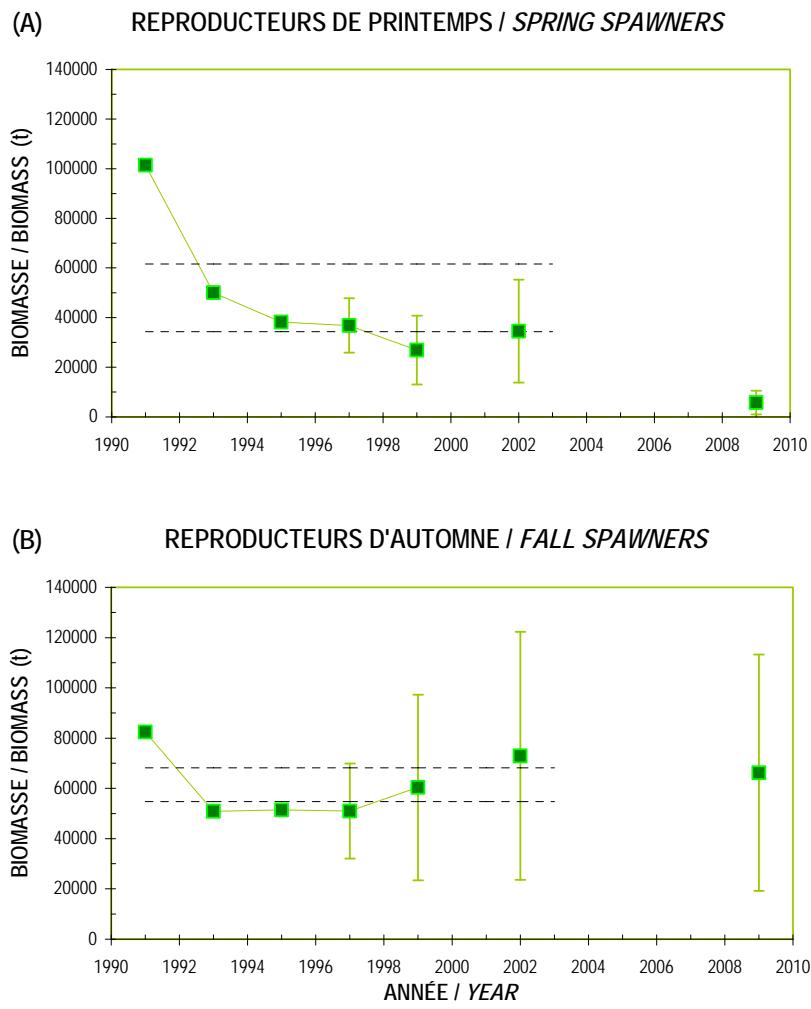


Figure 11. Indices de la biomasse totale (t) (avec intervalles de confiance à 95% pour les quatre derniers relevés) des stocks reproducteurs de hareng de printemps (A) et d'automne (B) de la côte ouest de Terre-Neuve (Division 4R de l'OPANO) estimés par le relevé acoustique. Les lignes horizontales représentent la moyenne de la période 1991-2002  $\pm 0.5 \times$  écart-type / Total stock biomass indices (t) (with 95% confidence intervals for the last four surveys) for the spring (A) and fall (B) herring spawners of the west coast of Newfoundland (NAFO Division 4R) estimated by the acoustic survey. Horizontal lines show the average for 1991-2002  $\pm 0.5 \times$  standard deviation.

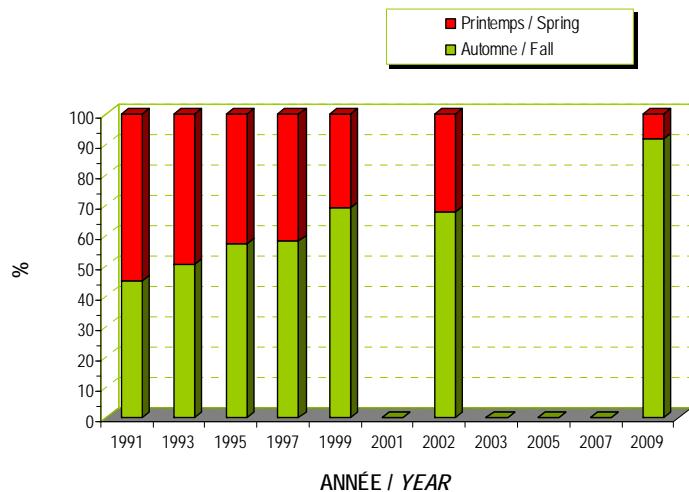


Figure 12. Pourcentages des reproducteurs de printemps et d'automne observés dans les échantillons biologiques utilisés pour calculer les indices de la biomasse totale de hareng à partir des données des relevés acoustiques / Percentages of the spring and fall spawners observed in the biological samples used for the calculation of the total biomass indices from the data of the acoustic surveys.

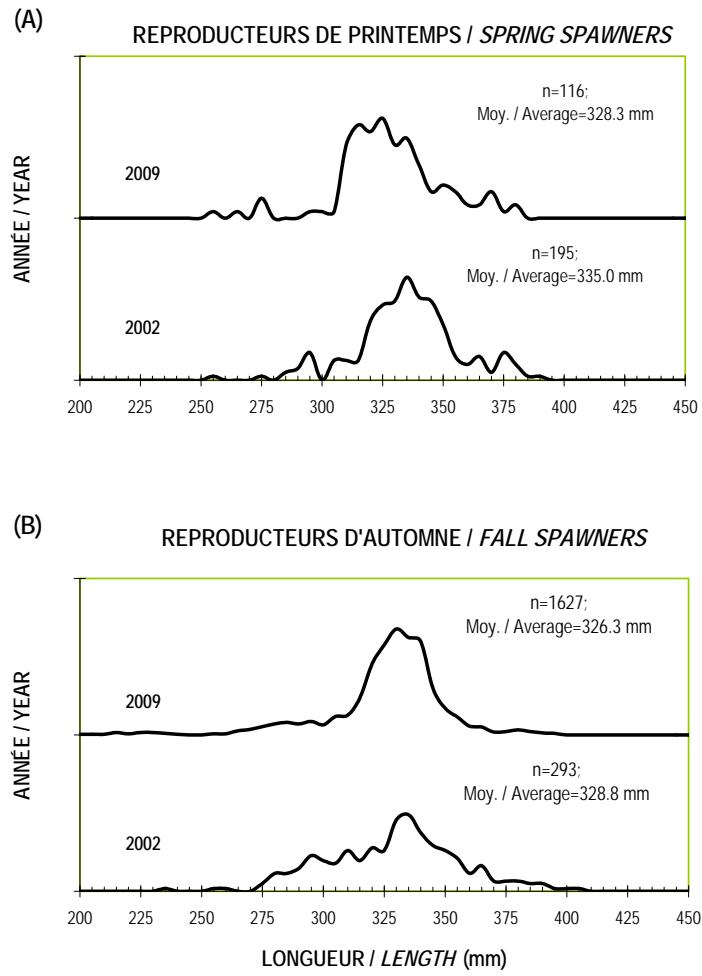


Figure 13. Fréquences de longueur (mm) et longueurs moyennes annuelles des reproducteurs de printemps (A) et d'automne (B) utilisées pour le calcul des indices de la biomasse totale de hareng à partir des données des relevés acoustiques / Length frequencies (mm) and annual mean length for the spring (A) and fall (B) herring spawners used for the calculation of the total biomass indices from the data of the acoustic surveys.