



Fisheries and Oceans
Canada

Pêches et Océans
Canada

Science

Sciences

C S A S

Canadian Science Advisory Secretariat

Research Document 2008/040

Not to be cited without
permission of the authors *

**The 2007 assessment of snow crab,
Chionoecetes opilio, stocks in the
southern Gulf of St. Lawrence (Areas
12, 19, E and F)**

S C C S

Secrétariat canadien de consultation scientifique

Document de recherche 2008/040

Ne pas citer sans
autorisation des auteurs *

**Évaluation de stock de crabe des
neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le
sud du golfe du Saint-Laurent (zones
12, 19, E et F) en 2007**

M. Hébert, E. Wade, P. DeGrâce, P. Bélanger and/et M. Moriyasu

Oceans and Science Branch / Direction des Océans et des Sciences
Gulf Region / Région du Golfe
Department of Fisheries and Oceans / Département des Pêches et des Océans
Gulf Fisheries Centre / Centre des Pêches du Golfe
P. O. Box 5030 / C. P. 5030
Moncton, NB E1C 9B6

* 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.

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

This document is available on the Internet at:

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

* 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.

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/>

ISSN 1499-3848 (Printed / Imprimé)
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2008
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2008

Canada

ABSTRACT

The 2007 assessment of the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock (Areas 12, 19, E and F) was based on data from the commercial fishery (fishermen's logbooks, at-sea observer measurements and quota monitoring reports) and trawl surveys. The 2007 landings in Area 12 were 23,243 t (quota of 23,207 t) with an average catch per unit of effort (CPUE) of 65.7 kg/trap haul (kg/th) and a total fishing effort of 353,775 trap hauls. The CPUE remained high from 2005 to 2007 and has been increasing since 2002. Some indicators (e.g., CPUE, mean size of commercial-sized adult males and incidence of soft-shelled crabs) show that the fishery performance was good in 2007. The exploitation rate in 2007 was 49% while they were between 45% and 70% since 2000. In Area 19, 2007 landings were 3,034 t (quota of 3,074 t). The CPUE was 71.3 kg/th and was within the range observed in the previous decade. The exploitation rate was 67%, the highest of the time series for this fishery. In Area E, 2007 landings were 220 t (quota of 221 t). The CPUE decreased from 80.6 kg/th in 2005 to 37.2 kg/th in 2007. The 2007 landings in Area F were 370 t, representing 90.7% of their quota of 408 t. The CPUE decreased from 93.7 kg/th in 2005 to 30.2 kg/th in 2007.

The 2007 survey biomass index of commercial-sized crabs in Area 12 was 50,600 t (46,400 t – 55,100 t), a decrease of 18% compared to the 2006 estimate of 61,900 t (56,900 t – 67,200 t). Fifty three percent (53%) of the 2007 survey biomass index is composed of new recruitment, estimated at 27,000 t (24,000 t – 30,300 t). The recruitment to the fishery decreased by 39% compared to the 2006 estimate, but the residual biomass (23,700 t) increased by 25%. The recruitment to the fishery is expected to decline and remain low until 2011 because of the decrease in abundance of prerecruits larger than 56 mm of carapace width (CW), (R-4, R-3 and R-2) observed in the 2007 trawl survey. The abundances of males smaller than 56 mm CW have been low since 2002. The survey abundance of mature females has declined since 1990 and reached the lowest observed in 2006-2007. This fishery has become largely dependent on the annual recruitment to the fishery. A risk analysis of consequences to biomass indicators relative to catch options for the 2008 fishery is available. In the absence of any exploitation in 2008, there is a 19% chance that the commercial biomass in Area 12 will decrease in 2008 relative to 2007.

In Area 19, the September 2007 survey biomass index of commercial-sized crabs was 5,500 t (4,300 t – 7,000 t), which represents an increase of 29% compared to the September 2006 estimate of 4,300 t (2,900 t – 6,100 t). The recruitment to the fishery was estimated at 4,000 t (3,100 t – 5,000 t) and accounted for 72% of the 2007 commercial biomass index. The residual biomass in 2007 was 1,500 t (1,000 t – 2,200 t), has been decreasing since 2003, and represents the lowest value since 1998. The prerecruits larger than 56 mm CW (R-4, R-3 and R-2) observed in the 2007 trawl survey decreased compared to 2006. The fishery has become largely dependent on new annual recruitment to the fishery. The commercial biomass index estimates based on the fall trawl survey may not reflect the fishable stock at the time of the fishery 8-10 months later, mainly because of a dynamic movement of commercial-sized adult males that occurs in Area 19 and adjacent fishing areas (Areas 12 and F). The June survey prior to the July fishery provides a more reliable biomass estimate.

In Area E, the 2007 survey commercial biomass index was estimated at 600 t (200 t – 1,300 t), and was within the range of uncertainty of the 2006 estimate of 360 t (45 t – 1,400 t). In Area F, the 2007 survey commercial biomass index was estimated at 1,300 t (600 t – 2,500 t), within the range of uncertainty of the 2006 estimate of 560 t (74 t – 2,100 t). The Areas E and F are overflows (heavily influenced by) from Areas 12 and 19. With the expected decline in commercial biomass and the overall retraction of the densities into the central part of the Area 12 after 2008, the commercial biomass is expected to decrease in the next few years.

RÉSUMÉ

Le stock du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F) en 2007 a été évalué à partir des données de pêche commerciale (carnets de bord des pêcheurs, des observateurs en mer et des rapports de contingents) et des relevés au chalut. Les débarquements pour la zone 12 ont été de 23 243 t (quota de 23 207 t) en 2007 avec une prise par unité d'effort moyenne (PUE) de 65,7 kilogrammes par casier levé (kg/cl) et un effort de pêche total estimé à 353 775 casiers levés. Les PUE ont demeuré élevées de 2005 à 2007 et ont augmenté depuis 2002. Il ressort de nombreux indicateurs (p. ex., PUE, taille moyenne, et incidence de crabes à carapace molle) que la performance de pêche était bonne en 2007. Le taux d'exploitation a été de 49% en 2007 alors qu'ils étaient entre 45% et 70% depuis 2000. Dans la zone 19, les débarquements se chiffraient à 3 034 t en 2007 (quota de 3 074 t). La PUE moyenne a été de 71,3 kg/cl et se situait dans l'étendue observée dans la récente décennie. Le taux d'exploitation a été de 67%, le niveau le plus haut de la série chronologique pour cette pêche. Dans la zone E, les débarquements en 2007 ont été de 200 t (quota de 221 t). La PUE moyenne a diminué passant de 80,6 kg/cl en 2005 à 37,2 kg/cl en 2007. Les débarquements dans la zone F en 2007 ont été de 370 t, représentant 90,7% de leur quota de 408 t. La PUE moyenne a diminué passant de 93,7 kg/th en 2005 à 30,2 kg/cl en 2007.

L'indice de la biomasse commerciale pour la zone 12 à partir du relevé au chalut de 2007 a été de 50 600 t (46 400 t – 55 100 t), une diminution de 18% comparativement à l'estimer de 2006 qui était de 61 900 t (56 900 t – 67 200 t). Cinquante-trois pourcent (53%) de l'indice de la biomasse du relevé de 2007 est composé du nouveau recrutement à la pêcherie estimé à 27 000 t (24 000 t – 30 300 t). Le recrutement à la pêcherie a diminué de 39% comparativement à l'estimer de 2006 mais la biomasse résiduelle (23 700 t) a augmenté de 25% pendant cette période. Le recrutement à la pêcherie est prévu de diminuer et d'être bas jusqu'en 2011 en raison de la diminution de l'abondance des prérecrues plus grande que 56 mm de largeur de carapace (LC) (R-4, R-3 et R-2) observé dans le relevé au chalut de 2007. Les abondances des petits mâles plus petits que 56 mm LC ont été faibles dans les relevés depuis 2002. L'abondance des femelles matures diminue depuis 1990 atteignant les niveaux les plus bas observés en 2006 et 2007. Cette pêche est devenue largement dépendante sur le recrutement annuel à la pêcherie. Une analyse de risque sur les conséquences des indices de biomasse commerciale selon les options de capture pour la pêche de 2008 est disponible. En l'absence d'exploitation en 2008, il y a 19% de chance que la biomasse commerciale dans la zone 12 diminuera en 2008 relativement à 2007.

Dans la zone 19, l'indice de la biomasse commerciale du relevé au chalut de septembre 2007 a été estimé à 5 500 t (4 300 t – 7 000 t), ce qui représente une augmentation de 29% comparativement à l'estimé de septembre 2006 de 4 300 t (2 900 t – 6 100 t). Le recrutement à la pêcherie a été estimé à 4 000 t (3,100 t – 5 000 t) représentant 72% de l'indice de la biomasse commerciale. La biomasse résiduelle en 2007 a été de 1 500 t (1 000 t – 2 200 t), ont diminué depuis 2003, et représente la valeur la plus basse depuis 1998. Les prérecrues (R-4, R-3 et R-2) ont diminué comparativement à 2006. Cette pêcherie est devenue largement dépendante sur le recrutement annuel à la pêcherie. L'indice de la biomasse commerciale estimé d'après les résultats du relevé d'automne au chalut ne reflète peut-être pas le stock pêchable à l'ouverture de la pêche 8 à 10 mois plus tard principalement en raison d'un mouvement dynamique de va-et-vient des mâles adultes de taille commerciale entre la zone 19 et les zones 12 et F. Le relevé au chalut de juin, avant la pêche de juillet, donne un estimé de la biomasse commerciale beaucoup plus fiable.

Dans la zone E, l'indice de la biomasse commerciale du relevé de 2007 a été estimé à 600 t (200 t – 1 300 t), se situant dans la plage d'incertitude relativement à l'estimer de 2006 qui était de 360 t (45 t – 1 400 t). Dans la zone F, l'indice de la biomasse commerciale du relevé de 2007 a été estimé à 1 300 t (600 t – 2 500 t), se situant dans la plage d'incertitude relativement à l'estimer de 2006 qui était de 560 t (74 t – 2 100 t). Les zones E et F sont des zones de débordements des zones 12 et 19. Avec la diminution prévue de la biomasse commerciale et de la rétraction globale des densités vers la partie centrale de la zone 12 après 2008, la biomasse commerciale est prévue de diminuer dans les prochaines années.

1.0. INTRODUCTION

Snow crab, *Chionoecetes opilio*, has been commercially exploited in the southern Gulf of St. Lawrence since the mid-1960s. There are four individually managed fishing areas (Areas 12, 19, E and F) (Fig. 1) among which Area 12 has the largest fishery in terms of its landings (Table 1), fishable surface and number of participants. In Areas 12, E and F, the fishing season generally starts in April-May as soon as the Gulf is clear of ice and lasts approximately 10-12 weeks. In Area 19, the fishing season starts in July and ends in mid-September. The landing of females is prohibited and only hard-shelled males ≥ 95 mm of carapace width (CW) are commercially exploited.

In the southern Gulf of St. Lawrence, molting occurs from December-April (Watson, 1972; Conan et al., 1988; Sainte-Marie et al., 1995; Benhalima et al., 1998; Hébert et al., 2002), prior to the fishery. Snow crabs normally molt every year until they reach a final or "terminal" molt (Conan and Comeau, 1986). Males undergo this terminal molt (called adult by Sainte-Marie et al., 1995) at sizes ranging between 40 and 150 mm CW (Conan and Comeau, 1986; Sainte-Marie and Hazel, 1992; Sainte-Marie et al., 1995). Females reach terminal molt at smaller sizes ranging between 30 and 95 mm CW (Moriyasu and Conan, 1988; Sainte-Marie and Hazel, 1992; Sainte-Marie et al., 1995).

Pubescent (adolescent) females have a narrow abdomen and fully developed orange gonads in the fall. These females will molt to maturity (terminal molt) between December and April to become nulliparous females, which are characterized by an enlarged abdomen and ripe ovaries. They mate immediately after their terminal molt, while their carapace is still soft, and extrude fertilized eggs for the first time as primiparous females (Watson, 1969; Moriyasu and Conan, 1988). Multiparous females are repeat spawners (second brood or more) whose mating season occurs from late-May to early-June, after egg hatching (Conan

1.0. INTRODUCTION

Le crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, est commercialement exploité dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis le milieu des années 1960. Il y a quatre zones de pêche individuelle (zones 12, 19, E et F) (fig. 1) dans laquelle la zone 12 est la plus grande pêcherie en terme de débarquements (tableau 1), de la surface pêchable et du nombre de participants. Dans les zones 12, E et F, la saison de pêche débute généralement en avril-mai aussitôt que le golfe est libre de glace et dure sur une période d'environ 10 à 12 semaines. Dans la zone 19, la pêche débute en juillet et se termine à la mi-septembre. L'exploitation des femelles est interdite. Seuls les mâles à carapace dure, dont la taille minimale légale est de 95 mm de largeur de carapace (LC), sont exploités commercialement.

Dans le sud du golfe du Saint-Laurent, la mue a lieu en décembre-avril (Watson, 1972; Conan et al. 1988; Sainte-Marie et al. 1995; Benhalima et al. 1998; Hébert et al. 2002) juste avant le début de la saison de pêche. Le crabe des neiges mue normalement à chaque année jusqu'à ce qu'il atteigne la mue terminale (Conan et Comeau, 1986). Les mâles atteignent cette mue terminale (appelé le stade adulte: Sainte-Marie et al. 1995) à des tailles variant entre 40 et 150 mm LC (Conan et Comeau, 1986; Sainte-Marie et Hazel, 1992; Sainte-Marie et al. 1995) alors que les femelles atteignent la mue terminale à des tailles inférieures, soient entre 30 et 95 mm LC (Moriyasu et Conan, 1988; Sainte-Marie et Hazel, 1992; Sainte-Marie et al. 1995).

Les femelles pubères (adolescentes) ont un abdomen étroit et des gonades orange complètement développées en automne. Ces femelles vont muer pour la maturité (mue terminale) entre décembre et avril et devenir des femelles nullipares caractérisées par un abdomen élargi et des ovaires matures et vont s'accoupler et produire des œufs fertilisés pour la première fois, juste après la mue terminale (stade primipare) alors que la carapace est encore molle (Watson, 1969; Moriyasu et Conan, 1988). Les femelles multipares désignent les femelles qui pondent pour la deuxième fois ou plus dont la période de reproduction a lieu entre la fin mai et début juin après l'éclosion des œufs (Conan et

and Comeau, 1986; Moriyasu and Conan, 1988; Sainte-Marie and Hazel, 1992; Moriyasu and Comeau, 1996; Sainte-Marie et al., 1999).

Mature females (primiparous and multiparous) may produce more than one viable brood from sperm stored in their spermathecae from the first mating, without subsequent mating (Sainte-Marie and Carrière, 1995). However, mating after larval hatching might be a general rule for snow crab (Conan et al., 1988), as the probability that one male fertilizes a female's lifetime production of eggs is low (Rondeau and Sainte-Marie, 2001).

Larval hatching will occur approximately two years after mating (Mallet et al., 1993; Moriyasu and Lanteigne, 1998). In the southern Gulf of St. Lawrence, the majority of mature females seem to follow a two-year reproductive cycle, with a negligible portion of mature females following a one-year cycle as sometimes observed in Baie Sainte-Marguerite in the northwestern Gulf of St. Lawrence (Sainte-Marie et al., 1995).

After molting, crabs have a soft shell and its content is mostly water for a period of time. It takes about 8-10 months for the carapace of an adult soft-shelled male to become hard (Hébert et al., 2002) and 1 year to reach its maximal meat yield (Dufour et al., 1997). Adult soft-shelled males, not being able to mate during their postmolt period (Moriyasu et al., 1988), will be ready to participate in reproductive activities the following year, during February with nulliparous females and in May-June with multiparous females (Conan et al., 1988). Adult soft-shelled males of legal size represent the annual recruitment to the fishery, as they will become commercially exploitable for the following fishing season (Hébert et al., 2000).

With the early closure of the Area 12 fishery in 1989, resulting from a rapid decline in catch rates associated with an increasing incidence of soft-shelled crabs captured, new

Comeau, 1986; Moriyasu et Conan, 1988; Sainte-Marie et Hazel, 1992; Moriyasu et Comeau, 1996; Sainte-Marie et al. 1999).

Les femelles matures (primipares et multipares) de crabe des neiges peuvent aussi produire plus qu'une portée d'œufs viables à partir des spermés emmagasinés dans leurs spermathèques lors du premier accouplement sans d'autre accouplement subséquent (Sainte-Marie et Carrière, 1995). Cependant, la reproduction après le relâchement larvaire pourrait être la règle générale pour le crabe des neiges (Conan et al. 1988) étant donnée la probabilité qu'un mâle fertilise une seule production d'œufs dans la vie d'une femelle est petite (Rondeau et Sainte-Marie, 2001).

L'éclosion des œufs se produit approximativement deux ans après l'accouplement (Mallet et al. 1993; Moriyasu et Lanteigne, 1998). Dans le sud du golfe du Saint-Laurent, la majorité des femelles matures suit un cycle reproducteur de deux ans alors que quelques femelles suivent un cycle de reproduction de un an tel qu'observé par Sainte-Marie et al. (1995) dans la Baie Sainte-Marguerite dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent.

Après la mue, le crabe possède une carapace molle dont le corps est rempli d'eau pour un certain temps. Le crabe adulte mâle à carapace molle prend environ 8-10 mois avant que sa carapace devienne dure (Hébert et al. 2002) et 1 an pour atteindre un rendement en chair maximal (Dufour et al. 1997). Les crabes adultes mâles à carapace molle, incapables de se reproduire durant la période de la postmue (Moriyasu et al. 1988), seront prêts à participer à la reproduction l'année suivante avec les femelles nullipares en février et avec les femelles multipares en mai-juin (Conan et al. 1988). Les crabes adultes mâles de taille commerciale avec une carapace molle représentent le recrutement annuel à la pêcherie puisqu'ils deviendront commercialement exploitables la saison de pêche suivante (Hébert et al. 2000).

De nouvelles mesures de gestion ont été adoptées en 1990, suite à la fermeture prématurée de la pêche de la zone 12 en 1989 à cause du déclin rapide des taux de capture, associé avec une

management measures were introduced in 1990. One of the strategies used was to determine the total allowable catch (TAC) or quota based on the biomass of adult male crab ≥ 95 mm (CW) as estimated from the trawl survey. A second management strategy was to maximize yield and reproductive potential by avoiding capturing soft-shelled males. They constitute the recruits for the following fishing season.

Soft-shelled males have low commercial value due to their low meat content and are discarded at sea by fishermen. This activity may increase the mortality of discarded soft-shelled males (Dufour et al., 1997). Since 1990, a protocol for monitoring the capture of soft-shelled males was put in place in the southern Gulf of St. Lawrence fisheries. It consists of an option to close the fishery as soon as the percentage of soft-shelled males caught exceeds 20% of total catch in number for two consecutive weeks, based on sea sampling carried out by observers (DFO 1997).

In this paper, the 2007 assessment results of the snow crab resource in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F) are presented, based on fisheries data (logbook, purchase slips, and sea sampling of the commercial catches) and a trawl survey.

2.0. METHODS

2.1. Logbooks and purchase slips

Raw data on catches and fishing effort were obtained from fishermen's logbooks and sales slips from processing plants. The data were compiled by Informatics and Statistics Branches of the Quebec and Gulf Regions of Department of Fisheries and Oceans (DFO) and verified by Science Snow Crab Section.

The mean catch per unit of effort (CPUE) of the fleet in year (i) corresponds to the ratio of total catches from sales slips or the fishermen's logbooks (y_i) and the

incidence élevée de mâles à carapace molle dans les captures. Une des stratégies utilisées consiste à fixer une allocation totale des captures (ATC) ou contingent en fonction de la biomasse de crabes mâles adultes ≥ 95 mm (LC), estimée à partir du relevé au chalut. Une deuxième stratégie de gestion est d'éviter de capturer des mâles à carapace molle afin de maximiser le rendement et le potentiel reproducteur. Ils constituent les recrues des saisons de pêche à venir.

Le mâle à carapace molle a moins de valeur sur le plan commercial à cause de son faible rendement en chair et il est rejeté en mer par les pêcheurs. Ce comportement pourrait augmenter la mortalité des mâles à carapace molle et diminuer le recrutement à la pêcherie des années suivantes (Dufour et al. 1997). Depuis 1990, un protocole de suivi du crabe à carapace molle a été mis en place pour les pêcheries du sud du golfe du Saint-Laurent. La pêche peut être fermée pour toute la zone lorsque le pourcentage des mâles à carapace molle dépasse 20% en nombre pendant deux semaines consécutives, basé sur des échantillonnages en mer effectués par des observateurs (DFO 1997).

Dans ce document, les évaluations de l'état de la ressource du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F) en 2007 sont basées sur les données des pêches (carnets de bord, bordereaux d'achat, et échantillonnage en mer des prises commerciales) et d'un relevé au chalut.

2.0. MÉTHODES

2.1. Carnets de bord et bordereaux d'achat

Les données brutes sur les prises et l'effort de pêche ont été obtenues grâce aux carnets de bord des pêcheurs et aux bordereaux d'achat des entreprises de transformation. Les données ont été compilées par les Directions de l'informatique et des statistiques des Régions du Québec et du Golfe du MPO et vérifiées par la section du crabe des neiges.

La prise par unité d'effort (PUE) moyenne de la flotte à l'année (i) correspond au rapport entre le total des prises indiqué sur les bordereaux d'achat ou les carnets de pêche (y_i) et du nombre

corresponding number of trap hauls (th_i) reported in the logbooks: $CPUE_i = \sum y_i / \sum th_i$. The total effort (total number of trap hauls: (TH)) was then estimated from the total official landings of the quota monitoring report (Y_i) divided by average CPUE: $TH_i = Y_i / CPUE_i$. The geographic distribution of fishing effort was presented as a sum of the total number of trap hauls within each 10 minutes of latitude by longitude grid. The fishing positions were taken from logbooks.

2.2. Sea and port sampling

Since 1990, DFO has implemented an intensive observer sampling program onboard commercial vessels (Fig. 1) to provide a weekly assessment of the percentage of soft-shelled crabs and the size structure of males caught. Two types of sampling have been conducted on the commercial fishing vessels: (1) sea sampling and (2) port sampling.

For sea sampling, a sub-sample of 40 males was chosen at random from each trap sampled. The following measurements were taken from each crab sampled: carapace width (CW), chela height (CH), carapace condition (Hébert et al., 1997) and hardness at the base of the right claw (Foyle et al., 1989). The hardness measurement was determined with a 7-lbs (approximately 3 kg) gauge durometer (Pacific Transducer Corp., California, U.S.A.) using a scale between 0 and 100 units. The position, depth and total number of males for each trap were also recorded.

For port sampling, a sub-sample of 100 males was chosen at random after sorting the catch and the same measurements described above for the sea sampling were taken. The following additional information was recorded for each sampled vessel: name of the boat, date of sampling, and the total quantity landed. In Areas 12, E and F, individuals with carapace conditions 1 and 2 and a claw hardness less than 68 units on the durometer

correspondant de casiers levés (cl_i) d'après les carnets de pêche: $PUE_i = \sum y_i / \sum cl_i$. L'effort total (nombre total de casiers levés: (CL)) a été estimé à partir du total des débarquements officiels provenant du rapport de contingent (Y_i) divisé par la PUE moyenne: $CL_i = Y_i / PUE_i$. La répartition géographique de l'effort de pêche a été présentée comme la somme du nombre total de casiers levés dans chaque quadrilatère de 10 minutes de latitude sur 10 minutes de longitude. Les positions de pêche ont été prises dans les carnets de bord.

2.2. Échantillonnage en mer et au port

Depuis 1990, le MPO a implanté un programme intensif d'échantillonnage par des observateurs à bord des bateaux de pêche commerciale (fig. 1) qui donne une évaluation hebdomadaire du pourcentage de mâles à carapace molle dans les prises et les structures de tailles des mâles capturés. Deux types d'échantillonnages ont été effectués sur les bateaux de pêche commerciale: (1) échantillonnage en mer et (2) échantillonnage au port.

Pour l'échantillonnage en mer, un sous échantillon de 40 mâles a été prélevé au hasard pour chaque casier échantillonné. Les mesures suivantes ont été prises sur chacun des mâles échantillonnés: largeur de la carapace (LC), hauteur de la pince (HP), condition de la carapace (Hébert et al. 1997) et dureté de la base de la pince droite, mesurée au moyen d'un duromètre (Foyle et al. 1989). La mesure de la dureté de la carapace a été déterminée en utilisant un duromètre (Pacific Transducer Corp., California, U.S.A.) d'une pression de 7 lbs (environ 3 kg) ayant une échelle entre 0 et 100 unités. La position, la profondeur et le nombre total de crabes mâles pour chacun des casiers ont été notés.

Pour l'échantillonnage au port, un sous échantillon de 100 mâles a été prélevé au hasard après le triage des prises et les mesures mentionnées pour l'échantillonnage en mer ont été prises. Des informations additionnelles suivantes ont été notées pour chaque bateau échantillonné: nom du bateau, date de l'échantillonnage, et la quantité débarquée. Dans les zones 12, E et F, les individus avec une carapace de conditions 1 et 2 dont la dureté des pinces était inférieure à 68 sur le

were considered as soft-shelled crabs (Hébert et al., 1992). In Area 19 (a summer fishery), individuals with carapace conditions 1 and 2 and a claw hardness less than 78 on the durometer reading were considered as white crabs in order to protect the newly-molted crabs that have a relatively harder carapace than those observed during a spring fishery.

The catch composition from the sea samples (% of different categories of crab) was estimated based on the carapace hardness, size (legal and sub-legal) and morphometric maturity (adult or adolescent). The terminology described by Sainte-Marie et al. (1995) relating to morphometric maturity is used in this paper; the term “adolescent” was formerly called morphometrically immature and “adult” was formerly called morphometrically mature (Conan and Comeau, 1986). The annual and weekly mean weighted percentages of soft-shelled males (Hébert et al., 1992) were calculated based on the size structures obtained during at-sea and at-port sampling, combined with the landing data for each sampled vessel. The fishing-induced mortality of soft-shelled males in Area 12 was set at 14.3% as determined by Dufour et al. (1997).

A soft-shelled crab monitoring program was re-conducted in 2007 for Areas 12 and E snow crab fishery in order to protect the future recruitment to the fishery and the population's reproductive potential. A given grid or sector was closed for the season on a mandatory basis when the incidence of soft-shelled males exceeded 20 % in number for a period of 15 days. This protocol allows the closure of smaller portions (grids or sectors) of the fishery with high incidence of soft-shelled males in commercial catches without closing the entire fishery. This criterion (20%) was not developed based on biological reasons, but rather from the economic viability limit with which fishermen and the industry had agreed to continue their operations (Hébert et al., 1992). An advance notice (DFO Fishery Act) of 5 days was given to fishermen to leave the grids or sectors

duromètre étaient considérés comme des mâles à carapace molle (Hébert et al. 1992). Dans la zone 19 (pêche d'été), les individus avec une carapace de conditions 1 et 2 et une dureté de la pince inférieure à 78 comme lecture sur le duromètre ont été considérés comme crabes blancs afin de protéger les crabes récemment mués avec une carapace relativement plus dure que ceux observés lors d'une pêche de printemps.

La composition des prises des échantillonnages en mer (% des différentes catégories de crabes) a été produite basée sur la rigidité de la carapace, la taille (réglementaire et non-réglementaire) et la maturité morphométrique (adulte ou adolescent). La terminologie décrite par Sainte-Marie et al. (1995) pour la maturité morphométrique est utilisée dans ce rapport; les «crabes adolescents» et les «crabes adultes» représentent les crabes morphométriquement immatures et matures (Conan et Comeau, 1986), respectivement. Les pourcentages annuels et hebdomadaires moyens des mâles à carapace molle pondérés en fonction du poids ont été calculés en fonction des structures de taille obtenues en mer et au port, et des débarquements de chaque bateau échantillonné (Hébert et al. 1992). La mortalité causée par la pêche des mâles à carapace molle dans la zone 12 a été établie à 14,3% comme déterminée par Dufour et al. (1997).

Un programme du suivi des crabes mâles à carapace molle a été reconduit en 2007 pour les pêcheries au crabe des neiges des zones 12 et E dans le but de protéger le futur recrutement à la pêcherie et le potentiel reproducteur du stock. Un secteur donné était fermé lorsque la quantité des mâles à carapace molle dépassait 20 % en nombre pour une période de 15 jours. Ce protocole permet la fermeture de petites portions (secteurs) de la pêcherie avec une incidence élevée de mâles à carapace molle dans les captures commerciale sans pour autant fermer la totalité de la zone de pêche. Le critère de 20% n'a pas été développé sur des bases biologiques, mais plutôt sur une limite économique viable à l'industrie et aux pêcheurs de continuer leurs activités (Hébert et al. 1992). Un préavis de 5 jours (Loi sur les Pêches du MPO) est donné aux pêcheurs de quitter les secteurs lorsque le pourcentage des mâles à carapace molle dépassait 20% en nombre sur une période

when the percentage of soft-shelled males exceeded 20% in number within a 15-day analysis period. The mean percentage of soft-shelled males used to close grids or sectors is calculated by using the ratio between the number of soft-shelled males and the total number of males caught in commercial traps. In Areas 19 and F, the closure of grids was conducted on a voluntary basis, when the incidence of soft-shelled males exceeded 20 % based on 15 day analysis.

2.3. Trawl Survey Biomass index estimation

The 2007 post-fishing season trawl survey was conducted in Areas 12, 19, E and F (Fig. 2). In addition, a pre-fishing season trawl survey was conducted in Area 19 in June 2007 to evaluate the changes in geographical distribution, and estimate the commercial biomass and prerecruit indices. In Area 12, the survey has been conducted every year since 1988, except for 1996. The trawl survey in Area 19 was conducted before the fishing season from 1990 to 1992. Since 1993, the regular survey has been conducted after the fishing season in this area. In 1997, the survey expanded to cover the new management Areas E and F.

The sampling design for the 2007 trawl survey remained the same as 2006, and was in accordance with recommendations from the Assessment Framework Workshop on southern Gulf of St. Lawrence snow crab stock that was held in October 2005 in Moncton, NB (DFO 2006). The survey area was enlarged slightly for the 2007 survey to include all areas between the 36 meter (20 fathoms) and 365 meter (200 fathoms) isobaths. There were 355 sampling stations in the study area.

A Bigouden *Nephrops* trawl net, originally developed for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fisheries in France, was used (20 m opening with a 27.3 m foot rope). All stations were trawled during daylight.

d'analyse de 15 jours. Le pourcentage moyen des mâles à carapace molle utilisé pour la fermeture d'un secteur est calculé en utilisant le ratio des mâles à carapace molle versus le nombre total des mâles capturés dans les prises commerciales. Dans les zones 19 et F, la fermeture de quadrilatères est sur une base volontaire lorsque l'incidence des mâles à carapace molle dépassait 20% en nombre sur une période d'analyse de 15 jours.

2.3. Évaluation de l'indice de la biomasse du relevé au chalut

Un relevé au chalut après la saison de pêche a été effectué en 2007 dans les zones 12, 19, E et F (fig. 2). De plus, un relevé au chalut avant la saison de pêche a été effectué dans la zone 19 en juin 2007 dans le but d'évaluer les changements dans la distribution géographique et des indices d'abondance des crabes de taille commerciale et des prérecrues. Pour la zone 12, le relevé au chalut a été effectué à chaque année depuis 1988, à l'exception de 1996. Le relevé au chalut dans la zone 19 a été effectué avant la saison de pêche de 1990 à 1992, mais depuis 1993, le relevé régulier a été entrepris après la saison de pêche. En 1997, le relevé au chalut s'est élargi pour couvrir les nouvelles zones de gestion E et F.

Le plan d'échantillonnage du relevé au chalut de 2007 a demeuré le même qu'en 2006 selon les recommandations de l'Atelier de Travail sur l'Évaluation du stock du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent tenu en octobre 2005 à Moncton, NB (DFO 2006). La surface échantillonnée du relevé s'est légèrement étendue au relevé de 2007 pour inclure tous les endroits aux isobathes entre 36 mètres (20 brasses) et 365 mètres (200 brasses). Le nombre de stations d'échantillonnage a été de 355 dans la région étudiée.

Un chalut à langoustines de type Bigouden a été utilisé pour le relevé. Ce chalut a été mis au point à l'origine pour la pêche de la langoustine (*Nephrops norvegicus*) en France (ouverture de 20 m avec ralingue inférieure de 27,3 m). Toutes les stations de chalutage ont été effectuées durant le jour.

A predetermined amount of warp was let out (3 times the distance of the depth) before the winch drums were locked. The start time of a standard tow was determined when the trawl touched the bottom, as monitored by the Netmind depth sensor (signal received at every 7 seconds) and the Minilog temperature-depth probe (signal received every second), both attached to the trawl. The duration of each tow varied between 4 and 6 minutes at an average speed of 2 knots, depending on the depth, current speed and sediment type. The horizontal opening of the trawl was measured every 4 seconds with the Netmind distance sensors. The swept distance of the trawl was estimated from the position (latitude/longitude) measured every second with a DGPS system. The swept surface for each tow was later calculated using an instantaneous surface algorithm (Surette, pers. comm.).

The following information was recorded for all captured individuals: CW, CH and carapace condition for males; CW, width of the 5th abdominal segment, and carapace condition for females. The color and the quantity (percentage) of external eggs as well as the color of the gonads of immature females were noted. The size frequency distributions were weighted by the swept surface in km².

Recommendations from the 2005 Assessment Framework Workshop (DFO 2006) dealt with the incorporation of depth as a secondary data during the kriging process to compensate for 'edge effects' that were observed during most years of the survey. These edge effects occur when samples along the edges of the surveyed area cause the interpolation of high crab densities over areas where it is highly unlikely (i.e. shallow depths). Since the distribution of snow crab along the edge of the sampled area may increase due to an expansion of the range during peak years, these edge effects could affect the abundance estimates.

La longueur des câbles d'aciers déroulée est déterminée en fonction de la profondeur (ratio de 3 pour 1). Le début du trait, après le blocage des treuils, a été déterminé lorsque le chalut touche au fond grâce à un suivi à partir du capteur de profondeur du système Netmind (signal reçu à chaque 7 secondes) et de la sonde température-profondeur du Minilog (signal reçu à chaque seconde) attachés au chalut. La durée des traits a varié entre 4 et 6 minutes, à une vitesse moyenne d'environ deux noeuds, selon la profondeur, la vitesse du courant et le type de sédiments. L'ouverture horizontale du chalut a été mesurée à toutes les 4 secondes au moyen du capteur de distance du système Netmind. La distance parcourue par le chalut a été mesurée à partir de la position (latitude/longitude) prise à toutes les secondes avec un DGPS. La surface balayée pour chaque trait de chalut était calculée plus tard en utilisant l'algorithme de la surface instantanée (Surette, comm. pers.).

L'information qui suit a été notée pour tous les crabes capturés: LC, HP et la condition de la carapace pour les mâles; LC, largeur du 5^{ème} segment de l'abdomen et la condition de la carapace pour les femelles. La couleur et la quantité (en pourcentage) des œufs externes et la couleur des gonades chez les femelles immatures ont été notées. Les histogrammes des fréquences de taille ont été pondérés en fonction de la surface balayée en km².

Des recommandations de l'Atelier de Travail d'Évaluation (DFO 2006) portaient sur l'incorporation la profondeur comme données secondaires dans le processus du krigeage pour compenser pour les 'effets de débordements' qui ont été observés au cours de la plupart des années du relevé. Ces effets de débordement se produisent lorsque les échantillons autour de la bordure de la zone échantillonnée donnent une interpolation de grandes densités de crabes à des endroits où cela est pratiquement peu probable (i.e. faibles profondeurs). Étant donné que la distribution du crabe des neiges sur la bordure de la zone échantillonnée peut augmenter en raison d'une expansion de la distribution lors des années de grandes abondances, ces effets de débordements peuvent affecter les estimés d'abondance.

Based on these recommendations, the snow crab trawl survey data from 1988 to 2007 was re-analyzed using the kriging with external drift methodology (Surette et al., 2007). Cross-validation analysis showed that kriging with external drift resulted in a 3% improvement in precision over the ordinary kriging technique (Surette et al., 2007).

All variograms used in the recalculations were scaled and averaged over data of 3 consecutive years (DFO 2006). For a given year, the same variogram was used to estimate biomass by kriging with external drift.

Kriging with external drift belongs to the so-called 'hybrid' group (McBratney et al., 2000), i.e. a non-stationary geostatistical method (Wackernagel, 1998). This method uses auxiliary information (i.e. depth data) to improve the spatial prediction. Spatial prediction is the process of estimating the target quantity $Z(x)$ at new, un-sampled locations. Hence, spatial prediction is in fact interpolation in the mapping process.

In kriging with external drift, the observed variable $Z(x)$ possesses the following decomposition:

$$Z(x) = m(x) + W(x) \quad (1)$$

where,
 $W(x)$ is a second-order non-stationary process with mean 0 and
 $m(x) = E[Z(x)]$ is a drift function.

The drift can be a function of the "x" coordinates (in the case of universal kriging or kriging with drift). Alternately, the drift function can be a linear function of one or many secondary variables, i.e.

$$m(x) = a_0 + a_1Y_1(x) + a_2Y_2(x) + \dots + a_pY_p(x) \quad (2)$$

The kriging with external drift linear system can be described by:

En se basant sur ces recommandations, les données des relevés au chalut du crabe des neiges de 1988 à 2007 ont été re-analysées en utilisant la méthode du krigeage avec dérive externe (Surette et al. 2007). L'analyse de la validation croisée a démontré que le krigeage avec dérive externe résulte à une amélioration de 3% dans la précision par rapport au krigeage ordinaire (Surette et al. 2007).

Tous les variogrammes utilisés au cours des ré calculs ont été pondérés et moyennés en utilisant les données de 3 ans consécutive (DFO 2006). Pour une année donnée, le même variogramme a été utilisé pour estimer la biomasse à partir du krigeage avec dérive externe.

Le krigeage avec dérive externe appartient à un groupe appelé 'hybride' (McBratney et al. 2000), i.e. une méthode géostatistique non stationnaire (Wackernagel, 1998). Cette méthode utilise des informations supplémentaires (i.e. les données de profondeur) pour améliorer la prédiction spatiale. La prédiction spatiale est un procédé d'estimation de la quantité cible de $Z(x)$ à des nouveaux endroits non échantillonnés. Donc, la prédiction spatiale est en fait une interpolation dans le procédé de cartographie.

Dans le krigeage avec dérive externe, la variable observée $Z(x)$ possède la décomposition suivante :

où,
 $W(x)$ est un processus non stationnaire de deuxième ordre avec une moyenne 0 et
 $m(x) = E[Z(x)]$ est une fonction dérivée.

La dérive peut être une fonction des coordonnées "x" (dans le cas du kriging universel ou avec dérive externe). Alternativement, la fonction dérivée peut être une fonction linéaire d'une ou plusieurs variables secondaires, i.e.

Le krigeage avec dérive externe d'un système linéaire peut être décrit par :

$$\begin{bmatrix} \mathbf{K} & \mathbf{F} \\ \mathbf{F}' & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \boldsymbol{\lambda} \\ \boldsymbol{\mu} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{k}_s \\ \mathbf{f} \end{bmatrix} \quad (3)$$

where,

\mathbf{F} is a $n \times nc$: $nc = p + 1$ drift functions at data points x_i

\mathbf{f} is $nc \times 1$: nc drift functions at estimation point x_0 ;

$\boldsymbol{\mu}$ is the $nc \times 1$ vector of Lagrange multipliers.

In this paper, the depth variable “ d ” is used as the sole secondary variable, thus:

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} 1 & d_1 \\ 1 & d_2 \\ \bullet & \bullet \\ 1 & d_n \end{bmatrix}, \mathbf{f} = \begin{bmatrix} 1 \\ d_0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

The a_1 coefficient in equation 2 need not be known prior to using kriging with external drift. The last equation of the kriging system, i.e. $\mathbf{F}'\boldsymbol{\lambda} = \mathbf{f}$, ensures the estimate will be unbiased whatever the values of a_1 . These coefficients are implicitly estimated when solving the kriging system for each different neighborhood, allowing for flexibility in the exact shape of the drift function.

The \mathbf{K} matrix contains the $n \times n$ covariances between data points. These covariances of $W(x)$ are calculated from the stationary residuals. In some cases, this covariance can be approximated by the $Z(x)$ covariances (or variogram). In other cases, when one of the slope coefficients a_i is strong over the whole area, it will be necessary to find other ways to estimate the covariance model. Among the many methods available, cross-validation can be very efficient. In the snow crab case, because the correlation between depth and density is often weak, the coefficient value a_1 is small and the variogram computed with $Z(x)$ can be used as a safe approximation for the variogram of $W(x)$.

où,

\mathbf{F} est un $n \times nc$: $nc = p + 1$ fonctions dérivées aux données x_i

\mathbf{f} est $nc \times 1$: nc fonctions dérivées au point d'estimation x_0

$\boldsymbol{\mu}$ est le vecteur d'ordre $nc \times 1$ de multiplication de Lagrange.

Dans ce document, la variable profondeur “ d ” est utilisée comme seule variable secondaire et ainsi :

Le coefficient a_1 dans l'équation 2 a besoin d'être connu avant l'utilisation du krigeage avec dérive externe. La dernière équation dans le processus du krigeage, c.-à-d., $\mathbf{F}'\boldsymbol{\lambda} = \mathbf{f}$, assure que l'estimé ne sera pas biaisé quelles que soient les valeurs de a_1 . Ces coefficients sont estimés implicitement lors du processus du calcul du krigeage pour chaque voisinage, allouant ainsi une flexibilité dans la forme exacte de la fonction dérivée.

La matrice \mathbf{K} contient des co-variances $n \times n$ entre les points échantillonnés. Ces co-variances de $W(x)$ sont calculées à partir des résiduels stationnaires. Dans certain cas, cette co-variance peut-être estimée approximativement par les co-variances de $Z(x)$ (ou variogramme). Dans d'autres cas, lorsque l'une des pentes des coefficients a_i est fortement élevée sur toute la zone échantillonnée, il est nécessaire de trouver d'autres façons d'estimer le modèle de co-variance. Selon les méthodes disponibles, la validation croisée peut être très efficace. Dans le cas du crabe des neiges, en raison d'une relation entre la profondeur et la densité qui est souvent faible, la valeur du coefficient a_1 est petite et le variogramme analysé avec $Z(x)$ peut être utilisé comme une bonne approximation pour le variogramme de $W(x)$.

The kriging with external drift assumes a linear relationship between $E[Z(x)]$ and depth. This hypothesis is more likely to be fulfilled with local neighborhoods than with a global one, the same way any complex curve can be approximated quite well by a series of short straight segments. Alternatively, nonlinear transformation of the depth variable can be used. In the case where no relationship exists between $E[Z(x)]$ and depth, the kriging with external drift system will converge towards the ordinary kriging solution.

The abundance index of commercial snow crab estimated by kriging with external drift was converted into a biomass index according to size-weight relationship for adult hard-shell males (Hébert et al., 1992):

$$W = (2.665 \times 10^{-4}) CW^{3.098}$$

The biomass index was estimated for :

(1) total biomass (B) at the time of the survey, without considering the possible loss between the survey and the following fishing season (period of 8-10 months), (2) annual recruitment to the fishery (R-1), and (3) biomass of category-5 crabs (OB).

The abundance indices of adult males ≥ 95 mm CW and future recruitment to the fishery (R-4, R-3 and R-2) at the time of the survey were also estimated. The terms R-4, R-3 and R-2 represent the adolescent males with a CW range at 56-68 mm, 69-83 mm and larger than 83 mm, respectively. A portion of these crabs could be available to the fishery in 4, 3 and 2 years, respectively. In addition, the abundance indices of pubescent, primiparous and multiparous females were estimated.

2.4. Estimation of the mean annual instantaneous natural mortality in the commercial biomass

The biomass index estimated from the post-season trawl surveys is projected as the predicted biomass index for the following year, since no mortality or catchability factors are considered in this projection. However, a review of the snow crab assessment

Le krigeage avec dérive externe assume une relation linéaire entre $E[Z(x)]$ et la profondeur. Cette hypothèse est plus probable d'être respectée avec des voisinages locaux que globale, de la même façon que n'importe quelle courbe complexe peut être estimée approximativement par une série de courts segments droits. Alternativement, la transformation non linéaire de la variable profondeur peut-être utilisée. Dans le cas où aucune relation existe entre $E[Z(x)]$ et la profondeur, le krigeage avec dérive externe va converger vers la solution du krigeage ordinaire.

L'indice d'abondance du crabe des neiges adulte de taille commerciale estimé par krigeage avec dérive externe a été converti en indice de biomasse, suivant la relation taille-poids pour les mâles adultes à carapace dure (Hébert et al. 1992) :

$$P = (2,665 \times 10^{-4}) LC^{3,098}$$

L'indice de la biomasse a été estimé pour :

(1) biomasse totale (B) au moment du relevé en ne considérant pas la perte possible entre le moment du relevé et la pêche suivante (période de 8-10 mois), (2) recrutement annuel à la pêcherie (R-1), et (3) biomasse des crabes de catégorie 5 (OB).

Les indices d'abondance des mâles adultes ≥ 95 mm LC et du futur recrutement à la pêcherie (R-4, R-3 et R-2) au moment du relevé ont aussi été estimés. Les termes R-4, R-3 et R-2 désignent les crabes mâles adolescents dont la LC est de l'ordre de 56-68 mm, 69-83 mm et supérieure à 83 mm, respectivement. Une partie de ces crabes pourrait être disponible à la pêcherie dans 4, 3 et 2 ans, respectivement. De plus, les indices d'abondance des femelles pubères, primipares et multipares ont été estimés.

2.4. Estimation moyenne annuelle de la mortalité naturelle instantanée de la biomasse commerciale

L'indice de la biomasse commerciale estimé à partir des relevés au chalut post-saisonnier est projeté comme l'indice de la biomasse prédite pour l'année suivante puisque les facteurs de mortalité et de capturabilité ne sont pas considérés dans cette projection. Cependant, une revue de l'évaluation

methodology (DFO 2002) showed that there is a systematic loss between the biomass index and the sum of the observed residual biomass index and the catch the following year. This is expected since the index is calculated with the assumptions of 0% mortality (including natural mortality and emigration or immigration) between the survey and the following fishing season, and 100% catchability of commercial sized males by the *Nephrops* trawl net. The calculation of the net loss of commercial-sized adult males is described by Wade et al. (2003).

3.0. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Fishery monitoring

Fishery monitoring of the southern Gulf fisheries (Areas 12, 19, E and F) is based on logbook data, dockside monitoring and sampling from the observer programs.

Catch-per-unit-of effort (CPUE) in the snow crab fishery is influenced by various factors such as trap size and shape, mesh size, trap saturation, number and position of entrances, type of bait, immersion time, crab behavior, harvesters' experience and aggressiveness, imposition of landing limits by processing plants, current dynamics and population structure and abundance (Miller, 1975, 1976, 1979, 1983, 1990; Caddy, 1979; Bailey and Dufour, 1983; Dufour, 1984; Boutillier, 1986; Boutillier and Sloan, 1987; Smith and Jamieson, 1989; Xu and Millar, 1993; Taggart et al., 2004).

Interpretation of CPUE as an index of abundance in snow crab (as opposed to an independent trawl survey biomass index) is complicated by systematic variation in catchability (Swain and Wade, 2003). CPUE in fisheries often increase over time as a result of technological improvements (Gulland, 1964; Chiasson et al., 1992; Swain and Wade, 2003) and is expected to be density-dependent, increasing as population size decreases and geographic range contracts

de stock de crabe des neiges (DFO 2002) a indiqué qu'il y avait une perte systématique entre l'indice de la biomasse et la somme de l'indice de la biomasse résiduelle observé et les débarquements de l'année suivante. Ceci est à prévoir puisque notre indice est calculé avec les hypothèses de base d'une mortalité nulle (incluant la mortalité naturelle, l'émigration ou l'immigration) entre le relevé au chalut et la saison de pêche suivante, et une capturabilité de 100% pour les crabes adultes de taille commerciale par le chalut *Nephrops*. Le calcul de la perte totale des mâles adultes de taille commerciale est présenté dans Wade et al. (2003).

3.0. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Suivi de la pêche

Le suivi des pêcheries du sud du golfe (zones 12, 19, E et F) sont basé sur les données des carnets de bord des pêcheurs et du suivi des débarquements à quai et de l'échantillonnage du programme d'observateur en mer.

Les prises par unité d'effort (PUE) dans la pêche au crabe des neiges sont influencées par plusieurs facteurs comme la dimension et la forme du casier, la dimension de la maille, la saturation du casier, le nombre et la position des entrées, le type d'appât, le temps d'immersion, le comportement du crabe, l'expérience et l'agressivité des pêcheurs, les impositions de limites de crabes débarqués par voyage par les usines de transformation, la dynamique des courants et la structure et l'abondance de la population (Miller, 1975, 1976, 1979, 1983, 1990; Caddy, 1979; Bailey et Dufour, 1983; Dufour, 1984; Boutillier, 1986; Boutillier et Sloan, 1987; Smith et Jamieson, 1989; Xu et Millar, 1993 ; Taggart et al. 2004).

L'interprétation des PUE comme indice d'abondance sur le crabe des neiges (opposé à un indice de biomasse de relevé indépendant) est complexe étant donnée la variabilité systématique de la capturabilité (Swain et Wade, 2003). Les PUE dans les pêches augmentent souvent avec le temps en fonction des avancements technologiques (Gulland, 1964; Chiasson et al. 1992; Swain et Wade, 2003) et sont prévus d'être dépendent de la densité, augmentant lorsque la population diminue et que les concentrations géographiques se

(Harley et al., 2001; Swain and Wade, 2003; Choi and Zisserson, 2007). For instance, Chiasson et al. (1992) reported the important progressive evolution of fishing capacity since the beginning of this fishery. One of the most important events was the successive transition of Japanese conical, rectangular, and pyramidal to large conical traps. Chiasson et al. (1992) has shown a distinctive CPUE pattern indicating a drastic change in fishing power of the fleet. In recent years, new technological development in navigation and communication equipment, increased number of boats with water refrigerated holding systems and an increase in the number of participants resulted in an increased fishing capacity, which rendered CPUEs incomparable over the years. According to Swain and Wade (2003), the relationship between snow crab distribution estimated from the trawl survey in one year and the distribution estimated from the fishery and survey in the following year was greater than the relationship between CPUE and snow crab abundance.

One certainty in resource management is that the status of the resource will change, due to changes in natural or anthropogenic stress or both, and that harvesters will make every effort to improve their economic return by seeking means to improve their CPUE (Hinton and Maunder, 2003; Choi and Zisserson, 2007). Therefore, CPUE can be an indicator to show how well the fishery performed in a given year but may not be proportional to the abundance index from the trawl survey. In conclusion, the abundance index obtained from the trawl survey (fishery independent index) is considered more reliable than the CPUE.

In this paper, the historical fishing effort (trap hauls) was standardized with the type of traps used presently (large conical traps) based on Hébert et al. (2001). In Area 12, the standardization of CPUE in relation to trap soak time per 24 hour interval with fitted exponential curve parameters were done from 1989 to 1999 (Hébert et al. 1999; 2000).

contactent (Harley et al. 2001; Swain et Wade, 2003; Choi et Zisserson, 2007). Par exemple, Chiasson et al. (1992) ont reporté l'évolution importante et progressive de la capacité de pêche depuis le début de cette pêcherie. Un des événements les plus importants était la transition successive des casiers coniques japonais, rectangulaires, pyramidaux aux grands casiers coniques. Chiasson et al. (1992) a démontré un patron distinct des PUE indiquant un changement drastique dans la capacité de pêche de la flotte. Dans les années récentes, de nouveaux développements technologiques dans les équipements de la navigation et des communications, l'augmentation du nombre de bateaux équipés d'un système de cale d'eau réfrigérée et l'augmentation dans le nombre de participants ont résulté à une augmentation de l'effort de pêche, ce qui rend les PUE incomparables entre les années. Selon Swain et Wade (2003), la relation entre la distribution du crabe des neiges estimée selon le relevé au chalut à une année donnée et la distribution estimée provenant de la pêche et du relevé l'année suivante était supérieure à la relation entre la PUE et l'abondance du crabe des neiges.

Une certitude dans la gestion de la ressource est que le statut de cette ressource va changer, en raison des changements dans le stress naturel ou anthropogénique (ou les deux), et que les pêcheurs vont donner tous les efforts pour améliorer leur revenu en recherchant les moyens nécessaires pour améliorer leurs PUE (Hinton et Maunder, 2003; Choi et Zisserson, 2007). Par conséquent, les PUE peuvent être un indicateur pour montrer comment bien la pêche a performé dans une année donnée mais pourraient ne pas être proportionnelles aux indices de biomasse du relevé. En conclusion, l'indice d'abondance obtenu à partir du relevé au chalut (indice indépendant de la pêche) est considéré plus fiable que les PUEs.

Dans ce document, l'effort de pêche (levé de casiers) historique a été pondéré selon le type de casiers utilisés présentement dans la pêche (grand casier conique) en se basant selon la pondération effectuée dans Hébert et al. (2001). Des essais sur la pondération des PUE selon le temps d'immersion des casiers par intervalle de 24 heures en ajustant des paramètres sur une courbe

However, the relationship between the CPUEs and trap soak times was weak and only the non-standardized CPUE time series was used.

3.1.1. Area 12

The 2007 fishing season opened on April 28 and closed on July 14 with reported landings of 23,243 t (quota of 23,207 t). Harvesters participating in the fishery were from New-Brunswick, Québec, Nova-Scotia and Prince-Edward-Island. The number of boats in the 2007 fishery was 393, a slight increase compared to 2006 (381 boats). The locations of the main fishing grounds are shown in Figure 3.

The fishery indicators were positive during the 2007 fishing season. The mean CPUE increased from 34.5 kg/th in 2000 to 65.7 kg/th in 2007 (Table 1). The mean size of commercial adult males (Fig. 4) was higher in 2007 (114.5 mm CW) compared to 2006 (112.0 mm CW). The mean size of commercial-sized adult males increased since 2002 (109.0 mm CW). The incidence of soft-shelled crabs (Table 2) remained low in 2007 (2.0%) as in 2006 (3.1%).

In accordance to the soft-shelled crab protocol, only 5 grid areas were closed during the 2007 fishing season (Fig. 5). The estimate of fishing-induced mortality of soft-shelled males decreased from 391,559 crabs in 2005 to 108,052 crabs in 2007 (Fig. 6). The fishing effort also decreased from 508,053 to 353,775 trap hauls from 2004 to 2007 (Table 1).

During the 2007 fishing season, fishing effort was concentrated mostly in Shediac Valley, Bradelle Bank, the Magdalen Channel, and to a lesser extent in Chaleur Bay (Fig. 7). The majority of landings were from Bradelle Bank, Shediac Valley, the Magdalen Channel and the Chaleur Bay (Fig. 8). High CPUEs were observed in Bradelle Bank, Shediac Valley, the Magdalen Channel, and to a lesser extent in the Chaleur Bay (Fig. 9).

exponentielle dans la zone 12 a été effectuée pour les années 1989 à 1999 (Hébert et al. 1999; 2000). Cependant, la relation entre les PUE et les temps d'immersion des casiers était faible et seulement la série des PUEs non pondérées a été utilisée.

3.1.1. Zone 12

La saison de pêche de 2007 a débuté le 28 avril et a été fermée le 14 juillet avec des débarquements rapportés de 23 243 t (contingent de 23 207 t). Les pêcheurs participant à cette pêche proviennent du Nouveau-Brunswick, du Québec, de la Nouvelle-Écosse et de l'Ile-du-Prince-Édouard. Le nombre de bateaux utilisé dans la pêche de 2007 a été de 393, une légère augmentation comparativement à 2006 (381 bateaux). Les lieux des principaux fonds de pêche sont présentés dans la figure 3.

Les indicateurs de la pêche ont été généralement bons au cours de la saison de pêche de 2007. La PUE moyenne a continuellement augmenté passant de 34.5 kg/th en 2000 à 65,7 kg/cl en 2007 (tableau 1). La taille moyenne des mâles adultes de taille commerciale a augmenté à 114,5 mm LC en 2007 comparativement à 112,0 mm LC en 2006 (fig. 4). La taille moyenne des mâles adultes de taille commerciale a augmenté depuis 2002 (109,0 mm LC). Le pourcentage des crabes à carapace molle (tableau 2) a demeuré bas en 2007 (2,0%) comme en 2006 (3,1%).

Selon le protocole de crabe mâle à carapace molle, seulement 5 quadrilatères ont été fermés au cours de la saison de pêche de 2007 (fig. 5). L'estimé de la mortalité par pêche des mâles à carapace molle a diminué passant de 391 559 crabes en 2005 à 108 052 crabes en 2007 (fig. 6). L'effort de pêche a aussi diminué passant de 508 053 à 353 775 casiers levés de 2005 à 2007 (tableau 1).

L'effort de pêche durant la saison de pêche de 2007 a été concentré principalement dans la vallée de Shédiac, le banc Bradelle et le canal des Iles-de-la-Madeleine et à un degré moindre dans la baie des Chaleurs (fig. 7). La grande partie des débarquements provenait du banc Bradelle, la vallée de Shédiac, le canal des Iles-de-la-Madeleine et la baie des Chaleurs (fig. 8). Les PUE élevées ont été observées dans le banc Bradelle, la vallée de Shédiac, le canal des Iles-de-

la-Madeleine et à un degré moindre dans la baie des Chaleurs (fig. 9).

In Area 12 commercial catches, the percentage of commercial-sized adult males with carapace conditions 1 and 2 had decreased from 2000 (11.5%) to 2004 (3.4%), slightly increased in 2005 (4.4%) and decreased until 2007 (3.2%). The percentage of crabs with carapace condition 3 has increased from 64.4% in 2000 to 89.1% in 2007. The percentage of commercial-sized adult males with carapace condition 5 remained low in 2007.

Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 1 et 2 dans les prises commerciales de la zone 12 a diminué de 2000 (11,5%) à 2004 (3,4%), a légèrement augmenté en 2005 (4,4%) et a diminué en 2007 (3,2%). Le pourcentage des crabes avec condition de carapace 3 a augmenté passant de 64,4% en 2000 à 89,1% en 2007. Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 5 a demeuré bas en 2007.

The overall composition (%) of carapace conditions for commercial-sized adult males in Area 12 from sea samples collected since 2000.

La composition globale (%), selon la condition de la carapace des mâles adultes de taille commerciale dans la zone 12, d'après les échantillons recueillis depuis 2000.

Carapace conditions	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	5.4	2.5	3.0	2.3	1.9	2.0	1.7	0.8
2	6.1	3.5	1.7	1.4	1.5	2.4	2.5	2.4
3	64.4	82.7	86.4	87.6	86.7	89.6	88.9	89.1
4	19.3	9.5	8.2	8.1	9.2	5.5	6.4	7.0
5	4.8	1.8	0.7	0.6	0.7	0.5	0.5	0.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

3.1.2. Area 19

The Area 19 2007 regular fishing season opened on July 10 and ended on September 07 (last date of landings) with reported landings of 3,034 t from a quota of 3,074 t. This quota was set using a 45% exploitation rate of the commercial biomass index estimated at 6,832 t (5,367 t – 8,668 t) based on a pre-season trawl survey conducted in June 2007.

3.1.2. Zone 19

La saison de pêche régulière de 2007 a débuté le 10 juillet dans la zone 19 et s'est terminée le 07 septembre (dernier jour de débarquements) avec des débarquements reportés de 3 034 t par rapport au quota de 3 074 t. Ce quota a été établi basé sur un taux d'exploitation de 45% de l'indice de la biomasse commerciale estimé à 6 832 t (5 367 t – 8 668 t). Ce dernier a été évalué à partir d'un relevé au chalut effectué avant la saison de pêche en juin 2007.

The number of boats fishing in Area 19 was 107 (all from Cape Breton) while the number of licenses was 176. The Area 19 fishery indicators were positive during the 2007 fishing season. The mean CPUE in 2007 (71.3 kg/th) decreased compared to 2006 (84.4 kg/th), while the fishing effort increased from 23,566 th in 2006 to 42,553 th in 2007 (Table

Le nombre de bateaux pêchant dans la zone 19 en 2007 était de 107 (tous provenant du Cap-Breton) alors que le nombre de permis alloués était de 176. Les indicateurs de la pêche ont été bons durant la pêche de 2007. La PUE moyenne en 2007 (71,3 kg/cl) a diminué comparativement à 2006 (84,4 kg/cl), alors que l'effort de pêche a augmenté de 23 566 cl en 2006 à 42 553 cl en 2007 (tableau 1).

1). The annual percentage of soft-shelled and white crabs in 2007 (Table 2) remained the same as 2006 at 8.3% and had decreased compared to 2005 (9.8%). No sector within Area 19 was closed during the 2007 fishing season due to high incidences of soft-shelled crabs in catches (Fig. 10). However, the incidence of soft-shelled crabs in sectors 2 (10.2%) and 3 (15.1%) were relatively high. The mean size of commercial adult males decreased from 120.5 mm CW in 1995 to 110.0 mm CW in 2002 and increased since then to reach 117.3 mm CW in 2007 (Fig. 4).

The fishing effort during the 2007 season was concentrated mostly in the southern and central parts of Area 19 where the highest CPUEs were observed (Figs. 7 and 9).

The percentage of commercial-sized adult males with carapace conditions 1 and 2 in commercial catches continuously decreased from 2000 (16.6%) to 2003 (4.9%), but had increased to approximately 15.0 % in 2004 and 2005. The percentage decreased to 10.1% by 2007. The percentage of crabs with carapace condition 3 increased from 26.9% in 2000 to 80.4% in 2003, decreased to 69.5% in 2004, then increased to 83.8% in 2006. The percentage of crabs with carapace 3 decreased to 75.1% in 2007. The percentage of commercial-sized adult males with carapace condition 5 remained low in 2007.

Le pourcentage annuel de crabes à carapace molle ou blanc en 2007 (tableau 2) a demeuré au même niveau qu'en 2006 à 8,3% et a diminué comparativement à 2005 (9,8%). Aucun secteur à l'intérieur de la zone 19 n'a été fermé en raison de l'incidence élevée de crabes à carapace molle dans les prises au cours de la saison de 2007 (fig. 10). Par contre, l'incidence de crabes à carapace molle dans les secteurs 2 (10,2%) et 3 (15,1%) ont été relativement élevés. La taille moyenne des crabes adultes de taille commerciale a diminué passant de 120,5 mm LC en 1995 à 110,0 mm LC en 2002 et a augmenté depuis pour atteindre 117,3 mm LC en 2007 (fig. 4).

L'effort de pêche durant la saison de 2007 était concentré surtout dans les parties sud et centrale de la zone 19 où les plus grandes PUE ont été observées (figs. 7 et 9).

La capture des mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 1 et 2 a continuellement diminué entre 2000 et 2003 passant de 16,6 à 4,9% mais ces pourcentages ont augmenté aux environs de 15,0% en 2004 et 2005. En 2007, ce pourcentage a diminué à 10,1%. La capture des mâles avec condition de carapace 3 a augmenté passant de 26,9% en 2000 à 80,4% en 2003, a diminué à 69,5% en 2004 mais a augmenté à 83,8% en 2006. Le pourcentage des mâles avec condition de carapace 3 a diminué à 75,1% en 2007. Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 5 est demeuré bas en 2007.

The overall composition (%) of carapace conditions for commercial-sized adult males in Area 19 from sea samples collected since 2000.

Carapace conditions	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	2.0	1.8	3.2	2.4	2.9	0.9	0.8	1.9
2	14.6	6.5	5.6	2.5	12.7	14.3	10.3	8.2
3	26.9	31.3	70.2	80.4	69.5	73.9	83.8	75.1
4	55.8	60.1	20.6	14.5	14.3	10.6	4.9	14.1
5	0.8	0.3	0.5	0.2	0.5	0.3	0.2	0.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

La composition globale (%), selon la condition de la carapace des mâles adultes de taille commerciale dans la zone 19, d'après les échantillons recueillis depuis 2000.

3.1.3. Area E

In Area E, the 2007 fishery opened on April 28 and ended on May 31, with reported landings of 220 t (quota of 221 t). There were eight

3.1.3. Zone E

Dans la zone E, la pêche en 2007 a débuté le 28 avril et s'est terminée le 31 mai avec des débarquements reportés de 220 t, (contingent de

harvesters from New-Brunswick (6), Québec (1) and Prince-Edward-Island (1). The mean CPUE decreased from 80.6 kg/th in 2005 to 37.2 kg/th in 2007 (Table 1). The percentage of soft-shelled males increased from 2.9% in 2005 to 7.8% in 2006, which was comparable to the 1999-2000 levels (8%), but have decreased to 1.3% in 2007 (Table 2). The mean size of commercial-sized adult males increased from 105.8 mm CW in 2000 to 115.1 mm CW in 2007 (Fig. 4). Harvesters concentrated their fishing effort in the southeastern part of the zone adjacent to Areas 12 and F (Fig. 7).

The percentage of commercial-sized adult males with carapace conditions 4 and 5 had continuously decreased from 2000 (18.6%) to 2005 (3.0%), had increased in 2006 (5.2%) then had decreased in 2007 (1.4%). The percentage of commercial-sized adult males with carapace condition 3 increased from 77.1% in 2000 to 95.1% in 2005, slightly decreased to 92.9% in 2006 and increased again to 98.5% in 2007. The percentage of commercial-sized adult males with carapace conditions 1 and 2 in 2007 (0%) remained low.

221 t). Il y avait huit pêcheurs en 2007 provenant du Nouveau-Brunswick (6), Québec (1) et de l'Île-du-Prince-Édouard (1). La PUE moyenne a diminué passant de 80,6 kg/cl en 2005 à 37,2 kg/cl en 2007 (tableau 1). Le pourcentage de crabes à carapace molle a augmenté passant de 2,9% en 2005 à 7,8% en 2006, soit à des niveaux comparables à ceux de 1999-2000 (8%), mais a diminué à 1,3% en 2007 (tableau 2). La taille moyenne des crabes adultes de taille commerciale a augmenté passant de 105,8 mm LC en 2000 à 115,1 mm LC en 2007 (fig. 4). Les pêcheurs, ont concentré leur effort de pêche dans la partie sud-est de la zone adjacente aux zones 12 et F (fig. 7).

Le pourcentage des mâles avec conditions de carapace 4 et 5 a continuellement diminué de 2000 (18,6%) à 2005 (3,0%), a augmenté en 2006 (5,2%) pour ensuite diminué à 1,4% en 2007. La capture des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 3 a augmenté passant de 77,1% en 2000 à 95,1% en 2005, a diminué légèrement à 92,9% en 2006 pour ensuite augmenté à 98,5% en 2007. Le pourcentage des mâles avec conditions de carapace 1 et 2 en 2007 (0%) est demeuré bas.

The overall catch composition by carapace conditions for adult males ≥ 95 mm CW in Area E since 2000.

Carapace conditions	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.9	0.0
2	3.1	0.7	0.6	2.4	0.2	1.9	1.0	0.0
3	77.1	84.8	91.7	92.0	95.0	95.1	92.9	98.5
4	13.9	12.8	7.1	5.3	4.1	2.4	4.7	1.4
5	4.7	1.5	0.5	0.1	0.6	0.6	0.5	0.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

La composition globale des prises selon la condition de la carapace des mâles adultes ≥ 95 mm LC dans la zone E depuis 2000.

3.1.4. Area F

In Area F, the 2007 fishery opened on April 28 and closed on July 14 with reported landings of 370 t, which represents 90.7% of their quota of 408 t. There were 18 harvesters in 2007, 11 were from the Magdalen Islands and 7 from Cape Breton. The mean CPUE in 2007 (30.2 kg/th) decreased compared to 2005 (93.7 kg/th) (Table 1). The percentage of soft-shelled males in 2007 (2.4%) decreased compared to 2006 (3.5%), but

3.1.4. Zone F

Dans la zone F, la pêche en 2007 a débuté le 28 avril et s'est terminée le 14 juillet, avec des débarquements reportés de 370 t, ce qui représente 90,7% de leur quota de 408 t. Il y avait 18 pêcheurs en 2007 dont 11 provenaient des Îles-de-la-Madeleine et 7 du Cap-Breton. La PUE moyenne (tableau 1) en 2007 (30,2 kg/cl) a diminué comparativement à 2005 (93,7 kg/cl). Le pourcentage de crabes à carapace molle (tableau 2) en 2007 (2,4%) a diminué comparativement à 2006

increased compared to 2005 (0.8%) (Table 2). The mean size of commercial sized adult males increased from 107.9 mm CW in 2000 to 113.6 mm CW in 2005, but decreased to 110.1 mm CW in 2007 (Fig. 4). The fishing effort was concentrated in the northern and southern parts of Area F (Fig. 7).

The percentage of males with carapace conditions 1 and 2 increased in 2007 (12.1%) compared to 2003 (0.8%). The percentage of males with carapace conditions 4 and 5 increased in 2007 (8.2%) compared to 2006 (4.5%). The percentage of males with carapace condition 3 fluctuated from 79.8% in 2002 to approximately 92% from 2003 to 2006 and decreased to 79.6% in 2007.

(3,5%) mais a augmenté comparativement à 2005 (0,8%). La taille moyenne des crabes adultes de taille commerciale a augmenté passant de 107,9 mm LC en 2000 à 113,6 mm LC en 2005, mais a diminué à 110,1 mm LC en 2007 (fig. 4). L'effort de pêche a été concentré dans les parties nord et sud de la zone F (fig. 7).

Le pourcentage des mâles avec conditions de carapace 1 et 2 a l'augmenté en 2007 (12,1%) comparativement à 2003 (0,8%). Le pourcentage des mâles avec conditions de carapace 4 et 5 a augmenté en 2007 (8,2%) comparativement à 2006 (4,5%). La capture des mâles avec condition de carapace 3 a fluctué de 79,8% en 2002 au environ de 92% de 2003 à 2006 et a diminué à 79,6% en 2007.

The overall catch composition by carapace conditions for adult males ≥ 95 mm in Area F since 2000.

Carapace conditions	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	2.0	4.5
2	6.2	1.3	14.7	0.8	1.6	2.8	1.8	7.6
3	84.4	87.8	79.8	92.2	87.1	89.6	91.6	79.6
4	8.11	10.0	5.4	6.5	10.7	7.1	3.6	6.8
5	1.0	0.5	0.1	0.5	0.5	0.3	0.9	1.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

La composition globale des prises selon la condition de la carapace des mâles adultes ≥ 95 mm dans la zone F depuis 2000.

3.2. Outlook (survey biomass and recruitment indices, and reproductive output) and exploitation

There is no biological basis for the delimitations of management Areas 12, 19, E and F in the southern Gulf of St. Lawrence (Chiasson and Hébert, 1990; DFO 2007; Hébert et al., 2007). Crabs in these management areas are part of a larger biological population and the southern Gulf has to be considered as one unit for assessment purposes.

3.2.1. Southern Gulf (All zones)

The 2007 southern Gulf trawl survey estimate of the commercial biomass index, based on kriging with external drift, was 56,804 t (52,131 – 61,779 t), which represents a decrease of 14% compared to the 2006 estimate of 66,048 t (60,403 – 72,074 t)

3.2. Perspectives (indices de la biomasse et recrutement du relevé, et potentiel reproducteur) et exploitation

Il n'y a aucune raison biologique pour la délimitation des zones de gestion 12, 19, E et F dans le sud du golfe du Saint-Laurent (Chiasson et Hébert, 1990; DFO 2007; Hébert et al. 2007). Les crabes provenant de ces zones de gestion font partie d'une plus grande population biologique et le sud du golfe doit être considéré comme une unité pour les fins de gestion.

3.2.1. Sud du golfe (Toutes zones)

Le relevé au chalut de 2007 révèle un indice de la biomasse commerciale dans le sud du golfe (tableau 3), estimé à partir du krigeage avec dérive externe, de 56 804 t (52 131 – 61 779 t), ce qui représente une diminution de 14% comparativement à l'estimer du relevé de 2006 de 66 048 t (60 403 – 72 074 t).

(Table 3). The commercial biomass index in the southern Gulf has been decreasing since 2004, which was estimated at 84,884 t (76,484 – 93,947 t). The high concentrations of the commercial biomass from the 2007 trawl survey were mainly observed in Bradelle bank, Shédiac Valley, Chaleur Bay, Magdalen channel and in Area 19 (Fig. 11). The recruitment to the fishery at the time of the 2007 survey estimated at 31,114 t (27,769 – 34,748 t) represents 58% of the commercial biomass index (Table 3). This recruitment to the fishery decreased by 33% compared to the 2006 estimates of 46,292 t (41,939 – 50,968 t). The recruitment to the fishery index declined by 52% since 2004, which was estimated at 64,613 t (57,411 – 72,464 t).

Comparing survey estimates from one year to the next, to reported landings of commercial adult-sized males only, the loss of commercial-sized adult males in the southern Gulf (Wade et al., 2003) was estimated to be 18.9% for 2006-2007 and 26.0% for the period 2003-2007 (Fig. 12). This loss of commercial-sized males could be attributable to natural mortality, non-reported landings and emigration.

Relative abundance of prerecruits R-4, R-3 and R-2

A decline in the southern Gulf fishery recruitment is expected until 2011, due to the decline in abundances of adolescent males of sizes between 69 and 82 mm (R-3) and larger than 83 mm (R-2) observed in the trawl survey since 2002 (Table 4). A slight increase in the abundance of adolescent males of size between 56 and 68 mm (R-4) was observed in 2007, which may indicate an upward phase in the commercial biomass starting in 2012. The 2007 surface occupied by the prerecruits ≥ 56 mm CW decreased from 2006 and was mostly observed in Chaleur Bay, Area 19, Shédiac Valley and the southeastern part of Area 12 (Fig. 13). In addition, the abundances of males smaller than 56 mm CW (R-5 and younger) have slightly increased compared to 2006, but still remained low since the 2002 trawl surveys when compared to the 1994-

L'indice de la biomasse commerciale dans le sud du golfe diminue depuis 2004, qui était estimé à 84 884 t (76 484 – 93 947 t). Les hautes concentrations de la biomasse commerciale provenant du relevé de 2007 ont été observées principalement dans le banc Bradelle, la vallée de Shédiac, la baie des Chaleurs, le canal des Iles-de-la-Madeleine et dans la zone 19 (fig. 11). Le recrutement à la pêche au moment du relevé de 2007 a été estimé à 31 114 t (27 769 – 34 748 t), ce qui représente 58% de l'indice de la biomasse commerciale (tableau 3). Ce recrutement à la pêche a diminué de 33% comparativement à l'estimer de 2006 qui était de 46 292 t (41 939 – 50 968 t). L'indice recrutement à la pêche a diminué de 52% depuis 2004, qui était estimé à 64 613 t (57 411 – 72 464 t).

D'après la comparaison des estimations d'une année à l'autre et compte tenu des débarquements déclarés des crabes adultes de taille commerciale seulement, la perte des mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe (Wade et al. 2003) a été estimée à 18,9% pour la période 2006-2007 et 26,0% pour 2003-2007 (fig. 12). Cette perte des mâles de taille commerciale pourrait être attribuée à la mortalité naturelle, aux débarquements non déclarés et à l'émigration.

Abondance relative des prérecrues R-4, R-3 et R-2

Une diminution du recrutement à la pêche dans le sud du golfe est à prévoir jusqu'en 2011 en raison de la diminution des abondances des adolescents de tailles entre 69 et 82 mm (R-3) et plus grand que 83 mm (R-2) observée depuis le relevé de 2002 (tableau 4). Une légère augmentation de l'abondance des mâles adolescents de taille entre 56 et 68 mm (R-4) a été observée dans le relevé de 2007, ce qui pourrait indiquer une phase croissante de l'indice de la biomasse commerciale débutant en 2012. La surface occupée par les prérecrues ≥ 56 mm LC en 2007 a diminué comparativement à 2006 et ont été surtout observés dans la baie des Chaleurs, la zone 19, la vallée de Shédiac et la partie sud-est de la zone 12 (fig. 13). De plus, l'abondance des mâles plus petits que 56 mm LC (R-5 et plus jeunes) a quelque peu augmenté comparativement à 2006 mais demeure encore faible depuis 2002 dans les relevés au chalut comparativement à la période de

1997 periods (Fig. 14).

Stock reproductive potential

Based on population estimates from the trawl surveys, the abundance fluctuation of hard-shelled adult males and mature females is not synchronized (Figs. 15 and 16). For example, when the abundances of mature females were high, the abundances of either hard-shelled adult males ≥ 95 mm CW or hard-shelled adult males < 95 mm CW were low, and vice-versa. The annual abundance of hard-shelled adult males < 95 mm CW was, in most cases, higher than the abundance of hard-shelled adult males ≥ 95 mm CW, especially when high abundances of mature females were observed. The survey abundance and mean size of mature females have been decreasing since 1988 (Figs. 16 and 17). The abundance of mature females is expected to increase in the coming years, but might be much lower than the abundance levels observed from the 1989-1992 and 1999-2002 survey periods given the low abundances of immature and pubescent females in the population in recent years (Figs. 16 and 18).

Exploitation

The southern Gulf recruitment to the fishery is forecasted to be in a declining phase until 2011. The rate of decline of the commercial biomass will depend on the exploitation rate: higher exploitation rates will result in more rapid declines. Although there was an increase in recruitment to the fishery from 2000 to 2005, the 45-69% exploitation rate resulted in a low percentage of adult crabs with carapace conditions 4 and 5 in the commercial catches in all fishing areas as well as in the trawl survey. Since 2000, this fishery has become largely dependent on the annual recruitment to the fishery rather than on the remaining biomass from one year to the next.

With the expected decline in commercial biomass and associated retraction of the concentrations of crabs into Area 12 after 2008, the commercial biomass in peripheral

1994 et 1997 (fig. 14).

Potentiel reproducteur du stock

En se basant sur les relevés au chalut, les abondances annuelles des mâles adultes à carapace dure et des femelles matures ne sont pas synchronisées (figs. 15 et 16). Par exemple, lorsque les abondances des femelles matures sont élevées, les abondances des mâles adultes ≥ 95 mm LC à carapace dure ou des mâles adultes < 95 mm LC à carapace dure sont faibles et vice-versa. Il est intéressant d'observer que dans la plupart des cas, l'abondance annuelle des mâles adultes < 95 mm LC à carapace dure était plus élevée que celle des mâles adultes ≥ 95 mm LC à carapace dure, et ceci spécialement lorsque l'abondance élevée des femelles matures était observée. Des diminutions de l'abondance et de la taille moyenne des femelles matures dans les relevés au chalut ont été observées depuis 1988 (figs. 16 et 17). L'abondance des femelles matures est prévue d'augmenter dans les prochaines années mais elle sera beaucoup moins élevée que celles observées dans les relevés de 1989-1992 et 1999-2002 étant donnée les faibles abondances de femelles immatures et pubères dans la population au cours des dernières années (figs. 16 et 18).

Exploitation

Le stock du sud du golfe est actuellement dans une phase de déclin dans le recrutement à la pêche jusqu'au moins 2011. Le taux de déclin de la biomasse commerciale va dépendre du taux d'exploitation : des taux d'exploitation élevés vont résulter à des déclins plus rapides. Même avec une augmentation du recrutement à la pêche de 2000 à 2005, le niveau d'exploitation de 45-69% n'a pas permis d'accumuler des crabes de conditions 4 et 5 dans les prises commerciales dans toutes les zones de pêche et dans le relevé au chalut. Depuis 2000, la pêche est plus dépendante du recrutement annuel à la pêche que sur la biomasse résiduelle d'une année à l'autre.

Étant donné le déclin prévu de la biomasse commerciale et la rétraction générale des concentrations vers l'intérieur de la zone 12 après 2008, la biomasse commerciale dans les zones

areas is expected to decrease.

Limits and target reference points and comprehensive harvest control rules need to be developed and assessed for the biological unit of the southern Gulf.

3.2.2. Area 12

The Area 12 2007 trawl survey estimate of commercial biomass index, based on kriging with external drift, was 50,638 t (46,448 – 55,102 t), which represents an 18.2% decrease compared to the 2006 estimate of 61,866 t (56,880 – 67,210 t) (Table 5). The commercial biomass index in Area 12 has decreased by 34.5% since 2004 (Table 5). The recruitment to the fishery at the time of the survey is estimated at 27,024 t (24,028 – 30,290 t) representing 53.4% of the commercial biomass index (Table 5). The recruitment to the fishery decreased by 38.7% compared to the 2006 estimate of 44,087 t (39,970 – 48,508 t). The recruitment to the fishery has decreased by 55.5% since 2004, which was estimated at 60,767 t (54,606 – 67,428 t).

Relative abundance of prerecruits R-4, R-3 and R-2

A decline in the recruitment to the Area 12 fishery is expected until 2011, due to the decline in abundance of adolescent males of sizes between 69 and 82 mm (R-3) and larger than 83 mm (R-2) observed in the trawl survey (Table 6). An increase in the abundance of adolescent males of sizes between 56 and 68 mm (R-4) was observed in the 2007 trawl survey, which may indicate a future increasing phase of commercial biomass in Area 12 starting in 2012. The surface occupied by the prerecruits ≥ 56 mm CW in 2007 decreased from 2006. They were mostly observed in small concentrations in Chaleur Bay, Shédiac Valley and in the southeastern part of Area 12 (Fig. 13). In addition, the abundance of males smaller than 56 mm CW (R-5 and younger) has increased slightly compared to 2006, but has remained low since 2002 (Fig. 19).

périphériques est prévue de diminuer.

Des limites et cibles de points de références et des règles complètes de contrôle de récolte ont besoin d'être développées et évaluées pour l'unité biologique du sud du golfe.

3.2.2. Zone 12

Le relevé au chalut de 2007 révèle un indice de la biomasse commerciale dans la zone 12 (tableau 5), estimé à partir du krigeage avec dérive externe, de 50 638 t (46 448 – 55 102 t), ce qui représente une diminution de 18,2% comparativement à l'estimer du relevé de 2006 de 61 866 t (56 880 – 67 210 t). L'indice de la biomasse commerciale dans la zone 12 a diminué de 34,5% depuis 2004 (tableau 5). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé a été estimé à 27 024 t (24 028 – 30 290 t), ce qui représente 53,4% de l'indice de la biomasse commerciale (tableau 5). Ce recrutement à la pêcherie a diminué de 38,7% comparativement à l'estimer de 2006 qui était de 44 087 t (39 970 – 48 508 t). Le recrutement à la pêcherie a diminué de 55,5% depuis 2004, qui était estimé à 60 767 t (54,606 – 67 428 t).

Abondance relative des prérecrues R-4, R-3 et R-2

Une diminution du recrutement à la pêcherie de la zone 12 est à prévoir jusqu'en 2011 en raison de la diminution des abondances des adolescents de tailles entre 69 et 82 mm (R-3) et plus grand que 83 mm (R-2) observée dans le relevé (tableau 6). Une augmentation dans l'abondance des adolescents mâles de tailles entre 56 et 68 mm (R-4) a été observée dans le relevé de 2007, ce qui pourrait indiquer une prochaine phase croissante de la biomasse commerciale à partir de 2012. La surface occupée par les prérecrues ≥ 56 mm LC en 2007 a diminué comparativement à 2006 et ont été surtout observés en petites densités dans la baie des Chaleurs, la vallée de Shédiac et la partie sud-est de la zone 12 (fig. 13). De plus, l'abondance des mâles plus petits que 56 mm LC (R-5 et plus jeunes) a légèrement augmenté, mais demeure faible depuis 2002 (fig. 19).

Exploitation

The Area 12 recruitment to the fishery is forecasted to be in a declining phase until 2011. The rate of decline of the commercial biomass after 2008 will depend on the exploitation rate: higher exploitation rates will result in more rapid declines. Since 2000, this fishery has become largely dependent on the annual recruitment to the fishery rather than on the remaining biomass from one year to the next.

Empirical exploitation rates calculated from the ratio of landings during the year and the sum of the landings and the residual biomass of the same year, varied between 45 and 70% since 2000 (Fig. 20).

Based on Bayesian serial regression models (Surette and Wade, 2006), the recruitment to the fishery (R-1) is expected to decline by approximately 25% in 2009 (Fig. 21). Recruitment to the fishery will probably continue to be low until 2011. These projections are based on estimated abundances of prerecruits from the annual trawl survey. They also include the uncertainties such as observation errors, losses and mean weight. Based on these projections, a risk analysis was used to determine the probability of a decrease in the commercial biomass after the 2008 fishery given various catch levels in 2008 (Fig. 22). For example, with a catch of 20,000 t in 2008, there is a probability of 94% that the commercial biomass will decline more than 15% and a 75% probability of a 25% decline (Fig. 22). With a catch of 15,000 t in 2008, there is a 75% probability of a 15% decline and 34% probability of a 25% decline (Fig. 22).

In recent years, we have observed in our trawl surveys that the mean size of commercial adult males remained high compared to the historical trend, despite the decline in the abundances of prerecruits R-4, R-3 and R-2 in the population. The commercial biomass index decreased, but not as much as

Exploitation

Le stock de la zone 12 est actuellement dans une phase de déclin dans le recrutement à la pêche jusqu'au moins 2011. Le taux de déclin de la biomasse commerciale après 2008 va dépendre du taux d'exploitation : des taux d'exploitation élevés vont résulter à des déclins plus rapides. Depuis 2000, la pêche est plus dépendante du recrutement annuel à la pêche que sur la biomasse résiduelle d'une année à l'autre.

Les taux d'exploitation empiriques calculés selon le rapport des débarquements durant l'année et la somme des débarquements et la biomasse résiduelle de la même année ont varié entre 45 et 70% depuis 2000 (fig. 20).

Le recrutement à la pêche (R-1) est prévu de diminuer en 2009 d'environ 25% (fig. 21) en se basant sur le modèle Bayésien de séries de régressions linéaires (Surette et Wade, 2006). Le recrutement à la pêche va probablement continuer à être bas jusqu'au moins 2011. Ces projections sont basées sur les estimés d'abondance des prérecrues provenant des relevés au chalut. Ils incluent aussi les incertitudes comme les erreurs d'estimation, la perte et le poids moyen. En se basant sur ces projections, une analyse de risque a été produite pour déterminer la probabilité d'une diminution de la biomasse commerciale après la saison de pêche de 2008 selon différents niveaux de capture en 2008 (fig. 22). Par exemple, avec une capture de 20 000 t en 2008, la probabilité que la biomasse commerciale diminuera plus de 15% est de 94% et la probabilité d'une diminution de 25% est de 75% (fig. 22). Avec une capture de 15 000 t en 2008, la probabilité d'une diminution de 15% est de 75% et la probabilité d'une diminution de 25% est de 34% (fig. 22).

Lors des récentes années, nous observons dans nos relevés au chalut que la taille moyenne des mâles adultes de taille commerciale a demeuré élevée comparativement à la tendance historique malgré la diminution des abundances des prérecrues R-4, R-3 et R-2 dans la population. L'indice de la biomasse commerciale a diminué mais pas autant que prévue

forecasted because of the larger mean size of the newly recruited commercial adult males observed in the 2007 trawl survey. Although the molting mechanism cannot be predicted, any future decline in the mean size of commercial adult males, together with the expected decline in the new recruitment to the fishery (R-1), will accelerate the decline of the commercial biomass index in the near future.

3.2.3. Area 19

The Area 19 2007 September trawl survey indicated a commercial biomass index (Table 5) of 5,532 t (4,297 – 7,013 t), which represents an increase of 29% compared to the 2006 September trawl survey estimate of 4,285 t (2,910 t – 6,090 t). The recruitment to the fishery at the time of the 2007 fall survey was estimated at 3,974 t (3,082 t – 5,043 t), which represents 72% of the commercial biomass index (Table 5).

However, the commercial biomass index estimate based on the September trawl survey may not reflect the fishable stock at the time of the fishery 8-10 months later. Movement of commercial-sized adult males that occurs between Area 19 and adjacent fishing Areas 12 and F (Biron et al., 2008) creates a situation of high variability in the estimated commercial biomass. For example, the 2004 Area 19 fishery was prematurely closed, with reported landings of 3,894 t (77% of the quota of 5,092 t), because of high incidences of soft-shelled males together with low CPUE at the end of the fishing season. This occurred despite the fact that the 2003 September survey estimates showed the highest level of commercial biomass index (8,083 t) ever recorded in that zone. By comparing the commercial biomass index from the 2003 September survey conducted after the fishing season and the 2004 June trawl survey conducted a few days before the regular fishing season, the commercial biomass index decreased by 42% from 8,083 t in September 2003 to 4,712 t in June 2004. The opposite was observed with a 45% increase in the commercial biomass index between the 2004

en raison de la taille élevée des mâles adultes de taille commerciale observée lors du relevé de 2007. Malgré que l'on ne peut prédire le mécanisme de la mue, une diminution future de la taille moyenne des mâles adultes de taille commerciale, combinés avec le déclin prévu du recrutement à la pêcherie (R-1), pourraient accélérer le déclin de l'indice de la biomasse commerciale dans un proche futur.

3.2.3. Zone 19

Le relevé au chalut de septembre 2007 a révélé un indice de la biomasse commerciale dans la zone 19 (tableau 5) de 5 532 t (4 297 – 7 013 t), ce qui représente une augmentation de 29% comparativement à l'estimé du relevé de septembre 2006 qui était de 4 285 t (2 910 – 6 090 t). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé de 2007 a été estimé à 3 974 t (3 082 – 5 043 t), ce qui représente 72% de l'indice de la biomasse commerciale (tableau 5).

Cependant, les estimés de l'indice de la biomasse commerciale basés sur les relevés de septembre pourraient ne pas refléter la biomasse exploitable au moment de la pêche 8-10 mois plus tard. Il y a un mouvement important des crabes adultes de taille commerciale qui a lieu entre la zone 19 et les zones de pêche adjacentes 12 et F (Biron et al. 2008) qui crée une grande variabilité dans les estimés de la biomasse commerciale. Par exemple, en 2004, la pêche a été fermée prématurément avec des débarquements de 3 894 t (77% du quota de 5 092 t) en raison des incidences élevés des crabes mous et des faibles PUE à la fin de la saison de pêche malgré le fait que le relevé de septembre 2003 indiquait le niveau le plus élevé de l'indice la biomasse commerciale jamais enregistré (8 083 t) dans cette zone. En comparant l'indice de la biomasse commerciale du relevé de septembre 2003 effectué après la saison de pêche et le relevé de juin effectué quelques jours avant le début de la pêche, l'indice de la biomasse commerciale avait diminué de 42% de 8 083 t à septembre 2003 à 4 712 t en juin 2004. Au contraire, une augmentation de 45% de l'indice de la biomasse commerciale a été observée entre le relevé de septembre 2004 (4 113 t) et celui de juin 2005 (5 981 t). Ces différences dans les indices de la biomasse commerciale entre les

September survey estimate (4,113 t) and the 2005 June survey (5,981 t). These differences in Area 19 commercial biomass indices between the fall (after the fishery) and spring (conducted days before the fishery) trawl surveys show the difficulty in adequately estimating the commercial biomass index for the Area 19 July fishery based on the previous September survey. The June survey, immediately prior to the fishery provides a more reliable biomass estimate.

The decline in the commercial biomass index in Area 12 is expected until 2011. Consequently, the abundance of commercial-sized adult males in Area 19 may be negatively affected. Commercial crab show a net migration from Area 12 to 19 when densities are high in Area 12, or from Area 19 to 12, when densities are low in Area 12 (Biron et al., 2008).

Relative abundance of prerecruits R-4, R-3 and R-2

A decrease in Area 19 abundance of adolescent males of sizes between 56 and 68 mm (R-4), 69 and 82 mm (R-3) and larger than 83 mm (R-2) were observed based on the 2007 September survey (Table 7; Fig. 23). The abundance of prerecruits larger than 56 mm CW in 2007 decreased by 33% compared to the 2006 September survey estimates (Table 7; Fig. 13).

Exploitation

The 2007 September survey commercial biomass index increased in Area 19 compared to the 2006 estimate. However, a decrease of adolescent males ≥ 56 mm CW was observed in the 2007 September survey compared to 2006, which may indicate a decrease in the recruitment to the fishery for the coming years. Furthermore, the commercial biomass index and the abundance of prerecruits ≥ 56 mm CW (R-4, R-3 and R-2) in Area 12 are decreasing (Figs. 13 and 19). This could affect the movement of commercial-sized adult males between Areas 12 and 19.

relevés au chalut d'automne (après la pêche) et au printemps (quelques jours avant le début de la pêche) montre une difficulté à estimer adéquatement l'indice de la biomasse commerciale pour la pêche de juillet dans la zone 19 en se basant sur le relevé de septembre. Le relevé de juin, immédiatement avant la pêche donne un estimé de biomasse plus fiable.

Une diminution de l'indice de la biomasse commerciale dans la zone 12 est prévue jusqu'en 2011. Conséquemment, l'abondance des mâles adulte de taille commerciale dans la zone 19 pourrait être négativement affectée par la migration des crabes de taille commerciale de la zone 12 vers la zone 19 lorsque les densités sont plus grandes dans la zone 12, ou de la zone 19 vers la zone 12 lorsque les densités sont plus basses dans la zone 12 (Biron et al. 2008).

Abondance relative des prérecrues R-4, R-3 et R-2

Une diminution des abondances des adolescents de tailles entre 56 et 68 mm (R-4), 69 et 83 mm (R-3) et plus grand que 83 mm (R-2) a été observée dans la zone 19 lors du relevé de septembre 2007 (tableau 7; fig. 23). L'abondance des prérecrues ≥ 56 mm LC a diminué de 33% comparativement à l'estimer du relevé de septembre 2006 (tableau 7; fig. 13).

Exploitation

L'indice de la biomasse commerciale observé dans la zone 19 lors du relevé de septembre 2007 a augmenté comparativement à l'estimer du relevé de 2006. Cependant, une diminution des mâles adolescents ≥ 56 mm LC a été observée dans le relevé au chalut de septembre 2007 comparativement au relevé de septembre 2006, ce qui pourrait diminuer le recrutement à la pêcherie dans les prochaines années. De plus, l'indice de la biomasse commerciale et l'abondance des prérecrues ≥ 56 mm LC (R-4, R-3 et R-2) diminuent dans la zone 12 (figs. 13 et 19), ce qui pourrait affecter le mouvement des crabes de taille

Based on past experience, the 2007 September trawl survey Area 19 commercial biomass index estimate may not reflect the availability of commercial biomass during the 2008 fishing season. If the objective is to minimize uncertainties in the estimate, it would be beneficial to continue the June trawl survey prior to the Area 19 fishery, and re-adjust the fishing strategy according to the biomass and proportion of carapace stages observed.

Area 19 empirical exploitation rates were calculated based on the ratio between the landings during the year and the sum of the landings and the residual biomass of the same year. Since 2000, exploitation rates calculated this way varied between 43 and 67% (Fig. 24).

3.2.4. Areas E and F

Because of the unknown amount of crab movement in and out of these two small areas within a given year, the estimates of commercial biomass from the September survey may not necessarily reflect the crab biomass at the beginning of the following fishing season. The population in Area E is not biologically distinct from Area 12, and the population in Area F is not biologically distinct from Area 12 and Area 19. In both areas, crab concentrations are found near the boundaries of the areas and the biomass estimates have large confidence intervals, which make the interpretation on short or long term projections uncertain.

Area E

The Area E commercial biomass index from the survey (Table 8) of 588 t (209 t – 1,326 t) in 2007 represents an increase of 37.4% compared to the 2006 estimates of 368 t (45 t – 1,394 t). The recruitment to the fishery index of 208 t (28 t – 759 t) represents 35.4% of the 2007 commercial biomass index (Table 8). It is difficult to predict the commercial

commerciale entre les zones 12 et 19.

Selon l'expérience du passé, l'indice de la biomasse commerciale dans la zone 19 estimée à partir du relevé de septembre 2007 pourrait ne pas refléter la disponibilité de la biomasse commerciale durant la saison de pêche de 2008. Si l'objectif est de minimiser les incertitudes dans les estimés, il serait bénéfique de continuer le relevé au chalut de juin avant la pêche de la zone 19, et réajuster la stratégie de pêche selon la biomasse et la proportion des conditions de carapace observées dans ce relevé.

Les taux d'exploitation empiriques dans la zone 19 calculés selon le rapport des débarquements durant l'année et la somme des débarquements et la biomasse résiduelle de la même année. Depuis 2000, les taux d'exploitation, calculés de cette manière, ont varié entre 43 et 67% (fig. 24).

3.2.4. Zones E et F

Comme on ne connaît pas l'importance des mouvements d'émigration et d'immigration des crabes dans ces deux petites zones au cours d'une année donnée, les estimations de l'indice de biomasse du relevé de septembre ne reflètent pas nécessairement la biomasse au début de la prochaine saison de pêche. Pour ce qui est de la biologie, la population de crabe dans la zone E n'est pas différente de celle de la zone 12, et la population dans la zone F n'est pas différente ni de la zone 12 ni de la zone 19. Dans les deux zones, les concentrations de crabes se trouvent près des limites des zones et les intervalles de confiance des estimations de biomasse sont grands, ce qui donnent les interprétations sur les projections à court et à long terme incertaines.

Zone E

L'indice de la biomasse commerciale du relevé dans la zone E (tableau 8) estimé à 588 t (209 t – 1 326 t) en 2007 représente une augmentation de 37,4% comparativement à l'estimer de 2006 qui était de 368 t (45 t – 1 394 t). Le recrutement à la pêcherie estimé à 208 t (28 t – 759 t) représente 35,4% de l'indice de la biomasse commerciale de 2007 (tableau 8). Il est difficile de projeter un indice de

biomass index in this very small fishing area as it is strongly affected by the stock condition in adjacent Area 12. This is well supported by the discontinuity in the abundance of adolescent crabs within Area E observed in the trawl surveys from one year to the next (Fig. 25). Moreover, the estimated abundance of prerecruits ≥ 56 mm CW in the southern Gulf have been decreasing (Fig. 13). Considering the wide confidence intervals, the biomass indices in Area E should be interpreted with caution.

With the expected decline in commercial biomass and the overall retraction of the densities into the central part of Area 12 after 2008, the commercial biomass in Area E is expected to decrease in the next few years.

Area F

In Area F, the commercial biomass index from the 2007 survey was estimated at 1,314 t (607 t – 2,494 t) which represents an increase of 134% compared to the 2006 estimate of 562 t (74 t – 2,074 t), (Table 8). The recruitment to the fishery index of 1,039 t (516 t – 1,880 t) represents 79.1% of the 2007 commercial biomass index (Table 8). The low abundance of adolescent crabs (Fig. 26) may indicate that the recruitment to the fishery will decrease for the coming years. In addition, the prerecruits ≥ 56 mm CW in the southern Gulf have been decreasing (Fig. 13). Considering the wide confidence intervals, the biomass indices in Area F should be interpreted with caution.

The commercial biomass in Area F is influenced by recruitment from Areas 12 and 19. With the expected decline in commercial biomass and the overall retraction of the densities into the central part of the Area 12 after 2008, the commercial biomass in Area F is expected to decrease in the next few years.

4.0. UNCERTAINTIES

4.1. Change in the survey protocol

Over the years, different boats have been used

biomasse commerciale dans cette petite surface de pêche comme elle est fortement affectée par la condition du stock de la zone 12. Ceci est bien supporté par la discontinuité dans l'abondance des crabes adolescents à l'intérieur de la zone E observée dans les relevés au chalut d'une année à l'autre (fig. 25). Il est aussi à noter que l'abondance des prérecrues ≥ 56 mm LC dans le sud du golfe du Saint-Laurent est présentement en diminution (fig. 13). Considérant les grands intervalles de confiance, les indices de la biomasse dans la zone E doivent être interprétés avec prudence.

Avec le déclin prévu de la biomasse commerciale et la rétraction globale des densités vers la partie centrale de la zone 12 après 2008, la biomasse commerciale dans la zone E est prévue de diminuer dans les prochaines années.

Zone F

Dans la zone F, l'indice de la biomasse commerciale du relevé de 2007 a été estimé à 1,314 t (607 t – 2 494 t) ce qui représente une augmentation de 133% comparativement à l'estimé de 2006 qui était de 562 t (74 t – 2 074 t), (tableau 8). L'indice du recrutement à la pêcherie estimé à 1 039 t (516 t – 1 880 t) représente 79,1% de l'indice de la biomasse commerciale de 2007 (tableau 8). La faible abondance des crabes adolescents (fig. 26) pourrait indiquer que le recrutement à la pêcherie va diminuer pour les prochaines années. De plus, les prérecrues dans le sud du golfe du Saint-Laurent diminuent présentement (fig. 13). Considérant les grands intervalles de confiance, les indices de la biomasse dans la zone F doivent être interprétés avec prudence.

La biomasse commerciale dans la zone F est influencée par le recrutement des zones 12 et 19. Avec le déclin prévu de la biomasse commerciale et la rétraction globale des densités vers la partie centrale de la zone 12 après 2008, la biomasse commerciale dans la zone F est prévue de diminuer dans les prochaines années.

4.0. INCERTITUDES

4.1. Changement au protocole du relevé

Au cours des ans, différents bateaux ont été utilisés

to conduct the trawl survey. From 1988 to 1998, the “Emy-Serge”, a 65 foot side-trawling (375 HP) wooden boat was used. From 1999 to 2002, the “Den C. Martin”, a 65 foot stern-trawling (402 HP) steel boat, was used. Since 2003, the vessel used has been the “Marco-Michel”, a 65 feet stern-trawling (660 HP) fiberglass boat. Also, an increase in the number of sampling stations and survey study areas has occurred since 1988. A review of the standardization for the tow length, trawl opening width and area polygon for the time series 1988 to 2006 was presented (Moriyasu et al., 2008) and accepted at the 2008 RAP meeting (DFO 2008). But other factors such as the vessel itself cannot be addressed without a comparative survey (DFO 2008).

4.2. Growth

Recruitment to the fishery in snow crab is highly variable from year to year (Sainte-Marie et al., 1995; Comeau and Conan, 1992; Comeau et al., 1998a; Moriyasu et al., 1998) depending on environmental and hydrological conditions. In Atlantic snow crab stocks, biomass of commercial crab fluctuates in a cyclical manner caused by a period of 3-4 years of high abundance of recruitment to the population followed by a period of 3-4 years of low recruitment (Sainte-Marie et al., 1995; Comeau et al., 1998a; Moriyasu et al., 1998). Since molting activities in adolescent males peak in January for skip molters and in March for normal molters, most of the postmolt males are potentially catchable as soon as the fishery starts (generally at the end of April). Soft-shelled males in the commercial catches are found from late April to August in the sGSL (Hébert et al., 2002).

The mechanism of molting to terminal phase is complex. Conan et al. (1988), and Comeau et al. (1998a) hypothesized that the molt to terminal phase for a given size group may be

pour effectuer le relevé au chalut. Entre 1988 et 1998, le “Emy-Serge”, un chalutier par le côté en bois de 65 pieds avec un engin d’une puissance de 375 force de moteur, a été utilisé. Entre 1999 et 2002, le «Den C. Martin», un chalutier par l’arrière en acier de 65 pieds avec un engin d’une puissance de 402 force de moteur, a été utilisé. Depuis 2003, le “Marco-Michel” un chalutier par l’arrière en fibre de ver de 65 pieds avec un engin d’une puissance de 660 force de moteur est utilisé. De plus, une augmentation dans le nombre de stations échantillonnées et de la surface d’étude du relevé a eu lieu depuis 1988. Une revue sur la standardisation pour la longueur du trait, l’ouverture du chalut et la surface des polygones de la série chronologique de l’abondance de 1988 à 2006 a été présentée (Moriyasu et al. 2008) et acceptée à la réunion du SAR de 2008 (MPO 2008). Par contre, d’autres facteurs tel le bateau du relevé ne peut être adressé sans une étude de comparaison (MPO 2008).

4.2. Croissance

Le recrutement à la pêche chez le crabe des neiges est très variable d’une année à l’autre (Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et Conan, 1992; Comeau et al. 1998a; Moriyasu et al. 1998) et dépend des conditions environnementales et hydrologiques. Dans le sud du golfe du Saint-Laurent, la biomasse des crabes adultes à carapace dure de taille commerciale fluctue de manière cyclique. Cette variation est provoquée par l’arrivée d’une grande abondance de recrues pendant 3-4 ans, suivi d’un creux dans le recrutement sur une période de 3-4 ans (Sainte-Marie et al., 1995; Comeau et al., 1998a; Moriyasu et al., 1998). Puisque la mue chez les crabes mâles adolescents atteint un sommet en janvier pour les adolescents sauts de mue et en mars pour les adolescents de mue normale, la plupart des crabes en postmue sont potentiellement capturable par les casiers commerciaux aussitôt que la pêche commence (généralement à la mi-avril). Les crabes à carapace molle sont présents dans les prises commerciales d’avril jusqu’à août dans le sGSL (Hébert et al. 2002).

Le mécanisme qui supporte la mue des adolescents pour la phase terminale apparaît très complexe. Conan et al. (1988), et Comeau et al. (1998a) ont émis l’hypothèse que la mue pour la phase

density-dependent rather than genetically determined. Comeau et al. (1998a) suggested that a high abundance of large mature (adult) males in the population may trigger molting to another larger juvenile (adolescent) instar instead of molting to the terminal phase, and could also inhibit growth resulting in an increase in abundance of skip molters.

The annual trawl survey conducted in the sGSL since 1988 showed a very high (up to 40 – 45%) skip molting rate in adolescent males larger than 50 mm CW. A high percentage of skip molters occurring in a period of high population abundance may suggest a density-dependent effect on the molting schedule of larger adolescent males. This may be a driving factor affecting the strength and delay in the timing of recruitment to the fishery. Waiwood and Elnor (1982) hypothesized that the removal of large old crab would release the snow crab population from a “stagnant” to a “dynamic” high-growth phase.

4.3. Movement

The spatial and temporal distribution of commercial-sized crabs showed that the patchy concentrations of crab in the western and eastern units of southern Gulf expanded and contracted similarly throughout the last decade.

Tagging studies also indicated an exchange between local fishing grounds and within management areas in the sGSL (Biron et al., 2008). Although there are limitations in the interpretation of tag-recapture results, it provided a general tendency of crab movement over the years. These limitations are: 1) tagging gives only the results from point A (release) to point B (recapture), but not real movement in between, 2) the recaptures are limited to fishing locations of

terminale, pour un groupe d'une taille donnée, pourrait être provoquée par des facteurs reliés à la densité plutôt qu'à des caractères génétiques. Comeau et al. (1998a) suggèrent qu'une forte abondance des crabes mâles adultes de grande taille dans la population encouragerait les adolescents à muer à une phase adolescente de plus grande taille au lieu de muer pour la phase terminale. Ceci pourrait également provoquer une inhibition de la croissance qui occasionnerait une augmentation de l'abondance des crabes sauts de mue dans la population.

Le relevé annuel au chalut effectué depuis 1988 dans le sGSL révèle un taux élevé des crabes sauts de mue (jusqu'à 40-45%) chez les adolescents mâles plus grand que 50 mm de LC. Le taux élevé des crabes sauts de mue présents lors d'une période d'abondance élevée des crabes adultes mâles de taille commerciale pourrait suggérer un effet de facteurs reliés à la densité sur la synchronisation de la mue des crabes adolescents mâles de grande taille. Le taux de crabes sauts de mue pourrait être le facteur déclencheur pouvant influencer l'ampleur et le moment de l'arrivée du recrutement à la pêcherie. Waiwood et Elnor (1982) ont émis l'hypothèse que le retrait des vieux crabes de grande taille aurait permis à la population du crabe des neiges de quitter une phase de “croissance stagnante” pour une phase de croissance élevée.

4.3. Déplacement

La distribution spatiale et temporelle des crabes de taille commerciale démontre que les concentrations de crabes dans les unités ouest et est du sud du golfe ont augmenté et diminué en terme de surface de la même façon au cours de la dernière décennie.

Des études de marquage indiquent aussi un échange de crabes entre les fonds de pêches locales et entre les zones de gestion dans le sGSL (Biron et al. 2008). Malgré qu'il existe des limitations dans l'interprétation des résultats de marquage-recapture, ceci nous donne une tendance générale du déplacement des crabes sur plusieurs années. Ces limitations sont: 1) le marquage nous donne seulement la distance entre les points A (relâche) et B (recapture) et non le déplacement réel entre les deux points, 2) les captures proviennent

any given year and 3) the tag return, and mortality rates are unknown.

Tag-recapture results showed that crabs tagged in the peripheral areas during the period of decreasing biomass (southern part of Magdalen Channel in 1999 and in Area E in 1997), have a general movement towards the main habitat, center of Bradelle Bank (Biron et al., 2008). In Area 19, tag-recapture experiments were conducted during two different phases of stock condition: a decreasing biomass phase in 1993-1996 and an increasing biomass phase in 1997-2001. During the decreasing biomass phase, crabs tend to stay within Area 19, whereas crabs tagged during the increasing biomass phase tend to move greater distance even outside the Gulf towards eastern Cape Breton (Area 20-22) (M. Biron, pers. comm.). It is clear that a frequent exchange of crab, especially for adolescent crabs, exists in the central part of Area 12 (Bradelle Bank and Magdalen Channel) and the southeastern part between Cape Breton Island and the Magdalen Islands (Biron et al., 2008). More studies are necessary to better understand the dynamics of snow crab in the western and eastern regions of the southern Gulf.

4.4. Highgrading

Activities such as highgrading at sea of commercial-sized crabs during the fishing season could cause mortality due to handling. A selective exploitation of good commercial quality crabs by practicing highgrading at sea could increase the overall fishing effort, and thus may increase the mortality on soft-shelled crabs.

In addition, discarding soft-shelled crabs at sea could increase the number of crabs with missing legs due to on-board handling. Leg loss can reduce reproductive performance. Sainte-Marie et al. (1999) showed that snow crab males missing more than one walking leg are reproductively less successful than males

essentiellement des lieux de pêche pour une année donnée, et 3) le taux de retour d'étiquette et le taux de mortalité sont inconnus.

Les résultats de marquage-recapture démontrent que les crabes étiquetés dans les zones périphériques (la partie sud du canal des Iles-de-la-Madeleine en 1999 et dans la zone E en 1997) lors de la période de la diminution de biomasse ont un déplacement général vers le principal habitat, le centre du banc Bradelle (Biron et al. 2008). Dans la zone 19, les expériences de marquage-recapture ont été effectuées durant deux périodes différentes de la condition de stock: une période de diminution de la biomasse en 1993-1996 et une période d'augmentation de la biomasse en 1997-2001. Durant la période de la diminution de biomasse, les crabes ont tendance à demeurer à l'intérieur de la zone 19 tandis que lorsque la biomasse augmente, les crabes ont tendance à se déplacer sur une plus grande distance et même jusqu'à l'extérieur du golfe vers les zones 20-22 de l'est de la Nouvelle-Écosse (M. Biron, comm. pers.). Il est évident qu'il existe un échange fréquent des crabes, surtout au niveau des adolescents, entre la partie centrale de la zone 12 (banc Bradelle et le canal des Iles-de-la-Madeleine) et la partie sud-est entre le Cap-Breton et les Iles-de-la-Madeleine (Biron et al. 2008). D'autres études seront nécessaires pour bien comprendre la dynamique du crabe des neiges dans les régions ouest et est du sud du golfe.

4.4. Triage

Les activités comme le triage en mer des crabes de taille commerciale pourraient occasionner une mortalité dont on ne tient pas compte dans cette évaluation. Une exploitation sélective des crabes de bonnes qualités commerciales en pratiquant le rejet en mer lors des activités de pêche pourraient augmenter l'effort de pêche sur les crabes à carapace molle et occasionner une mortalité des crabes rejetés en mer.

De plus, le rejet en mer des crabes à carapace molle peut augmenter le nombre de crabes avec des pattes manquantes à cause de la manipulation. La perte des pattes peut réduire la performance de la reproduction. Sainte-Marie et al. (1999) ont observé que les crabes des neiges mâles manquant plus d'une patte marcheuse se reproduisent avec moins

missing none. Abello et al. (1994) showed that loss of a chela constitute a handicap for male green crab, *Carcinus maenas*, in obtaining or defending a female while mating. Comeau et al. (1998b) also observed while diving in the fjord of Bonne Bay, Newfoundland, that most of the males in mating paring were large adults with a hard shell and few missing legs.

In addition, harvesting exclusively larger-sized males in a high exploitation rates era from the exploitable biomass could have a negative impact on the stock. When crabs molt to the terminal phase, the carapace will deteriorate with time and if these crabs of smaller, but legal size, are not harvested, they will age and eventually die. Such practice of harvesting only large size males would create an artificial increase in the exploitation rates on a portion of the larger-sized males, resulting in a decrease of the population's reproductive potential.

4.5. Environmental factors

Environmental factors such as water temperature can affect the moulting and reproductive dynamic, as well as the movement of snow crab. Chassé and Pettipas (2008) reported that the bottom temperatures over most of the southern Gulf of St. Lawrence are typically less than 3 °C, which is considered suitable thermal habitats for snow crab. Water temperature data collected during research surveys indicate that the bottom temperatures in deeper waters of Areas E and F are higher (1 to 5 °C) than Area 12 crab grounds (-1 to 2 °C). Bottom temperatures in Area 19 are usually 1° to 2 °C warmer than the traditional crab grounds in Area 12.

In 2007, near bottom temperatures in the southern part of Area 12 were significantly above normal while the deeper parts of the Magdalen Shallows, including Chaleur Bay, exhibited around normal conditions. The warmer coastal water is consistent with a significant decrease in the Gulf wide snow

de succès que les crabes mâles ayant toutes ses pattes. Abello et al. (1994) ont observé que la perte d'une pince constitue un handicap pour le crabe vert mâle, *Carcinus maenas*, pour obtenir ou se défendre lors de l'accouplement. Comeau et al. (1998b) ont aussi observé lors de plongées dans le fjord de Bonne Bay Terre-Neuve, que la plupart des mâles dans les paires lors de l'accouplement étaient adultes de grandes tailles avec une carapace dure et peu de pattes manquantes.

De plus, l'exploitation exclusive des crabes de grande taille de la biomasse exploitable lors de période d'exploitation élevé pourrait avoir un impact négatif sur le stock. Une fois que le crabe mue à la phase terminale, leur carapace commence à vieillir et si ces crabes ne sont pas exploités, ils deviendront plus âgés et disparaîtront à cause de la mortalité naturelle. Une telle activité se traduirait par une augmentation artificielle du taux d'exploitation d'une fraction des crabes à grandes tailles, résultant à une diminution du potentiel reproducteur de la population.

4.5. Facteurs environnementaux

Des facteurs environnementaux, comme la température de l'eau, peuvent influencer sur la mue et la dynamique de reproduction ainsi que sur les migrations du crabe des neiges. Chassé et Pettipas (2008) signalent que les températures au fond dans la plus grande partie du sud du golfe du Saint-Laurent sont typiquement inférieures à 3 °C, ce qui est considéré comme étant un habitat thermique approprié pour le crabe des neiges. Les températures au fond dans les zones E et F sont de 1 à 5 °C plus élevées que dans les pêcheries traditionnelles du crabe des neiges de la zone 12 (-1 à 2 °C). Les températures au fond dans la zone 19 sont typiquement de 1 à 2 °C plus élevées que dans les pêcheries traditionnelles du crabe des neiges de la zone 12.

En 2007, les températures près du fond dans la partie sud de la zone 12 étaient nettement supérieures à la normale, alors que les parties profondes du plateau madelinien, y compris la baie des Chaleurs, connaissaient des conditions presque normales. Les eaux côtières plus chaudes correspondent à une nette baisse de l'indice de la

crab habitat index (area of the bottom covered by water temperatures between -1 and 3 °C). The habitat index is still below the 23 year long-term average and shows the lowest value since 1981 (Chassé and Pettipas, 2008). However, the 2007 mean temperature within the habitat area also decreased compared to 2006, and it is an unusual situation as the two time series are usually negatively correlated. The 2007 mean temperature is above the long term mean, reaching a value slightly below the ones observed during the 1999-2002 warm period and is closer to the average than the highest value of 2006. The temperature conditions are not considered to be as favorable for snow crab as the mean temperature index is higher than normal, especially since the habitat index itself is below the normal. The influence of habitat area and mean temperature on snow crab abundance and distribution is unknown.

5.0. ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank Dr. Bernard Sainte-Marie (DFO, Mont-Joli, Qué), Mr. Michel Biron and Mrs. Christine Ferron (DFO, Moncton, NB) for their valuable information in preparing this report.

superficie de l'habitat du crabe des neiges (superficie où la température au fond se situe entre -1 et 3 °C) à l'échelle du Golfe. L'indice de la superficie de l'habitat reste encore sous la moyenne à long terme des 23 dernières années et se situe au plus faible niveau depuis 1981 (Chassé et Pettipas, 2008). Toutefois, la température moyenne au fond à l'intérieur de l'habitat en 2007 a également diminué par rapport à 2006, ce qui est inusité étant donné que les deux séries chronologiques sont habituellement corrélées négativement. La température moyenne de 2007 était supérieure à la moyenne à long terme mais était légèrement moins élevée que durant la période chaude observée de 1999 à 2002; elle était plus proche de la moyenne que la valeur la plus élevée de 2006. Les conditions de température ne sont pas considérées autant favorables pour le crabe des neiges étant donné que l'indice de la température moyenne est plus élevé que la normale, d'autant plus que l'indice de la superficie de l'habitat est inférieur à la normale. L'incidence de la superficie de l'habitat et de la température moyenne sur l'abondance et la répartition du crabe des neiges est inconnue.

5.0. REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier Dr. Bernard Sainte-Marie (MPO, Mont-Joli, Qué), M. Michel Biron et Mme. Christine Ferron (MPO, Moncton, NB) pour leur précieuse information à la préparation de ce rapport.

6.0 REFERENCES

- Abello, P., C. G. Warman, D. G. Reid, and E. Naylor. 1994. Chela loss in the shore crab (*Carcinus maenas* Crustacea: Brachyura) and its effect on mating success. *Mar. Biol.* 121: 247-252.
- Bailey, R. and R. Dufour. 1983. Comparaison des rendements de crabe des neiges obtenus par deux types de casiers différents. CAFSAC Res. Doc. 83/19.
- Benhalima, K., M. Moriyasu, and M. Hébert. 1998. A technique for identifying the early-premolt stage in the male snow crab, *Chionoecetes opilio*, (Brachyura: Majidae) in Baie des Chaleurs, southern Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Zool.* 76:609-617.
- Biron, M., C. Ferron, and M. Moriyasu. 2008. Movement of adult male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southern Gulf of St. Lawrence and eastern Nova-Scotia, Canada. *Fish. Res.* (In press).
- Boutillier, J. A. 1986. Fishing effort standardization in the British Columbia Prawn (*Pandalus platyceros*) trap fishery. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 92:176-181.
- Boutillier J. A. and N. A. Sloan. 1987. Effect of trap design and soak time on catches of the British Columbia prawn (*Pandalus platyceros*). *Fish. Res.* 6:69-79.
- Caddy, J, F. 1979. Some considerations underlying definitions of catchability and fishing effort in shellfish fisheries, and their relevance for stock assessment purposes. *Manusc. Rep.* 1489.
- Chassé, J. and R. G. Pettipas, 2008. Temperature Conditions in the southern Gulf of St. Lawrence during 2007 relevant to snow crab. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* (in Prep.).
- Chiasson, Y. and M. Hébert. 1990. Literature review on stock delimitation pertaining to the Western Cape Breton Island snow crab (*Chionoecetes opilio*) and advice on a spring fishery in Area 18. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 90/65.
- Chiasson, Y. J., M. Hébert, M. Moriyasu, A. Bourgoïn, and D. Noël. 1992. A retrospective look at the evolution of the southwestern Gulf of St. Lawrence snow crab (*Chionoecetes opilio*), fishery. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1847.
- Choi, J. S. and B. M. Zisseron. 2007. An assessment of the snow crab resident on the Scotian Shelf in 2006. *Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2007/017.
- Comeau, M. and G. Y. Conan. 1992. Morphometry and gonad maturity of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49:2460-2468.
- Comeau, M., G. Y. Conan, F. Maynou, G. Robichaud, J.-C. Therriault, and M. Starr. 1998a. Growth, spatial distribution, and abundance of benthic stages of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in Bonne Bay, Newfoundland, Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55:262-279.
- Comeau, M., G. Robichaud, M. Starr, J.-C. Therriault, and G. Y. Conan. 1998b. Mating of snow crab, *Chionoecetes opilio*, (O. Fabricius, 1788) (Decapoda, Majidae) in the fjord of Bonne Bay, Newfoundland. *Crustaceana* 71(8):926-941.
- Conan, G.Y. and M. Comeau. 1986. Functional maturity of male snow crab, (*Chionoecetes opilio*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1710-1719.
- Conan, G.Y., M. Moriyasu, M. Comeau, P. Mallet, R. Cormier, Y. Chiasson, and H. Chiasson. 1988. Growth and maturation of snow crab (*Chionoecetes opilio*), p. 45-66. In G.S. Jamieson and W.D. McKone (eds.). *Proceedings of the international workshop on snow crab biology*, December 8-10, 1987, Montréal Québec. *Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2005.
- DFO 1997. Southern Gulf snow crab. *DFO. Atl. Stock Status Rep.* 97/C3-01.

- DFO 2002. Zonal snow crab workshop. 14-18 January, 2002. St. John's NF. (J. Moores, ed.) Can. Sci. Adv. Sec. Proc. Ser. 2002/022.
- DFO 2006. DFO Proceedings of the Assessment Framework Workshop on the southern Gulf of St. Lawrence snow crab (Areas 12, E, F and 19), Gulf Regional Advisory Process; 11-14 October 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proc. Ser. 2006/042.
- DFO 2007. Assessment of snow crab in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2007/021.
- DFO 2008. Assessment of snow crab in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, E and F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2008/006.
- Dufour, R. 1984. Rendements comparatifs et sélectivité de trois types de casiers à crabe des neiges. CAFSAC Res. Doc. 84/1.
- Dufour, R., D. Bernier, and J.-C. Brêtes. 1997. Optimization of meat yield and mortality during snow crab (*Chionoecetes opilio*, O. Fabricius) fishing operations in Eastern Canada. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2152.
- Foyle, T. P., G.V. Hurley, and D.M. Taylor. 1989. Field testing shell hardness gauges for the snow crab fishery. Can. Ind. Rep. Fish. Aquat. Sci. 193.
- Gulland, J. A. 1964. The reliability of catch per unit effort as a measure of abundance in North Sea trawl fisheries. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 155:99-102.
- Harley, S. J., R. A. Myers, and A. Dunn. 2001. Is catch-per-unit-effort proportional to abundance? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 58:1760-1772.
- Hébert, M., C. Gallant, Y. Chiasson, P. Mallet, P. DeGrâce, et M. Moriyasu. 1992. Le suivi du pourcentage de crabes mous dans les prises commerciales de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud-ouest du golfe du Saint-Laurent (zone 12) en 1990 et 1991. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 1886.
- Hébert, M., E. Wade, P. DeGrâce, M. Biron, A. Hébert, et M. Moriyasu. 1997. Évaluation de 1996 du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 18, 19, 25/26, E et F). Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks. Doc. Rech. 97/86.
- Hébert, M., E. Wade, P. DeGrâce, A. Hébert, M. Biron, and M. Moriyasu. 1999. The 1998 assessment of snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12-25/26, 18, 19, E and F). Can. Stock Assess. Sec. Res. Doc. 99/11.
- Hébert, M., A. Hébert, E. Wade, T. Surette, D. Giard, P. DeGrâce, M. Biron, et M. Moriyasu. 2000. Évaluation de 1999 du stock de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud-ouest du golfe du St.-Laurent (zones 12-25/26, E et F). Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks. Doc. Rech. 2000/014.
- Hébert, M., G. Miron, M. Moriyasu, R. Vienneau, and P. DeGrâce. 2001. Efficiency and ghost fishing of snow crab (*Chionoecetes opilio*) traps in the Gulf of St. Lawrence. Fish. Res. 52: 143-153.
- Hébert, M., K. Benhalima, G. Miron, and M. Moriyasu. 2002. Molting and growth of male snow crab, *Chionoecetes opilio*, (O. Fabricius, 1788) (Crustacea: Majidae) in the southern Gulf of St. Lawrence. Crustaceana 75:671-702.
- Hébert, M., E. Wade, T. Surette, and M. Moriyasu. 2007. The 2006 assessment of snow crab (*Chionoecetes opilio*) stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/028.

- Hinton, M. G. and M. N. Maunder. 2003. Methods for standardizing CPUE and how to select among them. Inter.-Amer. Trop. Comm. SCRS/2003/034.
- McBratney, A., I. Odeh, T. Bishop, M. Dunbar, and T. Shatar. 2000. An overview of pedometric techniques for use in soil survey. *Geoderma* 97(3-4):293-327.
- Mallet, P., G. Y. Conan, and M. Moriyasu. 1993. Periodicity of spawning and duration of incubation time for *Chionoecetes opilio*, in the Gulf of St. Lawrence. ICES CM/1993: K:26.
- Miller, R. J. 1975. Density of the commercial spider crab, *Chionoecetes opilio*, and calibration of effective area fished per trap using bottom photography. *J. Fish. Res. Board Can.* 32: 761-768.
- Miller, R. J. 1976. Trap mesh selection and catches of the spider crab, *Chionoecetes opilio*. Canada Fish. Mar. Serv. Res. Dev. Dir. Tech. Rep. 598. 15 p.
- Miller, R. J. 1979. Saturation of crab trap: reduced entry and escapement. *J. Cons. Ins. Explor. Mer.* 38:338-345.
- Miller, R. J. 1983. How many traps should a crab fisherman fish. *N. Amer. J. Fish. Manag.* 3:1-8.
- Miller, R. J. 1990. Effectiveness of crab and lobster traps. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:1228-1251.
- Moriyasu, M. and G. Y. Conan. 1988. Aquarium observation on mating behaviour of snow crab, *Chionoecetes opilio*. ICES C. M., 1988/K: 9.
- Moriyasu, M., G. Y. Conan, P. Mallet, Y. J. Chiasson, and H. Chiasson. 1988. Growth at molt, molting season and mating of snow crab, *Chionoecetes opilio*, in relation to functional and morphometric maturity. ICES CM/1987 K:21.
- Moriyasu, M. and M. Comeau. 1996. Grasping behavior of male snow crab, (*Chionoecetes opilio* O. Fabricius, 1788, Decapoda, Majidae). *Crustaceana* 69:211-222.
- Moriyasu, M. and C. Lanteigne. 1998. Embryo development and reproductive cycle in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (Crustacea: Majidae), in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada. *Can. J. Zool.* 76:2040-2048.
- Moriyasu, M., E. Wade, A. Sinclair, and Y. Chiasson. 1998. Snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock assessment in the southwestern Gulf of St. Lawrence by bottom trawl survey. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 125:29-40.
- Moriyasu, M., E. Wade, M. Hébert, and M. Biron. 2008. Review of the survey and analytical protocols used for estimating abundance indices of southern Gulf of St. Lawrence snow crab from 1988 to 2006. DFO Can. Stock Advis. Sec. Res. Doc. (In prep.).
- Rondeau, A. and B. Sainte-Marie. 2001. Variable mate-guarding time and sperm allocation by male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in response to sexual competition, and their impact on the mating success of females. *Biol. Bull.* 201:204-217.
- Sainte-Marie, B. and F. Hazel. 1992. Moulting and mating of snow crabs, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius), in shallow waters of the northwestern Gulf of Saint Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49:1282-1293.
- Sainte-Marie, B. and C. Carrière. 1995. Fertilization of the second clutch of eggs of snow crab, *Chionoecetes opilio*, from females mated once or twice after their molt to maturity. *Fish. Bull.* 93:759-764.
- Sainte-Marie, B., S. Raymond, and J.-C. Brêthes. 1995. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52:903-924.

- Sainte-Marie, B., N. Urbani, J.-M. Sévigny, F. Hazel, and U. Kuhnlein. 1999. Multiple choice criteria and the dynamics of assortative mating during the first breeding season of female snow crab *Chionoecetes opilio* (Brachyura, Majidae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 181:141-153.
- Smith, B. D. and G. S. Jamieson. 1989. A model for standardizing Dungeness crab, *Cancer magister*, catch rates among traps which experienced different soak times. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46:1600-1608.
- Surette, T. and E. Wade. 2006. Bayesian serial linear regression models for forecasting the short-term abundance of commercial snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2672.
- Surette, T., D. Marcotte, and E. Wade. 2007. Predicting snow crab (*Chionoecetes opilio*) abundance using kriging with external drift with depth as a covariate. *DFO Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2763.
- Swain, D. P. and E. J. Wade. 2003. Spatial distribution of catch and effort in a fishery for snow crab, *Chionoecetes opilio*: tests of predictions of ideal free distribution. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60:897-909.
- Taggart, S. J., C. E. O'Clair, T. C. Shirley, and J. Mondragon. 2004. Estimating Dungeness crab, *Cancer magister*, abundance: crab pots and dive transects compared. *Fish. Bull.* 102:488-497.
- Wackermagel, H. 1998. *Multivariate geostatistics: an introduction with applications*. 2nd Edition. Springer-Verlag.
- Wade, E., T. Surette, J. Apaloo, and M. Moriyasu, 2003. Estimation of mean annual natural mortality for adult male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southern Gulf of St. Lawrence. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2003/016.
- Waiwood, K. G. and R. W. Elner. 1982. Cod predation of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Gulf of St. Lawrence. In: *Proceedings of the International Symposium on the genus Chionoecetes*. P. 449-520. Lowell Wakefield Symposium Series, Alaska Sea Grant Report. 82:10. University of Alaska Fairbanks.
- Watson, J. 1969. Biological investigation on the spider crab, *Chionoecetes opilio*, p. 23-47. In *Pro. Meeting on Atlantic Crab Fishery Development*. *Can. Fish. Rep.* 13.
- Watson, J. 1972. Mating behavior in the Spider Crab, *Chionoecetes opilio*. *J. Fish. Res. Board Can.* 29:447-449.
- Xu, X. and R. B. Millar. 1993. Mating Estimation of trap selectivity for male snow crab, *Chionoecetes opilio*, using the SELECT modeling approach with unequal sampling effort. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50:2485-2490.

Table 1. Landings, fishing efforts and catch per unit of effort (CPUE) in the southern Gulf of St. Lawrence snow crab fisheries (Areas 12, 19, E and F) since 1986.

Tableau 1. Débarquements, efforts de pêche et prises par unité d'effort (PUE) dans les pêcheries du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F) depuis 1986.

	Landings / Débarquements (t)				Effort (# of trap haul) Effort (# de casiers levés)				CPUE (kg/trap haul) PUE (kg/casier levé)			
	12	19	E	F	12	19	E	F	12	19	E	F
1986	24267				454657				53.4			
1987	11782	1151			449293	37987			26.2	30.3		
1988	12355	1337			528844	22794			23.4	58.7		
1989	7882	1334			356442	29978			22.1	44.5		
1990	6950	1333			254578	28422			27.3	46.9		
1991	10019	1337			326671	16733			30.7	79.9		
1992	11235	1678			362967	17140			31.0	97.9		
1993	14336	1678			344698	18204			41.6	92.2		
1994	19995	1672			390833	24495			51.2	68.3		
1995	19944	1575	217	317	416890	24854	4033	11561	47.8	63.4	53.8	27.4
1996	15978	1342	164	238	318796	24583	2714	5604	50.1	54.6	60.3	42.4
1997	15413	1386	163	287	303286	21930	4695	6390	50.8	63.2	34.7	44.9
1998	11136	1988	161	290	243339	31232	5624	6035	45.8	63.1	28.6	48.1
1999	12682	1979	159	290	289003	19088	5415	5072	43.9	103.7	29.4	57.2
2000	15046	3225	150	291	436782	55977	6528	5136	34.5	64.1	22.9	56.7
2001	13819	3910	155	378	326382	46251	6700	5736	42.3	88.5	23.2	63.0
2002	21869	3279	165	378	544454	43662	2916	4437	40.2	72.3	56.6	85.2
2003	16898	3103	345	817	337960	29952	5471	10460	50.0	103.6	63.1	78.1
2004	26626	3894	349	806	484991	56517	6277	10775	54.9	68.9	55.6	74.8
2005	32363	2827	449	479	508053	41512	5571	5112	63.7	68.1	80.6	93.7
2006	25934	1989	411	787	402702	23566	10074	14079	64.4	84.4	40.8	55.9
2007	23243	3034	220	370	353775	42553	5914	12252	65.7	71.3	37.2	30.2

Table 2. Average percentage of soft-shelled males in catches for the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, *Chionoecetes opilio*, fisheries (Areas 12, 19, E and F), 1986 to 2007.

Tableau 2. Pourcentage moyen des mâles à carapace molle dans les prises pour les pêcheries au crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F), depuis 1986 à 2007.

Year / Année	Area / Zone 12	Area / Zone 19	Area / Zone E	Area / Zone F
1986	4.9	-	-	-
1987	10.8	-	-	-
1988	7.5	-	-	-
1989	37.2	-	-	-
1990	16.8	19.4	-	-
1991	11.5	5.1	-	-
1992	8.6	6.6	-	-
1993	6.1	1.9	-	-
1994	5.6	5.5	-	-
1995	2.5	3.5	0.6	11.8
1996	4.2	10.8	4.6	5.3
1997	5.0	11.1	4.3	1.5
1998	2.8	11.2	2.9	1.1
1999	4.9	4.1	8.0	1.1
2000	12.5	5.6	8.3	2.4
2001	6.2	6.5	0.7	1.3
2002	4.6	3.5	0.3	0.5
2003	3.3	3.7	1.2	0.4
2004	3.0	7.1	1.5	0.6
2005	3.9	9.8	2.9	0.8
2006	3.1	8.3	7.8	3.5
2007	2.0	8.3	1.3	2.4

Table 3. Biomass (t) (estimates, 95% confidence intervals) at the time of the survey of different categories of commercial-sized male snow crab ($CW \geq 95$ mm) in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2007.

Tableau 3. Biomasse (t) (estimés, intervalles de confiance de 95%) au moment du relevé de différents stades de taille commerciale de crabe des neiges mâle de taille commerciale ($LC \geq 95$ mm) dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2007.

Year of survey/ Année du relevé	B	R	RB/ BR
1988	18785 4548-52551	2880 125-14949	16271 9338-27729
1989	28999 11622-60592	10985 3513-26370	19689 12339-31692
1990	63868 48688-82294	35398 26497-46337	28911 21593-37941
1991	78927 63883-96443	36491 25478-50678	43758 32705-57445
1992	108800 89831-130579	64054 52652-77186	46469 37128-57443
1993	149702 114005-193059	81677 56603-114146	66823 54512-81078
1994	154288 136043-174282	67867 57380-79707	88849 79188-99355
1995	103420 91244-116758	34295 28305-41174	69898 61410-79224
1996			
1997	58616 52501-65241	31952 27665-36711	26759 23346-30529
1998	53461 46165-61576	26562 21912-31904	27313 23011-32182
1999	51081 44284-58621	24005 19952-28636	27395 22934-32467
2000	43821 34610-54730	34668 27430-43228	9384 6062-13891
2001	49603 41294-59088	34351 27912-41827	15471 12282-19236
2002	57573 49289-66845	45059 37914-53155	12509 10337-15002
2003	70380 61945-79636	44646 38627-51333	25937 21433-31104
2004	84884 76484-93947	64613 57411-72464	20378 17518-23568
2005	68195 62346-74440	47183 43242-51383	21257 18066-24846
2006	66048 60403-72074	46292 41940-50969	19916 17056-23115
2007	56804 52131-61779	31114 27769-34749	25855 22248-29877

B: Biomass of adult males with a $CW \geq 95$ mm / Biomasse de mâles adultes avec une $LC \geq 95$ mm

R: Annual recruitment to the fishery / Recrutement annuel à la pêche;

RB / BR: Residual biomass of adult males $CW \geq 95$ mm / Biomasse résiduelle des mâles adultes $LC \geq 95$ mm.

Table 4. Estimation (in numbers x 10⁶) of prerecruits (R-4, R-3, R-2 and R-1) in the southern Gulf of St. Lawrence based on trawl surveys, 1988 to 2007.

Tableau 4. Estimation (en nombre x 10⁶) des prérecrues (R-4, R-3, R-2 et R-1) dans le sud du golfe du St. Laurent basée sur les données du relevé au chalut, 1988 à 2007.

Survey Year/ Année du relevé	R - 4	R - 3	R-2	R -1
1988	152.2	71.4	32.98	4.9
1989	186.0	147.2	92.71	19.1
1990	258.9	223.5	135.57	61.8
1991	137.5	156.3	172.16	60.3
1992	85.6	149.8	191.16	108.7
1993	35.1	116.5	148.96	142.7
1994	53.2	111.7	130.86	116.8
1995	55.7	56.8	75.26	57.8
1996				
1997	104.9	73.0	47.11	53.2
1998	129.7	81.8	45.58	44.5
1999	176.9	133.8	101.90	42.7
2000	195.1	142.1	77.11	59.0
2001	257.5	192.1	113.91	63.5
2002	143.0	204.3	167.19	82.3
2003	104.7	170.0	145.77	79.6
2004	60.5	93.7	116.76	111.2
2005	40.9	61.1	102.08	79.8
2006	40.4	37.7	53.85	75.1
2007	43.8	36.8	44.38	51.0

- R-4: adolescent ($69 > CW \geq 56$ mm) at the time of the survey / adolescent ($69 > LC \geq 56$ mm) au moment du relevé
- R-3: adolescent ($83 > CW \geq 69$ mm) at the time of the survey / adolescent ($83 > LC \geq 69$ mm) au moment du relevé
- R-2: adolescent ($CW \geq 83$ mm) at the time of the survey / adolescent ($LC \geq 83$ mm) au moment du relevé
- R-1: adult ($CW \geq 95$ mm) with a soft-shell at the time of the survey / adulte ($LC \geq 95$ mm) avec une carapace molle au moment du relevé

Table 5. Biomass (t) (estimates, 95% confidence intervals) at the time of the survey of different categories of commercial-size ($CW \geq 95$ mm) male snow crab in Areas 12 and 19, 1988 to 2007.

Tableau 5. Biomasse (t) (estimés, intervalles de confiance de 95%) au moment du relevé de différents stades de crabe des neiges mâle de taille commerciale ($LC \geq 95$ mm) dans les zones 12 et 19, 1988 à 2007.

Year of survey / Année du relevé	Area / Zone 12			Area / Zone 19		
	B	R	RB/ BR	B	R	RB/ BR
1988	14244 4348-35123	1676 34-10070	12786 7148-21791			
1989	25150 13015-44109	9134 2858-22203	16802 10557-26438			
1990	42389 31794-55392	28037 21203-36378	14799 9633-21783			
1991	50755 39396-64371	28774 20336-39556	23225 15521-33664			
1992	82721 68437-99099	52169 43120-62551	31816 24427-40741			
1993	126660 98657-160148	71969 51108-98542	53040 42819-64962	6121 1610-16390	1591 80-7978	5447 4310-6793
1994	121877 107504- 137625	58637 50425-67799	63748 55897-72387	7894 4582-12710	2557 908-5764	5636 4731-6663
1995	90153 80791-100293	31722 26994-37037	58716 52027-66021	4962 2360-9241	1440 404-3725	3517 1718-6429
1996	N/D	N/D	N/D	4063 3116-5208	1890 1293-2672	2187 1724-2737
1997	49303 44199-54831	26481 22925-30430	22895 20050-26028	4668 3672-5852	3496 2792-4323	1179 685-1898
1998	44599 38530-51348	22439 18573-26870	22350 18802-26371	6016 4784-7468	3943 3166-4854	2066 1387-2966
1999	41480 35969-47592	20594 17376-24232	21072 17460-25210	5840 4624-7278	2191 1498-3096	3632 2886-4512
2000	34209 26891-42906	28027 22241-34856	6238 3688-9903	7215 6032-8561	4945 3997-6050	2335 1885-2859
2001	40644 33963-48249	29397 24180-35404	11300 8765-14340	5957 4829-7269	3278 2390-4388	2645 2208-3144
2002	48428 41851-55740	39103 33400-45497	9331 7624-11305	5413 4359-6645	3460 2540-4607	1949 1672-2258
2003	59364 52513-66855	38904 33975-44342	20696 17048-24891	8616 7462-9897	4558 3716-5534	4046 3482-4675
2004	77331 70305-84864	60767 54606-67428	16666 14128-19527	4842 3604-6370	1954 1004-3445	2903 2299-3617
2005	62965 57663-68618	44347 40808-48107	18844 15944-22118	3793 2658-5253	1708 1025-2682	2092 1450-2923
2006	61886 56880-67210	44087 39970-48508	17852 15534-20416	4285 2910-6090	2519 1443-4096	1539 1083-2122
2007	50638 46448-55102	27024 24028-30290	23733 20746-27028	5532 4297-7013	3974 3082-5043	1526 1019-2198

B: Biomass of adult males with a $CW \geq 95$ mm / Biomasse de mâles adultes avec une $LC \geq 95$ mm

R: Annual recruitment to the fishery / Recrutement annuel à la pêche

RB / BR: Residual biomass / Biomasse résiduelle

Table 6. Estimation (in numbers x 10⁶) of prerecruits (R-4, R-3, R-2 and R-1) in Area 12 based on trawl surveys, 1988 to 2007.

Tableau 6. Estimation (en nombre x 10⁶) des prérecrues (R-4, R-3, R-2 et R-1) dans la zone 12 basée sur les données du relevé au chalut, 1988 à 2007.

Survey Year / Année du relevé	R - 4	R - 3	R-2	R -1
1988	124.8	50.5	20.9	2.8
1989	161.3	136.8	69.9	15.8
1990	231.9	209.7	120.9	54.2
1991	130.8	140.7	151.9	53.0
1992	84.2	143.3	186.2	93.3
1993	34.6	113.1	140.1	127.8
1994	49.5	104.1	114.1	104.5
1995	51.7	52.3	67.6	54.0
1996				
1997	99.0	67.4	40.7	44.6
1998	123.6	73.7	37.8	38.3
1999	169.2	123.1	85.2	38.0
2000	182.9	128.7	66.5	49.0
2001	245.8	181.0	96.1	56.0
2002	140.1	196.6	153.2	74.5
2003	102.5	162.6	134.4	70.9
2004	57.4	88.3	106.5	107.5
2005	36.3	58.7	94.6	76.1
2006	35.0	35.0	45.5	70.0
2007	38.7	32.8	37.0	44.7

- R-4: adolescent ($69 > CW \geq 56$ mm) at the time of the survey / adolescent ($69 > LC \geq 56$ mm) au moment du relevé
- R-3: adolescent ($83 > CW \geq 69$ mm) at the time of the survey / adolescent ($83 > LC \geq 69$ mm) au moment du relevé
- R-2: adolescent ($CW \geq 83$ mm) at the time of the survey / adolescent ($LC \geq 83$ mm) au moment du relevé
- R-1: adult ($CW \geq 95$ mm) with a soft-shell at the time of the survey / adulte ($LC \geq 95$ mm) avec une carapace molle au moment du relevé

Table 7. Estimation (in numbers x 10⁶) of prerecruits (R-4, R-3, R-2 and R-1) in Area 19 based on trawl survey data, 1993 to 2007.

Tableau 7. Estimation (en nombre x 10⁶) des prérecrues (R-4, R-3, R-2 et R-1) dans la zone 19 basée sur les données du relevé au chalut, 1993 à 2007.

Survey Year/ Année du relevé	R - 4	R - 3	R-2	R -1
1993	0.3	1.4	3.0	2.6
1994	3.3	2.5	3.6	4.0
1995	4.0	3.3	4.1	2.2
1996	5.6	4.1	6.1	2.9
1997	3.7	5.9	6.5	5.5
1998	2.8	4.2	13.1	6.2
1999	3.8	5.3	7.0	3.5
2000	8.1	9.0	12.2	7.7
2001	8.1	7.7	12.0	5.7
2002	2.6	5.4	8.2	6.0
2003	4.0	3.5	5.1	7.5
2004	3.2	3.8	6.5	2.9
2005	4.3	2.7	8.5	2.6
2006	5.0	3.3	5.9	4.3
2007	2.4	3.2	8.6	5.9

- R-4: adolescent ($69 > CW \geq 56$ mm) at the time of the survey / adolescent ($69 > LC \geq 56$ mm) au moment du relevé
- R-3: adolescent ($83 > CW \geq 69$ mm) at the time of the survey / adolescent ($83 > LC \geq 69$ mm) au moment du relevé
- R-2: adolescent ($CW \geq 83$ mm) at the time of the survey / adolescent ($LC \geq 83$ mm) au moment du relevé
- R-1: adult ($CW \geq 95$ mm) with a soft-shell at the time of the survey / adulte ($LC \geq 95$ mm) avec une carapace molle au moment du relevé

Table 8. Biomass (t) (estimates, 95% confidence intervals) at the time of the survey of different categories of commercial-size ($CW \geq 95$ mm) male snow crab in Areas E and F, 1997 to 2007.

Tableau 8. Biomasse (t) (estimés, intervalles de confiance de 95%) au moment du relevé de différents stades de crabe des neiges mâle de taille commerciale ($LC \geq 95$ mm) dans les zones E et F, 1997 à 2007.

Year of survey / Année du relevé	Area / Zone E			Area / Zone F		
	B	R	RB/ BR	B	R	RB/ BR
1997	1456 635-2277	567 0-1197		513 178-848	411 0-989	
1998	2957 1916-4366	153 4-869	3225 2532-4047	1741 368-5217	1809 785-3589	582 39-2698
1999	1237 650-2145	213 18-915	1056 700-1532	1811 604-4241	1868 648-4271	908 288-2191
2000	551 246-1072	385 65-1277	193 69-434	2782 2192-3482	964 190-2986	934 679-1254
2001	750 296-1581	179 10-873	601 415-842	3803 2794-5059	2934 2266-3738	1158 744-1723
2002	919 458-1654	618 224-1374	292 188-434	3922 2991-5051	2837 1953-3987	1015 816-1248
2003	856 442-1505	310 80-839	586 343-937	3070 2137-4275	2306 1661-3120	794 335-1606
2004	867 462-1487	491 177-1096	433 236-733	2133 1270-3367	1502 786-2613	649 253-1380
2005	845 417-1534	635 338-1090	225 54-631	1923 1024-3303	1391 789-2278	535 153-1368
2006	368 45-1394	236 19-1037	236 72-584	562 74-2074	397 38-1643	266 60-769
2007	588 209-1326	208 28-759	426 217-757	1314 607-2494	1039 516-1880	302 71-859

B: Biomass of adult males with a $CW \geq 95$ mm / Biomasse de mâles adultes avec une $LC \geq 95$ mm

R: Annual recruitment to the fishery / Recrutement annuel à la pêche

RB / BR: Residual biomass / Biomasse résiduelle

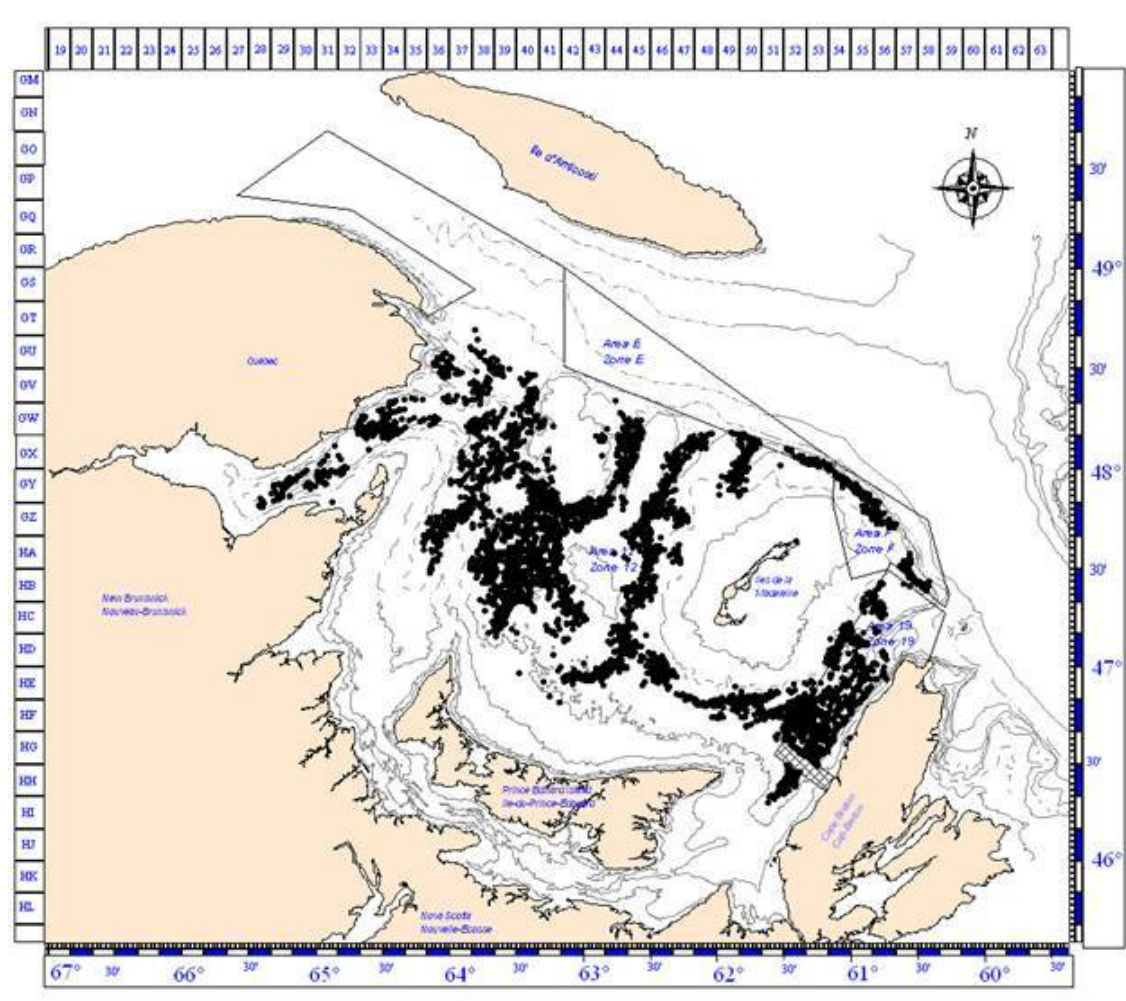


Figure 1. Southern Gulf of St. Lawrence snow crab (*Chionoecetes opilio*) management areas and locations of traps sampled aboard commercial vessels during the 2007 fishing season.

Zones de gestion pour les pêcheries de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent et positions des casiers échantillonnés à bord des bateaux commerciaux durant la pêche de 2007.

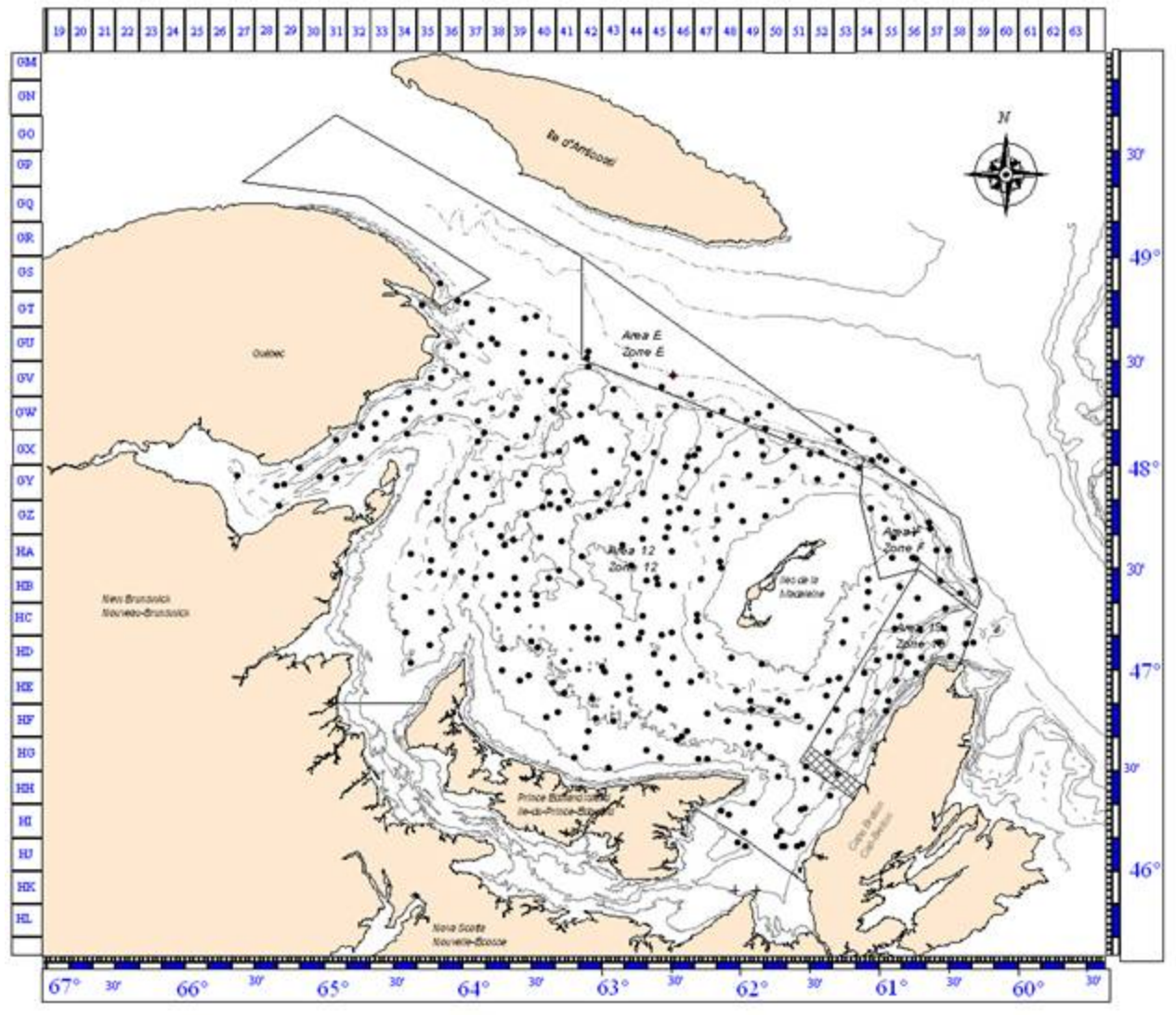


Figure 2. Locations of the 2007 trawl survey stations in the southern Gulf of St. Lawrence snow crab fishing areas.
 Positions des stations du relevé au chalut de 2007 dans les zones de pêche au crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent.

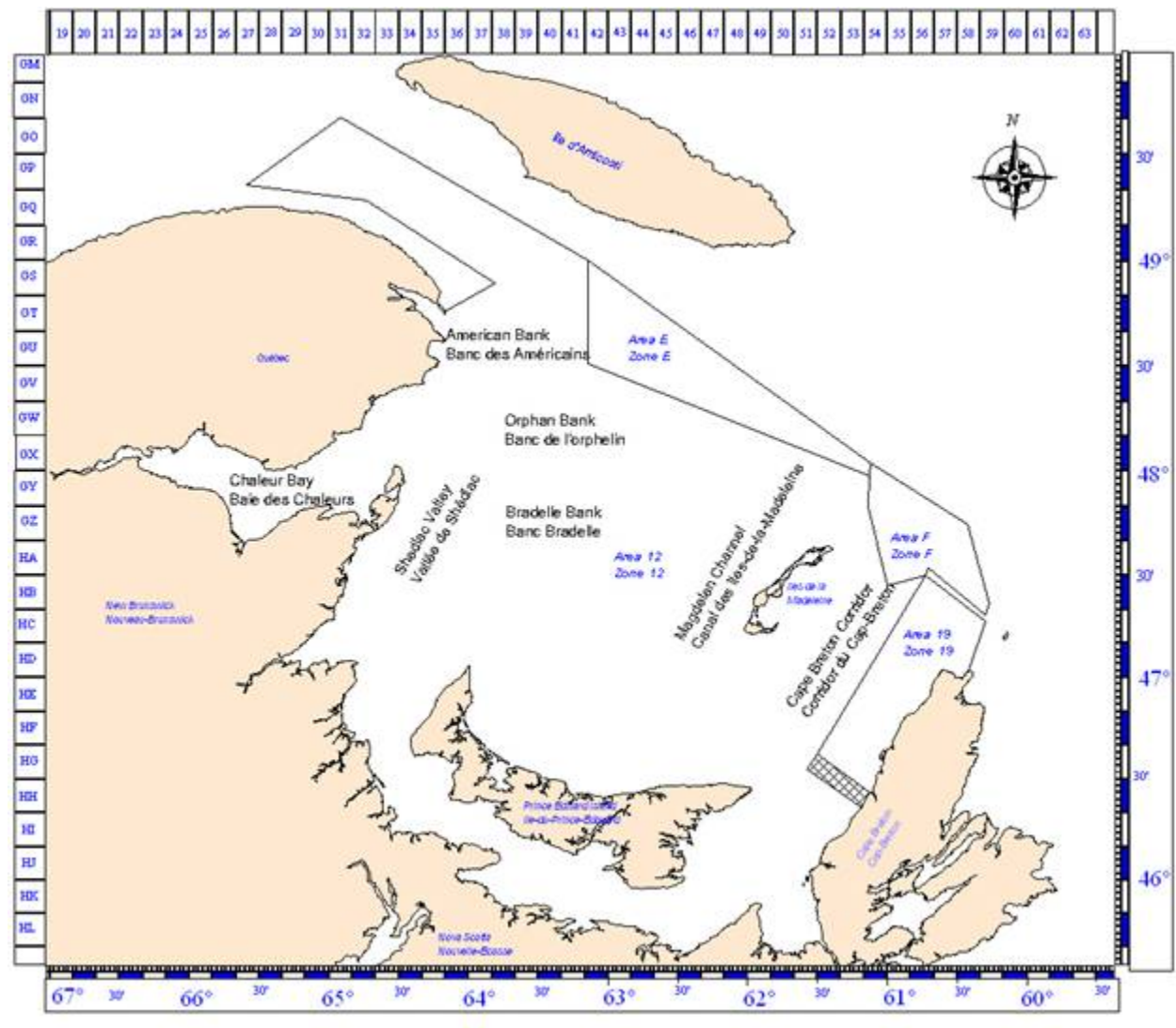


Figure 3. Locations of fishing grounds in the southern Gulf of St. Lawrence.
Lieux des fonds de pêches dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

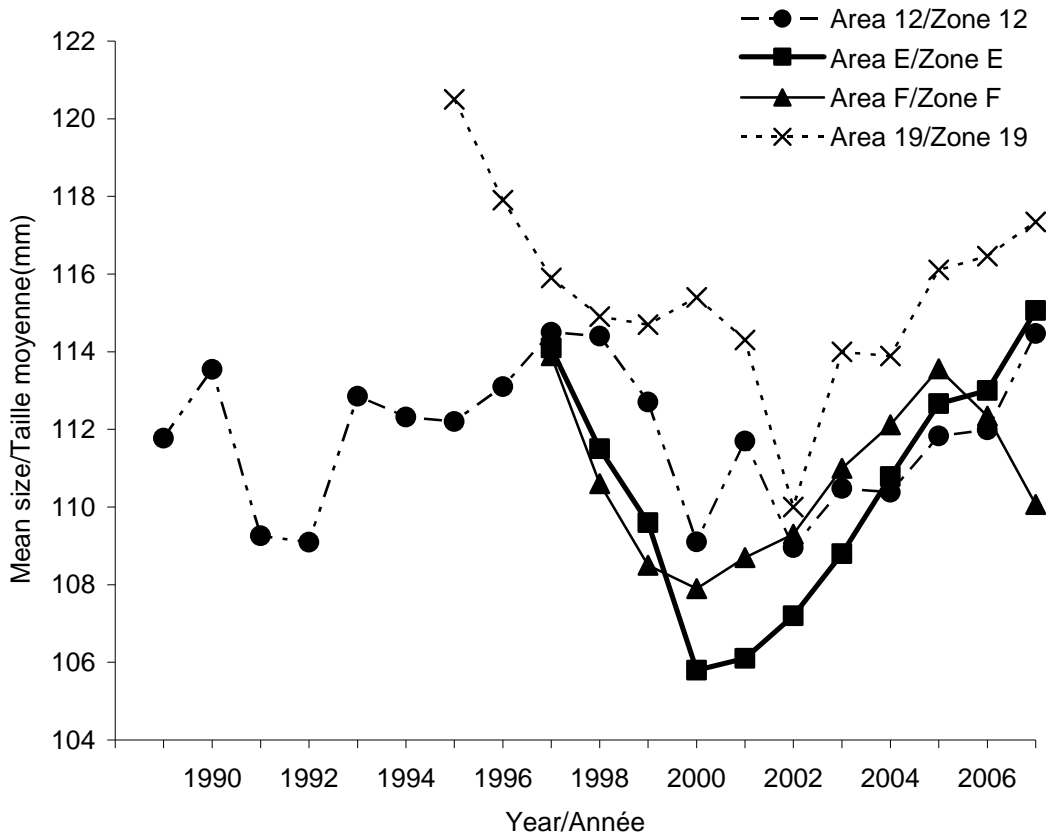


Figure 4. Annual mean size of commercial-sized adult males in catches in Areas 12, 19, E and F since 1989.

Taille moyenne annuelle des mâles de taille commerciale dans les prises dans les zones 12, 19, E et F depuis 1989.

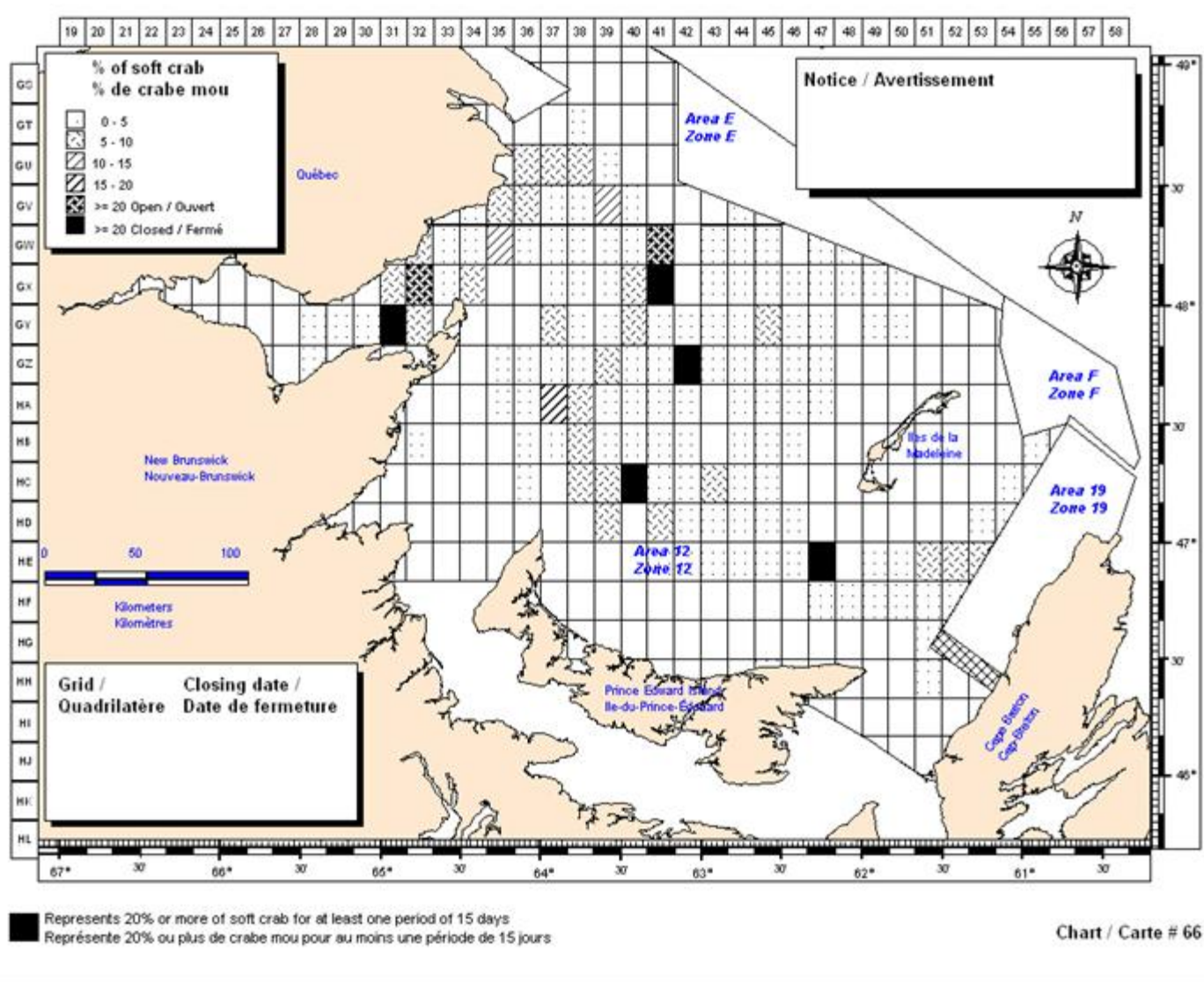


Figure 5. Seasonal report of percentage of soft-shelled males in snow crab Area 12 for the 2007 season.
 Rapport saisonnier des mâles à carapace molle dans la zone 12 pour la saison de pêche de 2007.

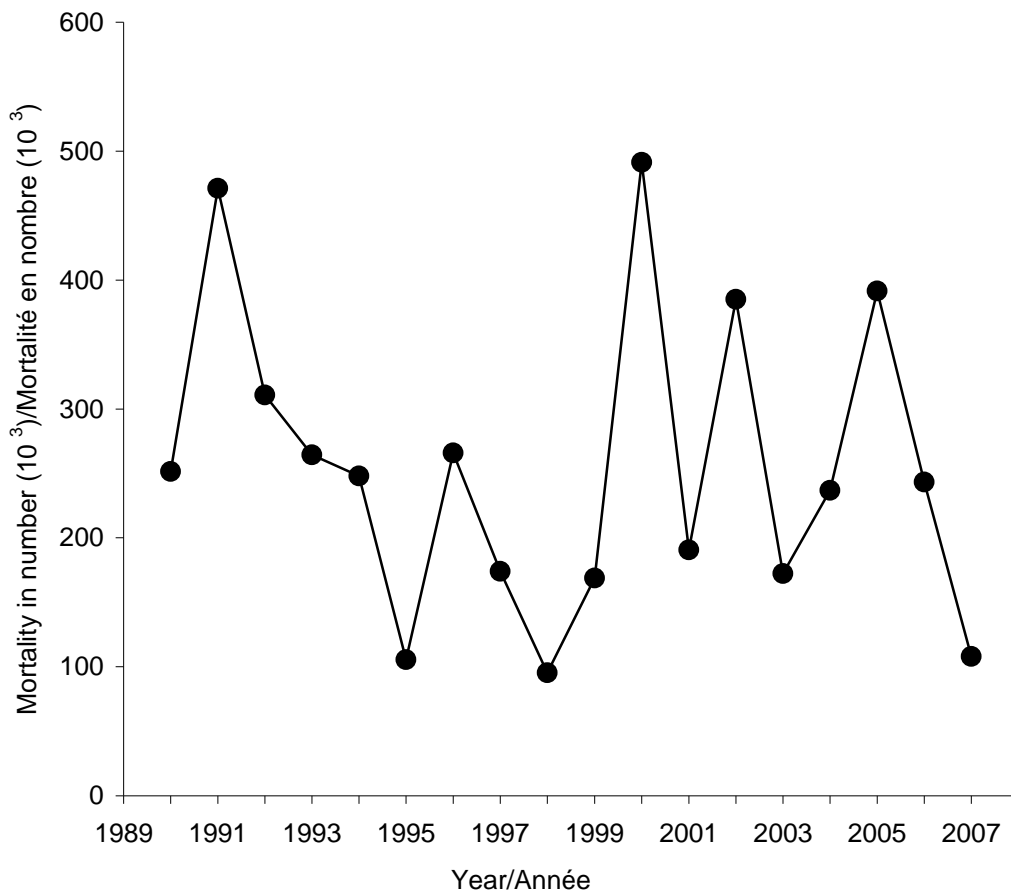


Figure 6. Annual discard mortality of soft-shelled males during fishing activities since 1990, based on a mortality percentage of 14.3 % (Dufour et al. 1997).

Mortalité annuelle causée par la pêche des mâles à carapace molle durant les activités de pêche depuis 1990, basée sur un pourcentage de mortalité de 14,3 % (Dufour et al. 1997).

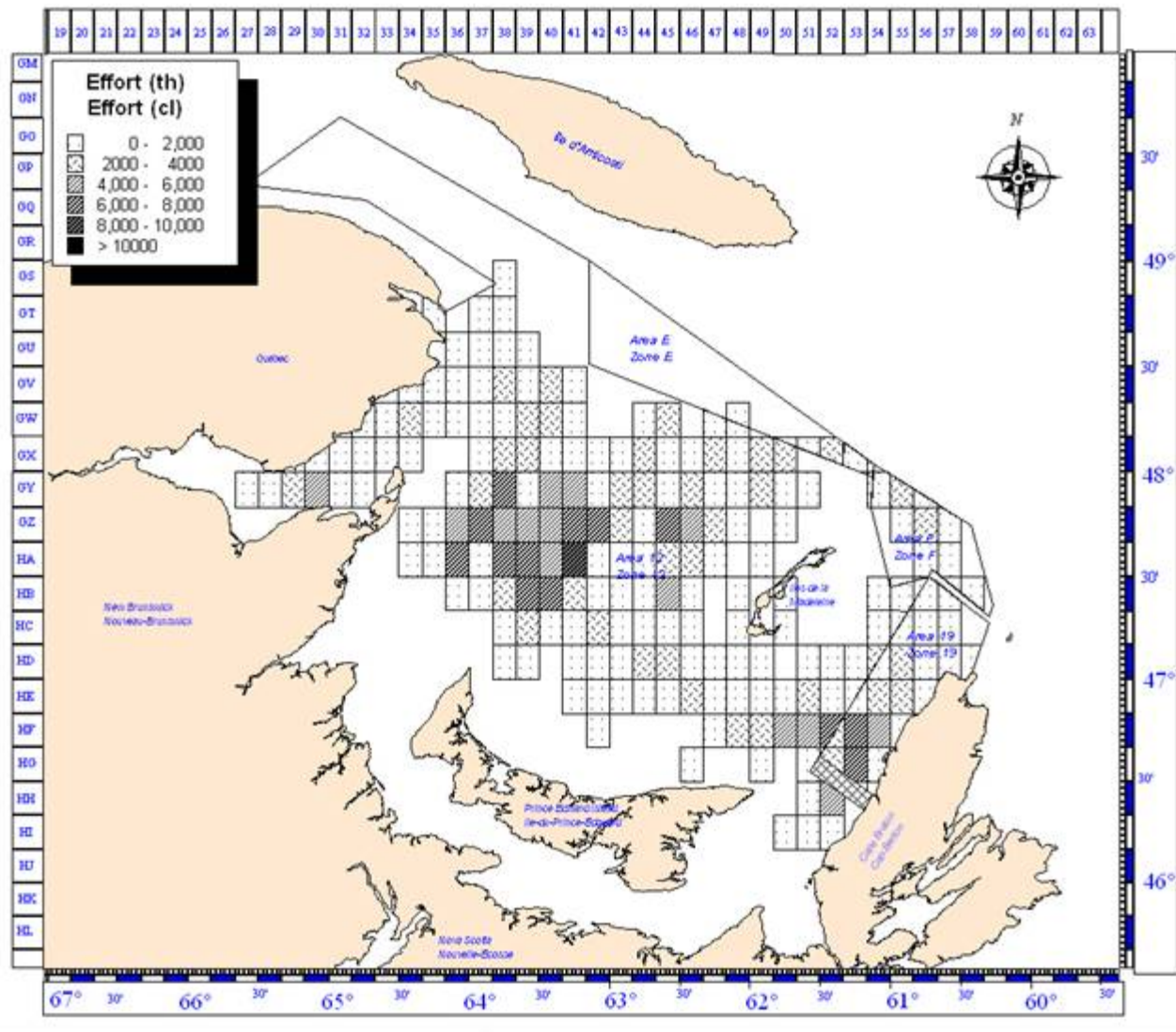


Figure 7. Geographic distribution of fishing effort (trap hauls) in snow crab fishing Areas 12, 19, E and F for the 2007 fishing season. Répartition géographique de l'effort de pêche (casiers levés) dans les zones 12, 19, E et F pour la saison de pêche de 2007.

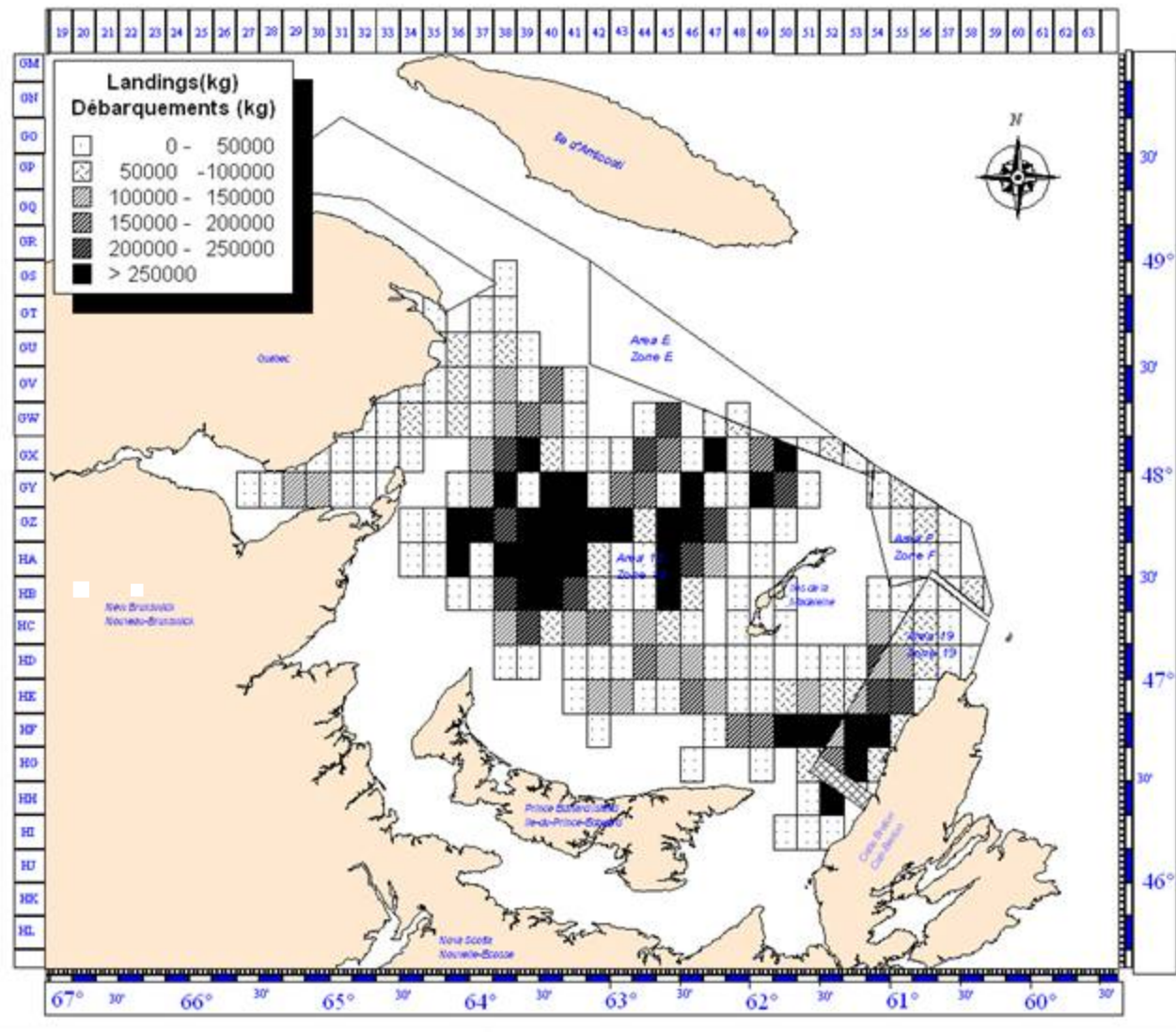


Figure 8. Geographic distribution of landings (kg) in snow crab fishing Areas 12, 19, E and F for the 2007 fishing season.
Répartition géographique des débarquements (kg) dans les zones 12, 19, E et F pour la saison de pêche de 2007.

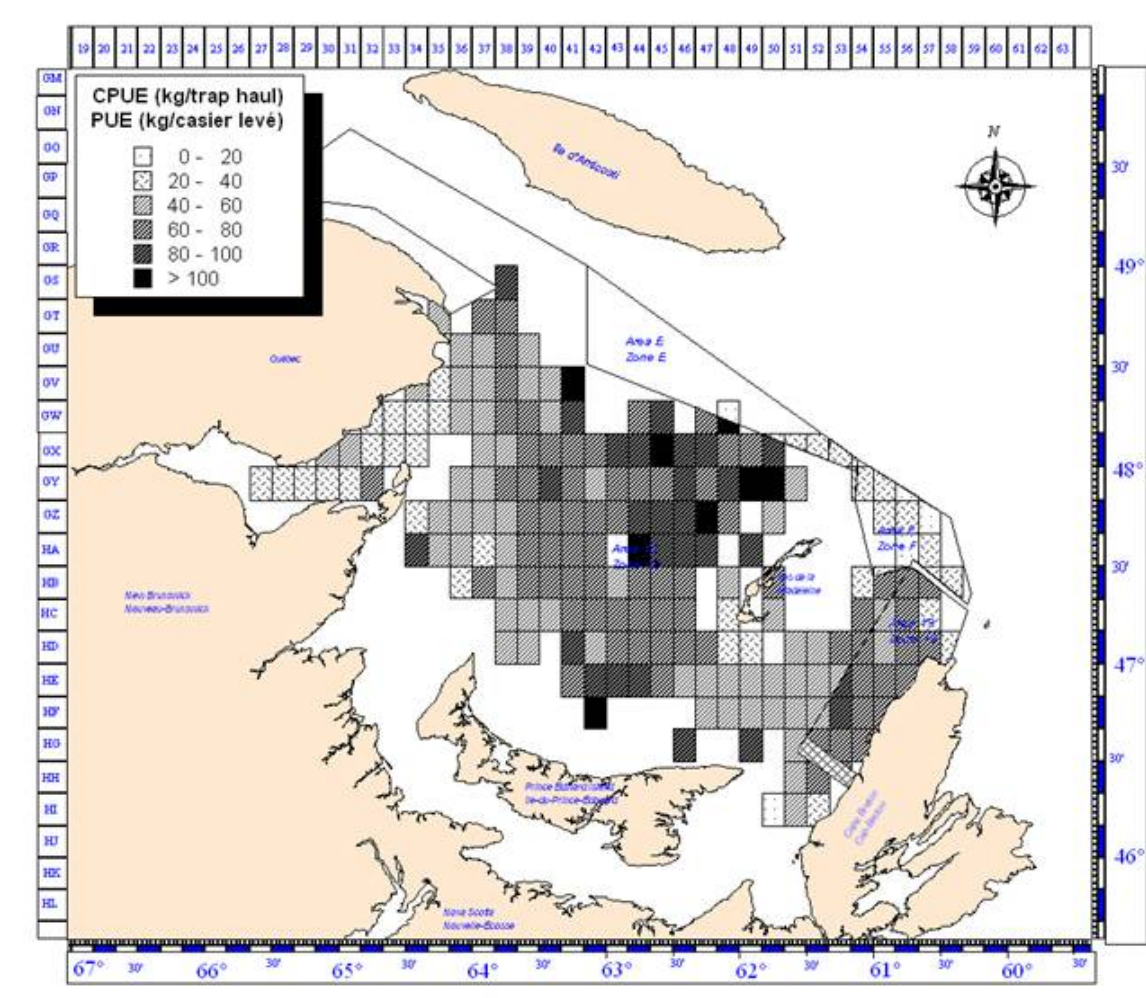


Figure 9. Geographic distribution of mean catch per unit of effort, CPUE (kg/th), in snow crab fishing Areas 12, 19, E and F for the 2007 fishing season.

Répartition géographique de la prise par unité d'effort, PUE (kg/cl), dans les zones 12, 19, E et F pour la saison de pêche de 2007.

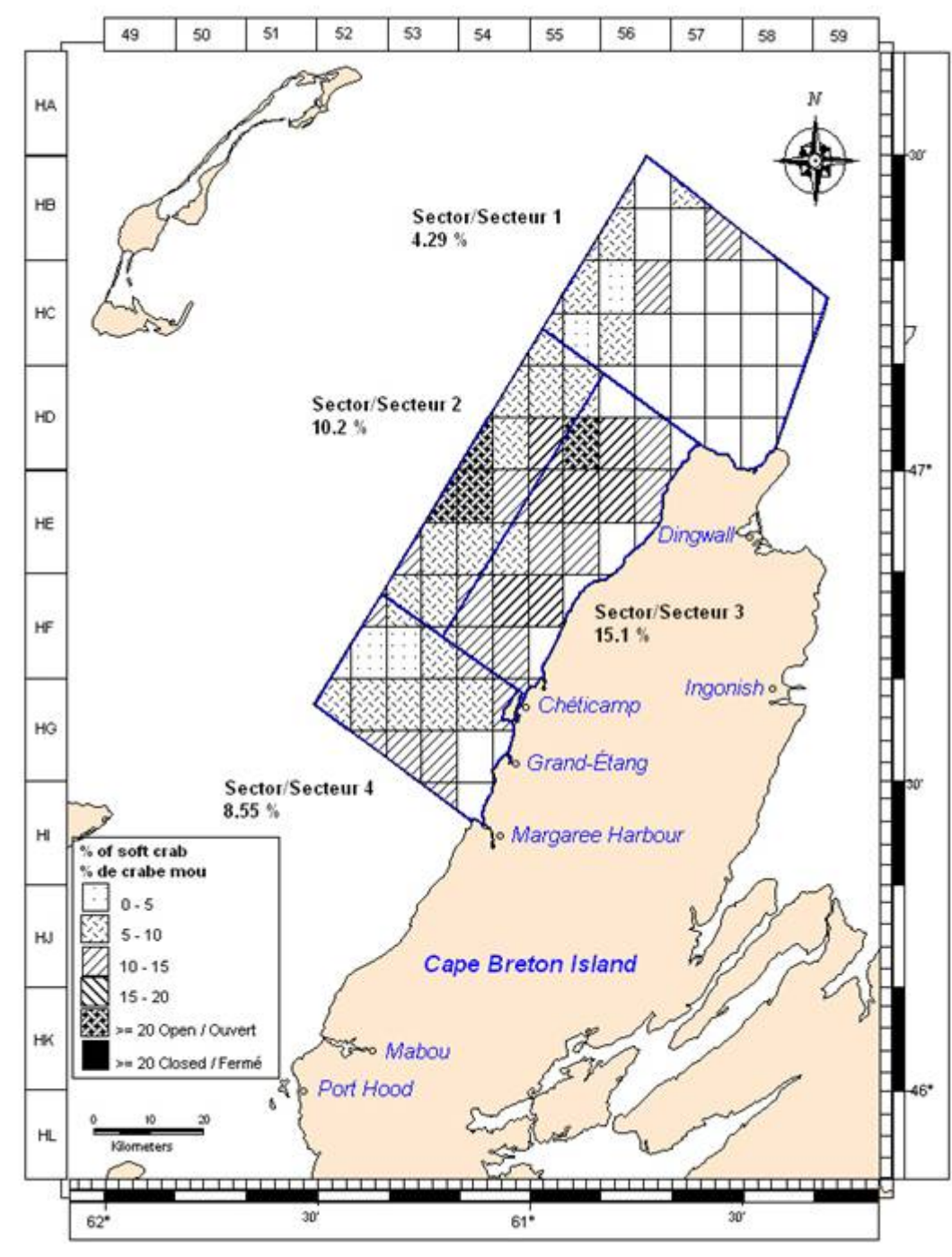


Figure 10. Percent white shelled crab relative to white shell crab protocol in Area 19 in 2007.
 Pourcentage de crabes blancs relativement au protocole de crabes blancs dans la zone 19 en 2007.

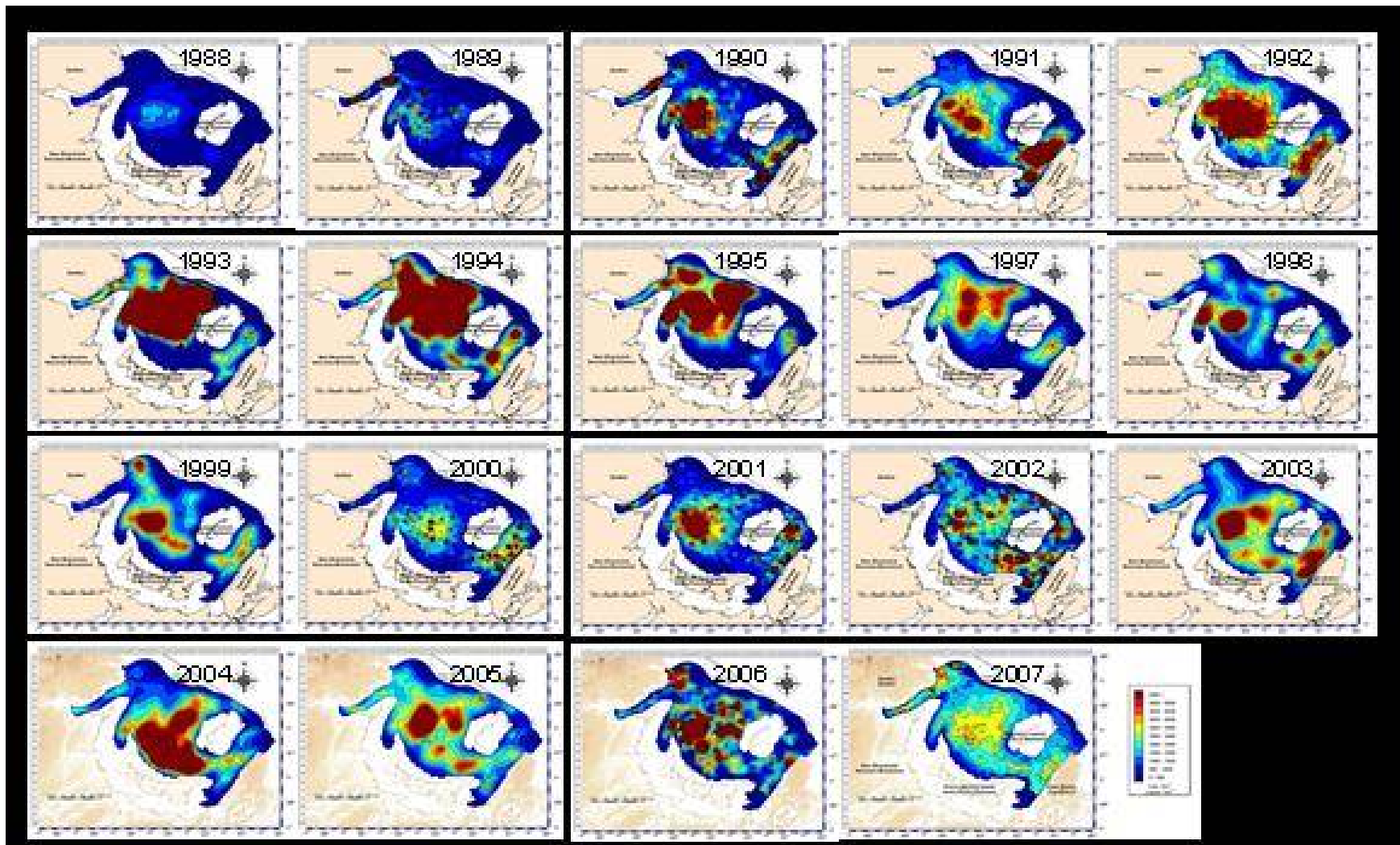


Figure 11. Density contours for adult males ≥ 95 mm CW based on the trawl surveys from 1988 to 2007 in the southern Gulf of St. Lawrence.
 Contours de densités des crabes adultes mâles ≥ 95 mm LC à partir des relevés au chalut effectués entre 1988 et 2007 dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

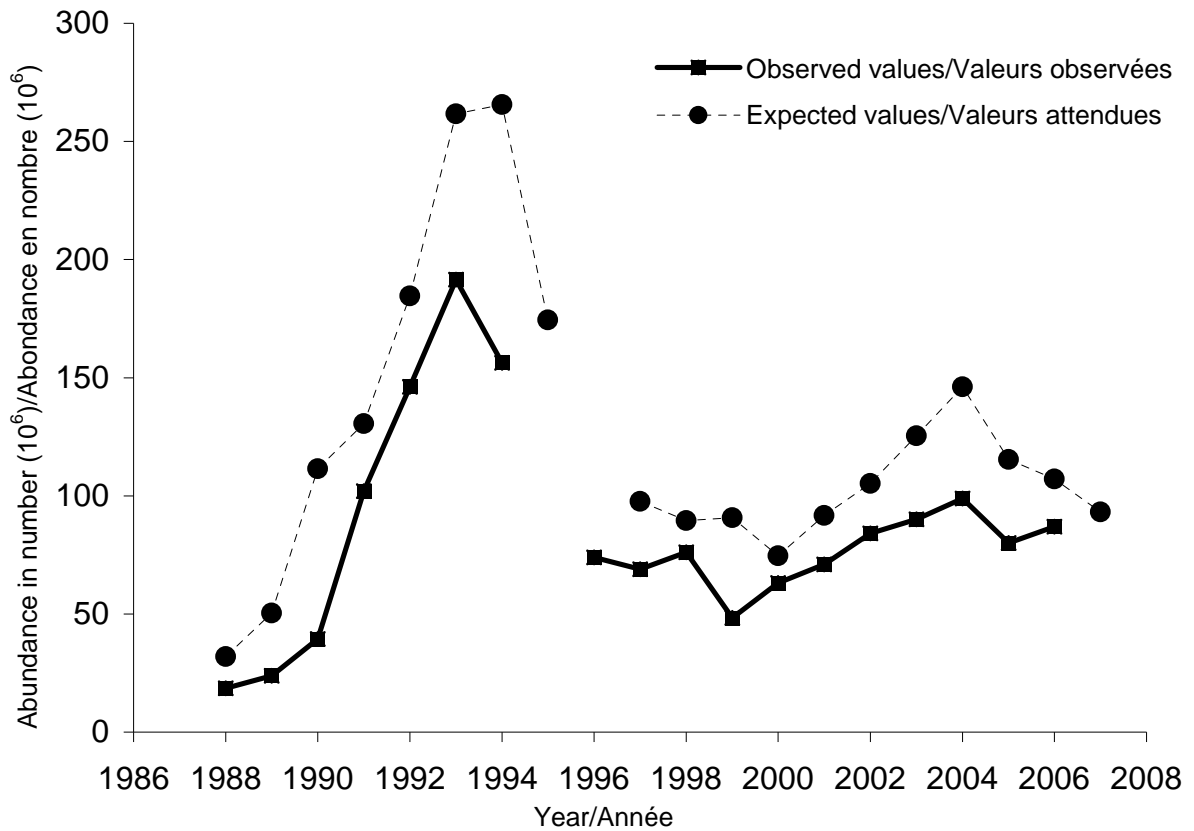


Figure 12. Difference between the observed and expected values of commercial-sized adult male abundances in the southern Gulf of St. Lawrence.
 Différence entre les valeurs observées et attendues de l'abondance des mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

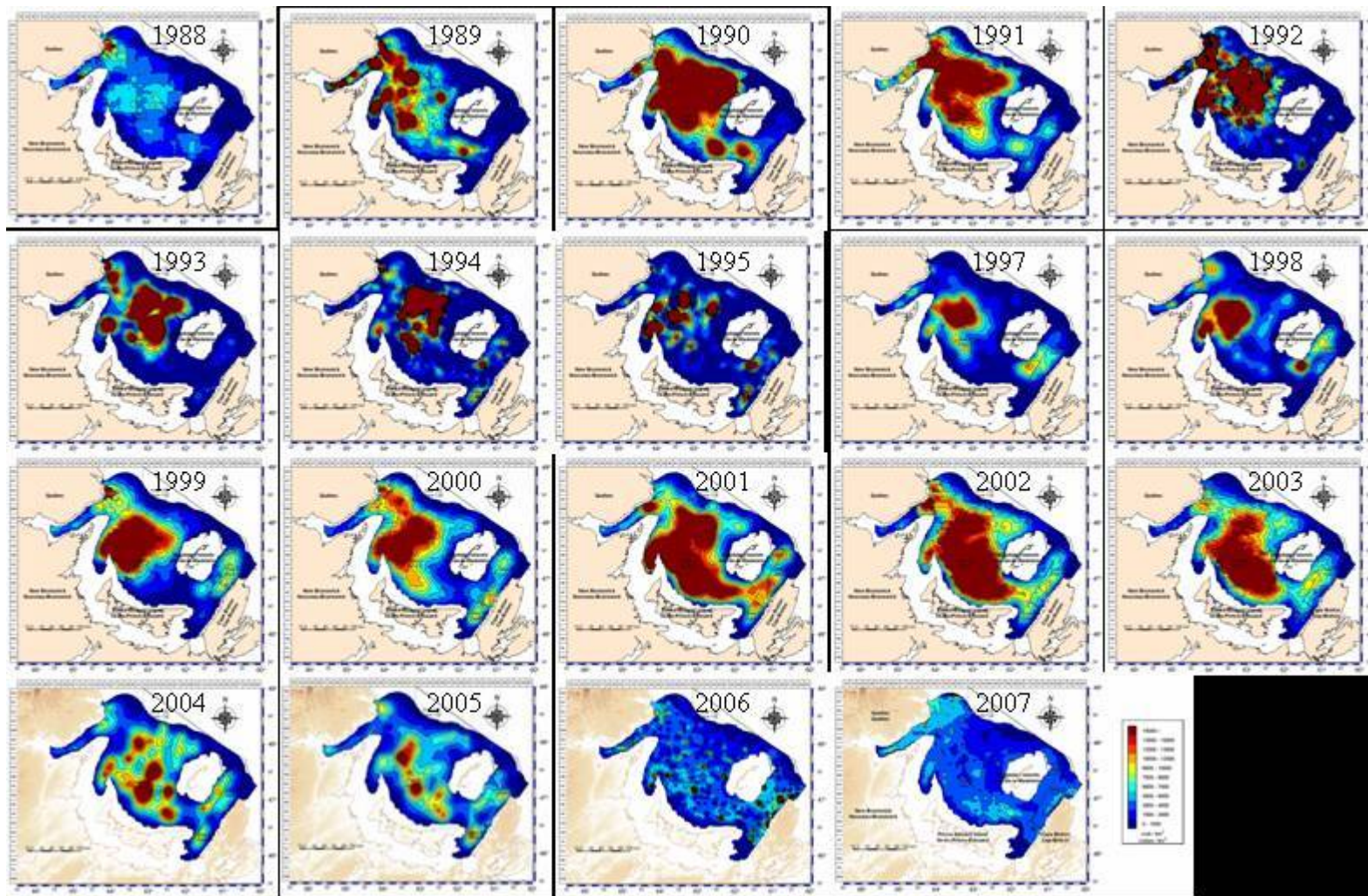


Figure 13. Density contours of adolescent males ≥ 56 mm CW based on the trawl surveys conducted in the southern Gulf of St. Lawrence since 1988.

Contours de densités des crabes adolescents mâles ≥ 56 mm LC à partir du relevé au chalut effectué dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis 1988.

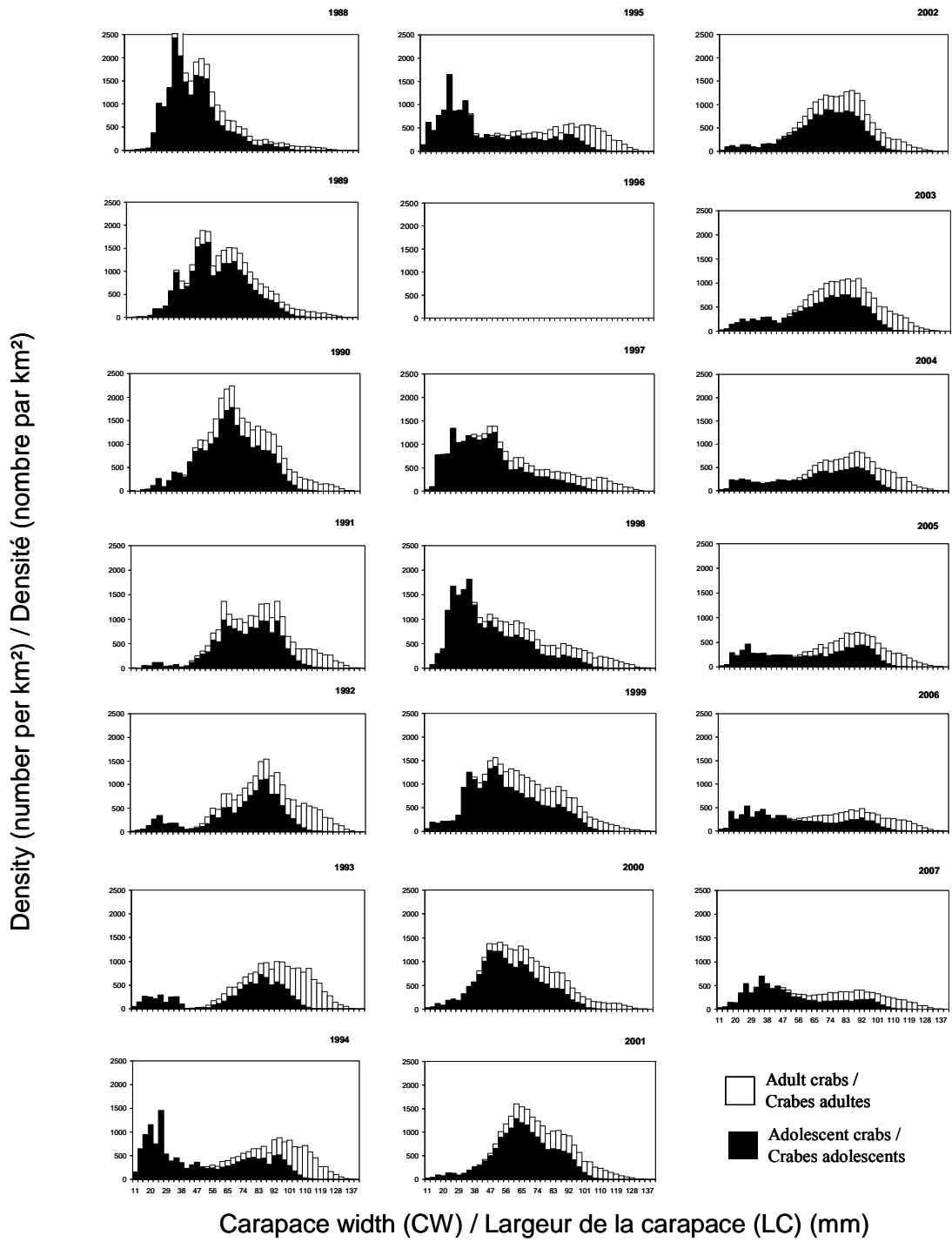


Figure 14. Size frequency distributions for male snow crabs collected during the trawl surveys, following the fishing season, in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2007.
 Distributions de fréquences de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut, après la saison de pêche, dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2007.

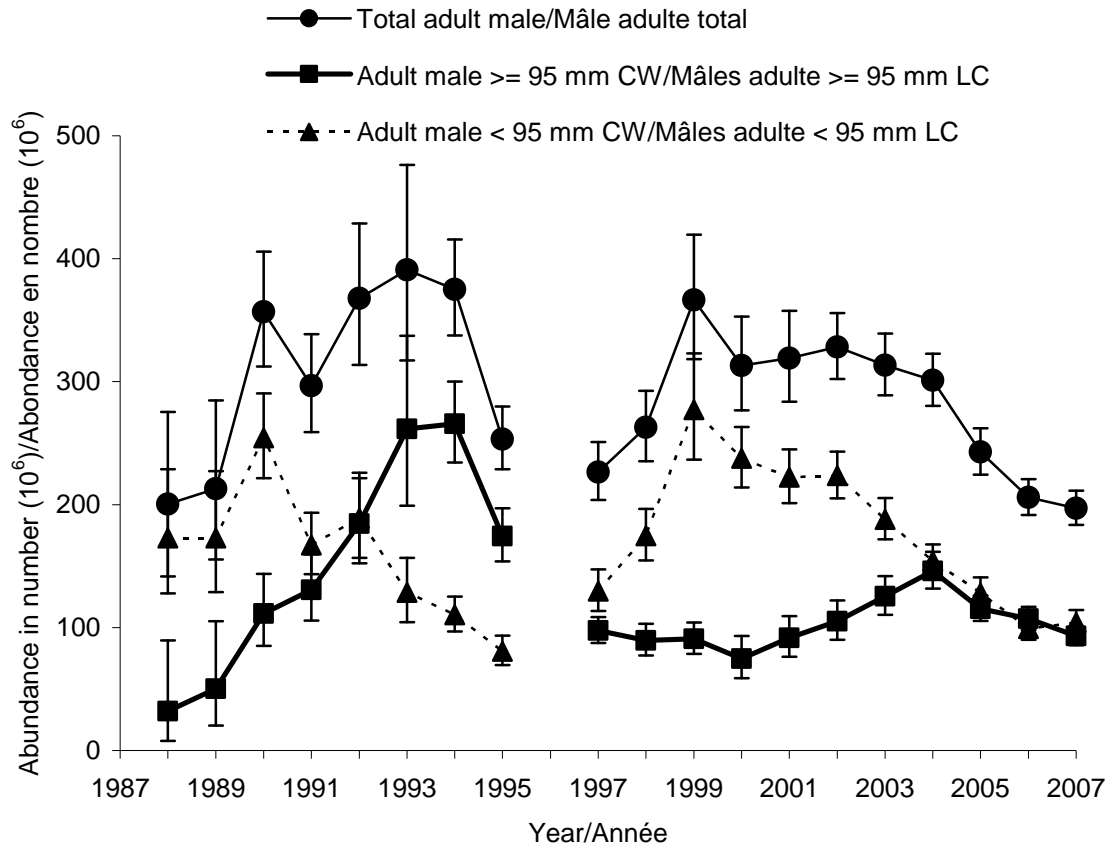


Figure 15. Estimated abundance, with 95% confidence intervals, of adult males observed during the trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence since 1988.

Abondance estimée, avec intervalles de confiance de 95%, des mâles adultes durant les relevés au chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis 1988.

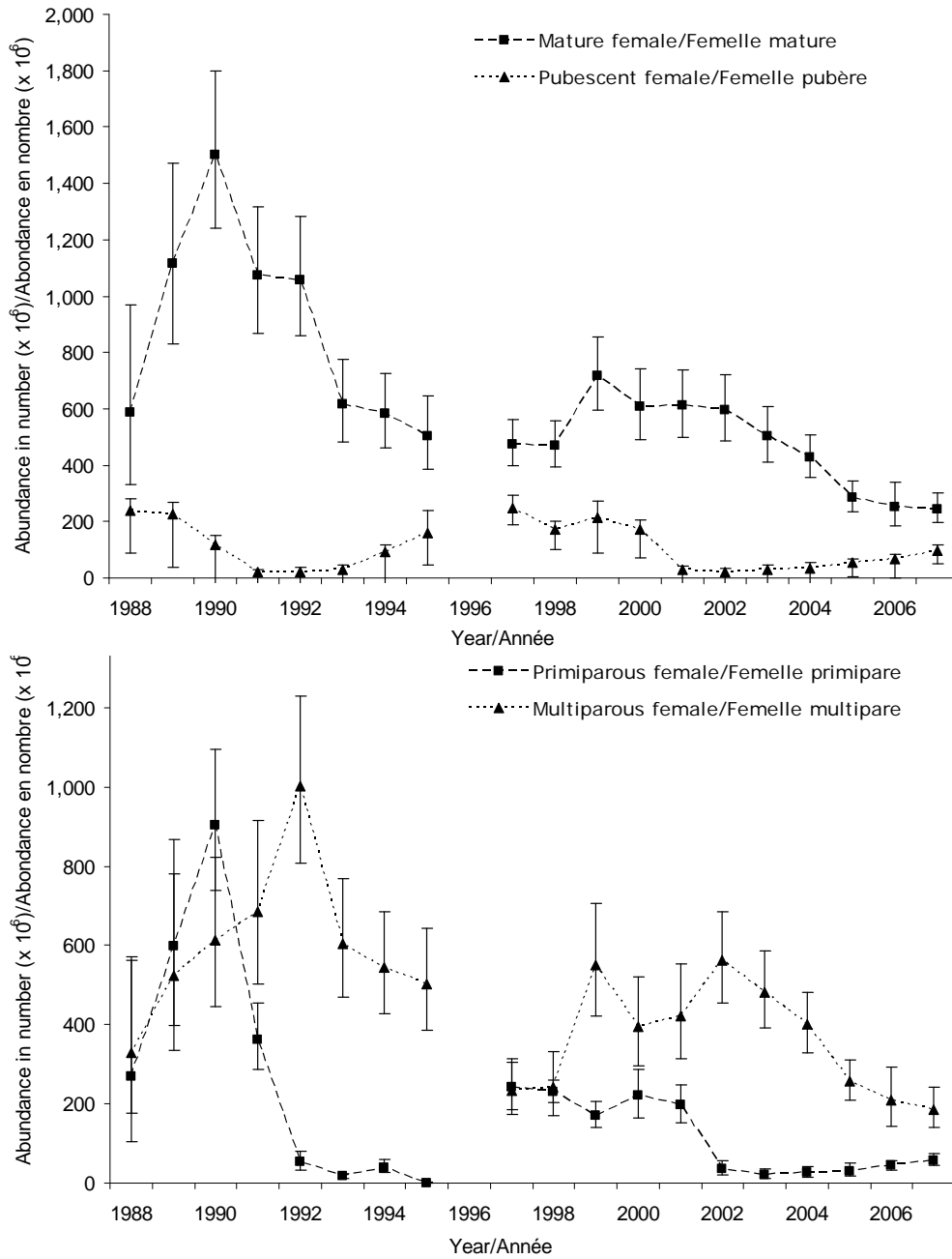


Figure 16. Annual abundance, with 95% confidence intervals, of pubescent, primiparous, multiparous and mature females in the southern Gulf of St. Lawrence since 1988.
 Abondance annuelle, avec intervalles de confiance de 95%, des femelles pubères, primipares, multipares et matures dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis 1988.

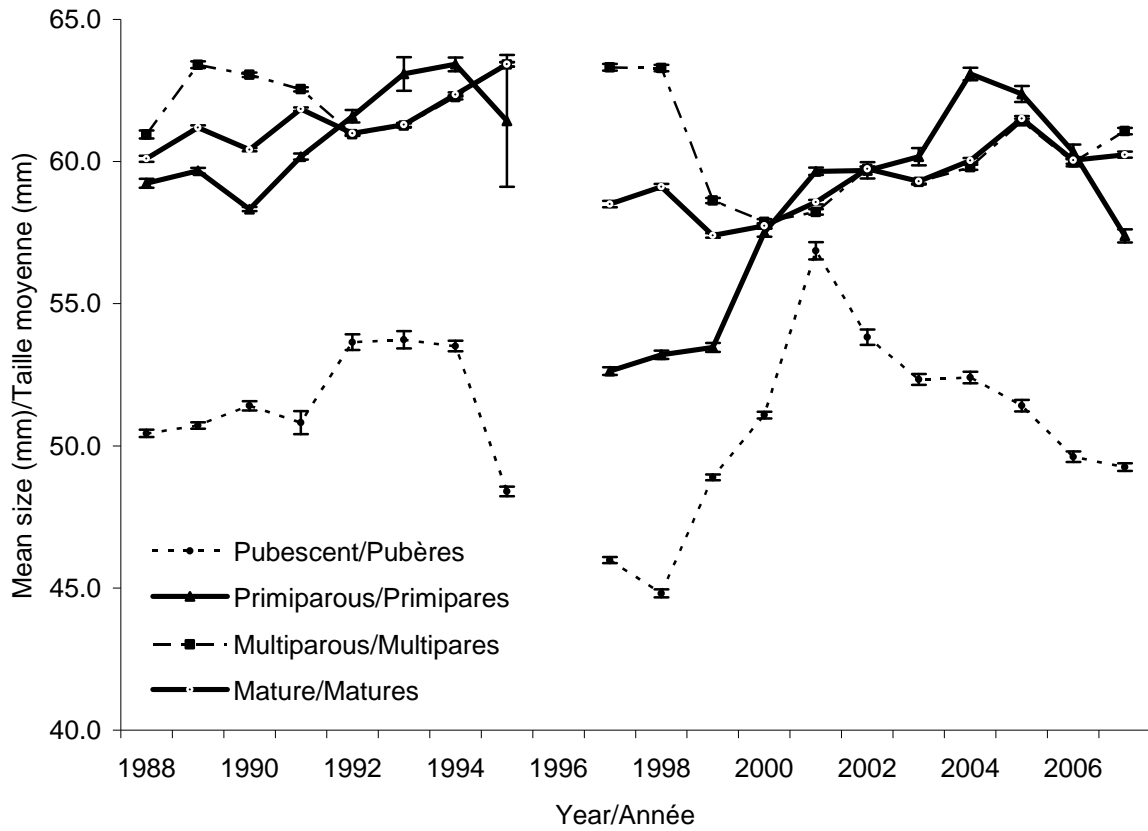


Figure 17. Mean size (mm), with standard errors (SE), of pubescent, primiparous, multiparous and mature females observed in the trawl surveys since 1988.

Taille moyenne (mm), avec erreurs standards (ES), des femelles pubères, primipares, multipares and matures observées dans les relevés au chalut depuis 1988.

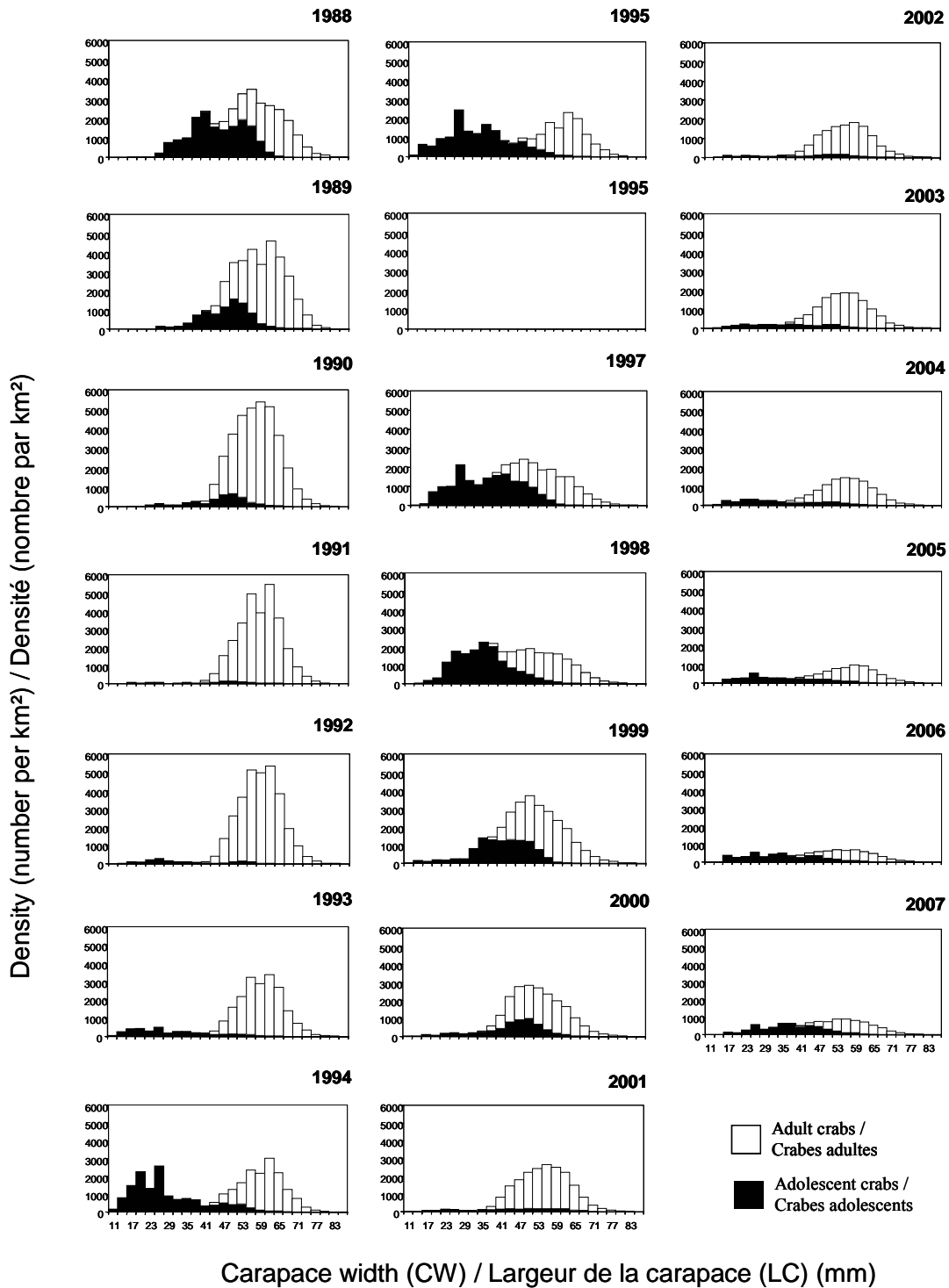


Figure 18. Size frequency distributions for female snow crabs collected during the trawl surveys, following the fishing season, in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2007.
 Distributions de fréquence des tailles des femelles de crabe des neiges capturées lors des relevés au chalut, après la pêche, dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2007.

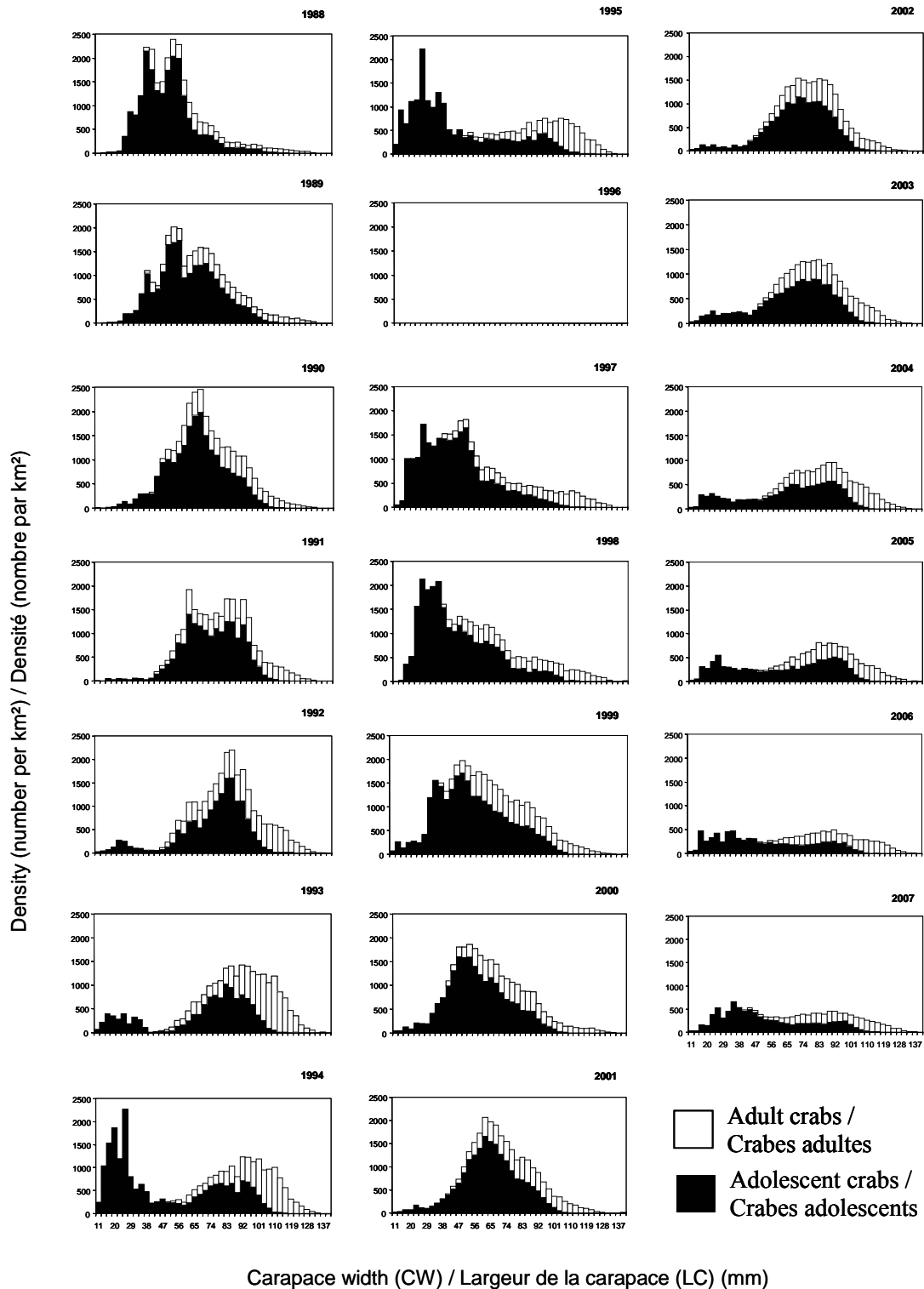


Figure 19. Size frequency distributions for male snow crabs collected during the trawl surveys in Area 12 following the fishing season from 1988 to 2007.

Distributions de fréquences de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone 12 après la saison de pêche entre 1988 et 2007.

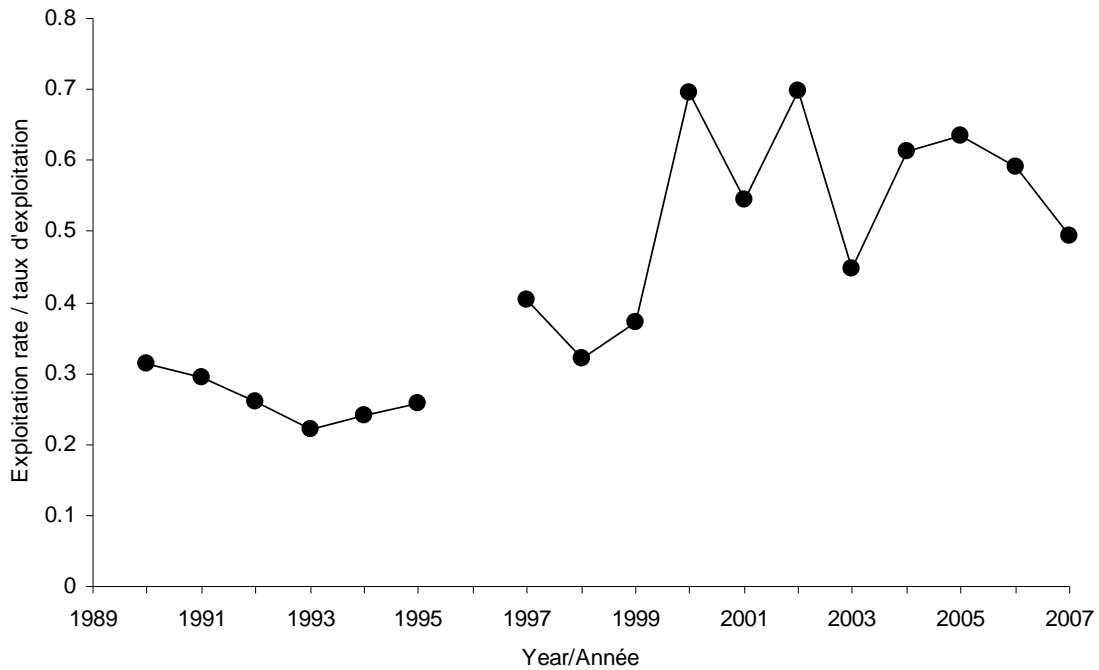


Figure 20. Empirical exploitation rate based on the ratio of the landings during the year and the sum of the landings and the residual biomass of the same year in Area 12 since 1990.
 Taux d'exploitation empirique basé sur le ratio entre les débarquements au cours de l'année et la somme des débarquements et de la biomasse résiduelle de la même année dans la zone 12 depuis 1990.

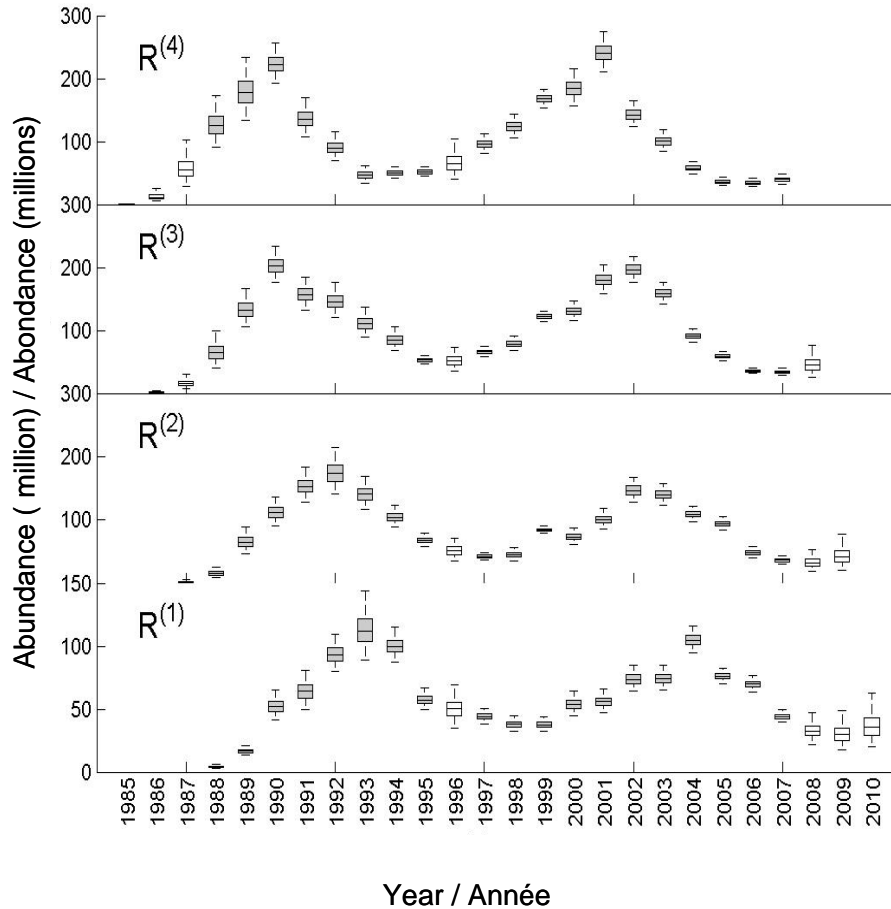


Figure 21. Box plots of recruitment abundance for $R(j)$, where $j = 1, \dots, 4$ years until recruitment to the fishery. The middle horizontal line shows the posterior median, the boxes define the interquartile range, and the whiskers show the 95% credibility interval (2.5% and 97.5% percentile values). Shaded boxes are empirically derived while white boxes are estimated from the model.

Graphique démontrant les abondances de recrutement pour $R(j)$, où $j = 1, \dots, 4$ années avant le recrutement à la pêche. La ligne horizontale du milieu démontre la médiane, les boîtes démontrent les quartiles, et les moustaches démontrent les intervalles de confiance à 95%. Les boîtes grises représentent les données observées tandis que les boîtes blanches représentent les estimés déduites du modèle.

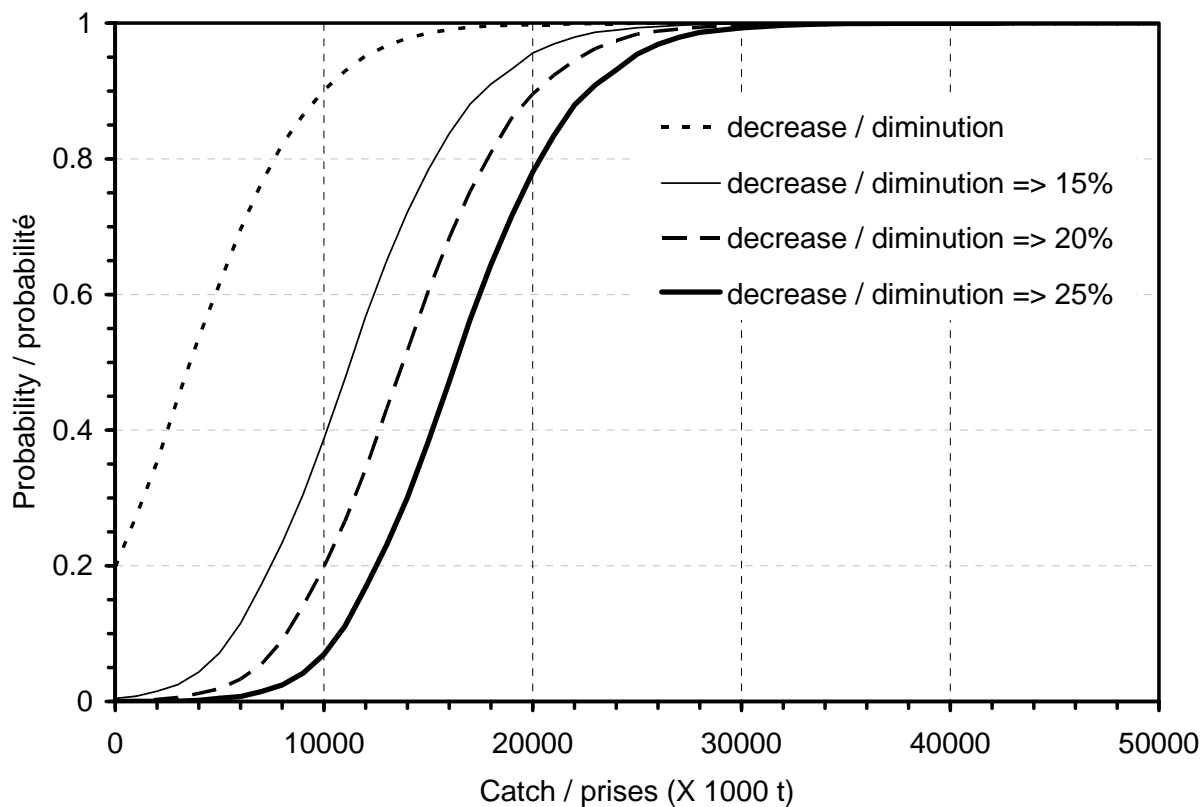


Figure 22. Risk analysis of a decrease in commercial biomass post-fishery in 2008 relative to post-fishery in 2007 for different catch options (t) for the 2008 fishery in Area 12. Probability profiles are shown for a decrease in biomass, of a decrease of at least 15%, of a decrease of at least 20%, and of a decrease of at least 25%.

Analyse de risque d'une diminution de la biomasse commerciale après la pêche de 2008 par rapport à la biomasse après la pêche de 2007 pour différentes options de captures (t) pour la pêche de 2008 dans la zone 12. Les profiles de probabilité sont calculés pour une diminution de la biomasse, d'une diminution d'au moins 15%, d'une diminution d'au moins 20%, et d'une diminution d'au moins 25%.

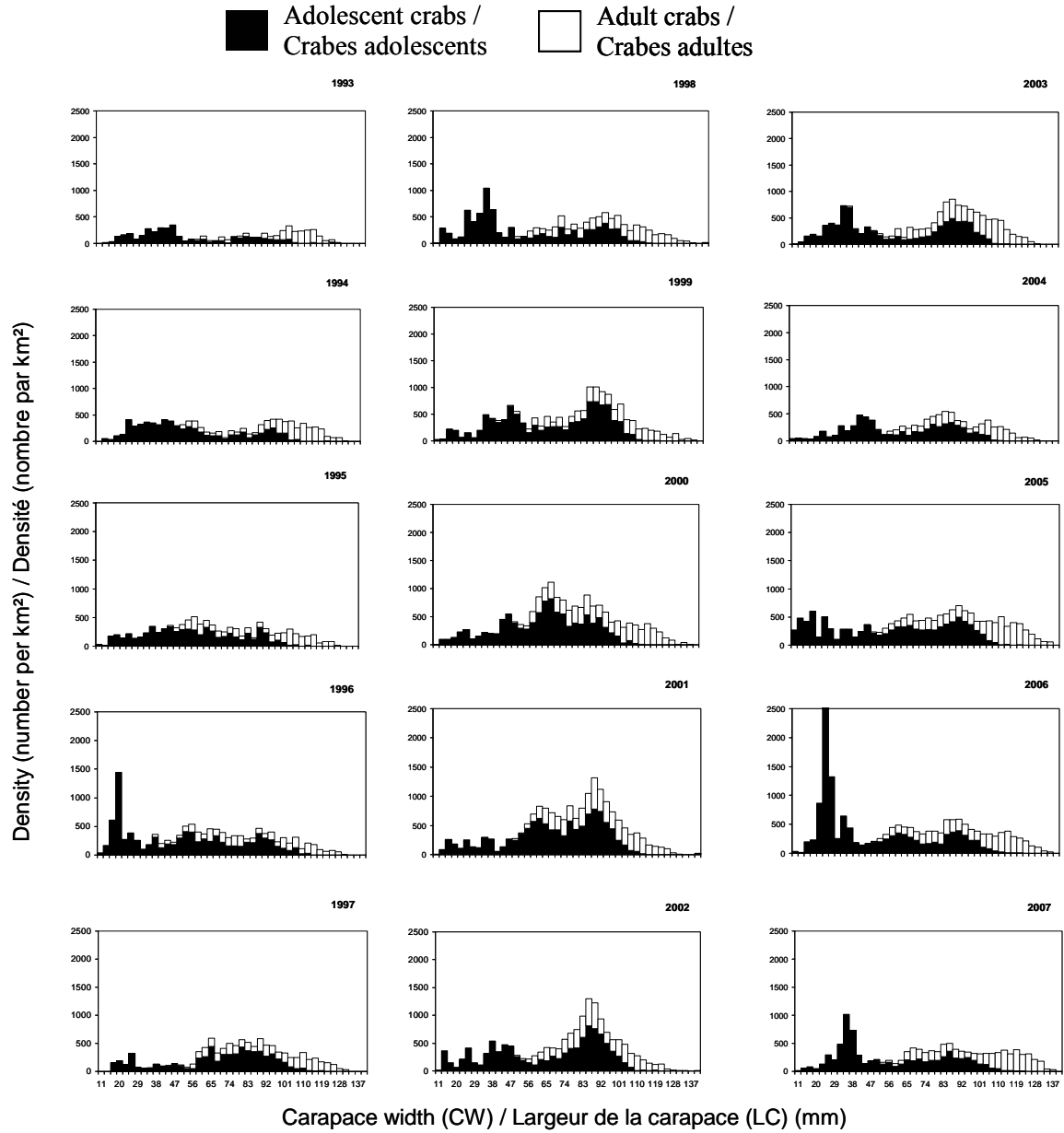


Figure 23. Size frequency distributions for male snow crabs collected during the trawl surveys in Area 19 following the fishing season from 1993 to 2007.

Distributions de fréquences de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone 19 après la saison de pêche entre 1993 et 2007.

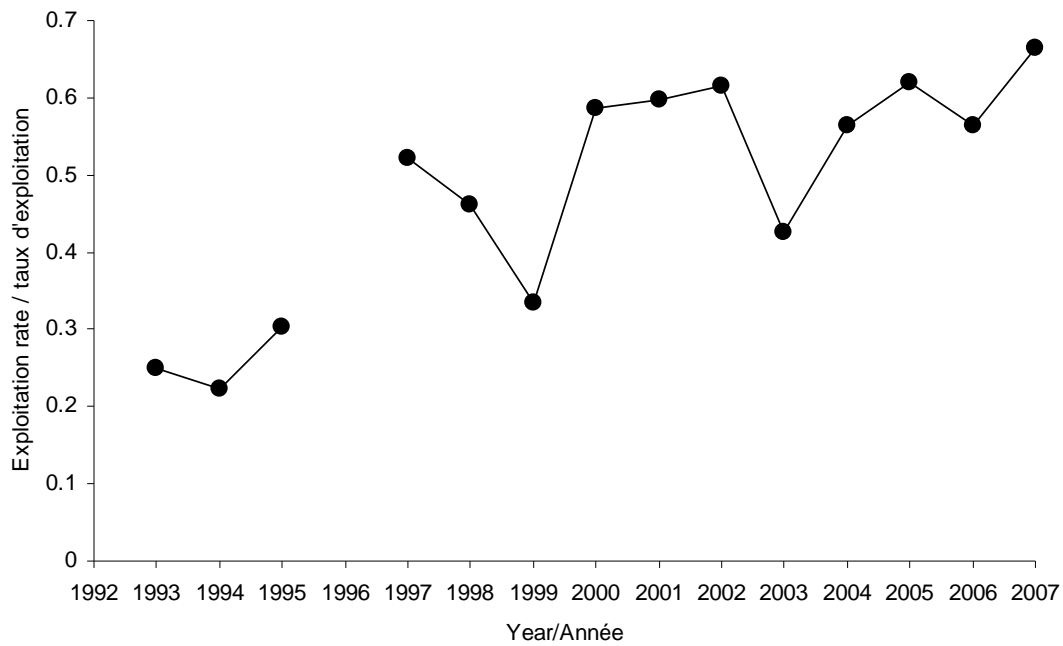


Figure 24. Empirical exploitation rates based on the ratio between the landings during the year and the sum of the landings and the residual biomass of the same year for Area 19 since 1993.

Taux d'exploitation empirique dans la zone 19 calculé selon le ratio entre les débarquements au cours de l'année et la somme des débarquements et de la biomasse résiduelle de la même année dans la zone 19 depuis 1993.

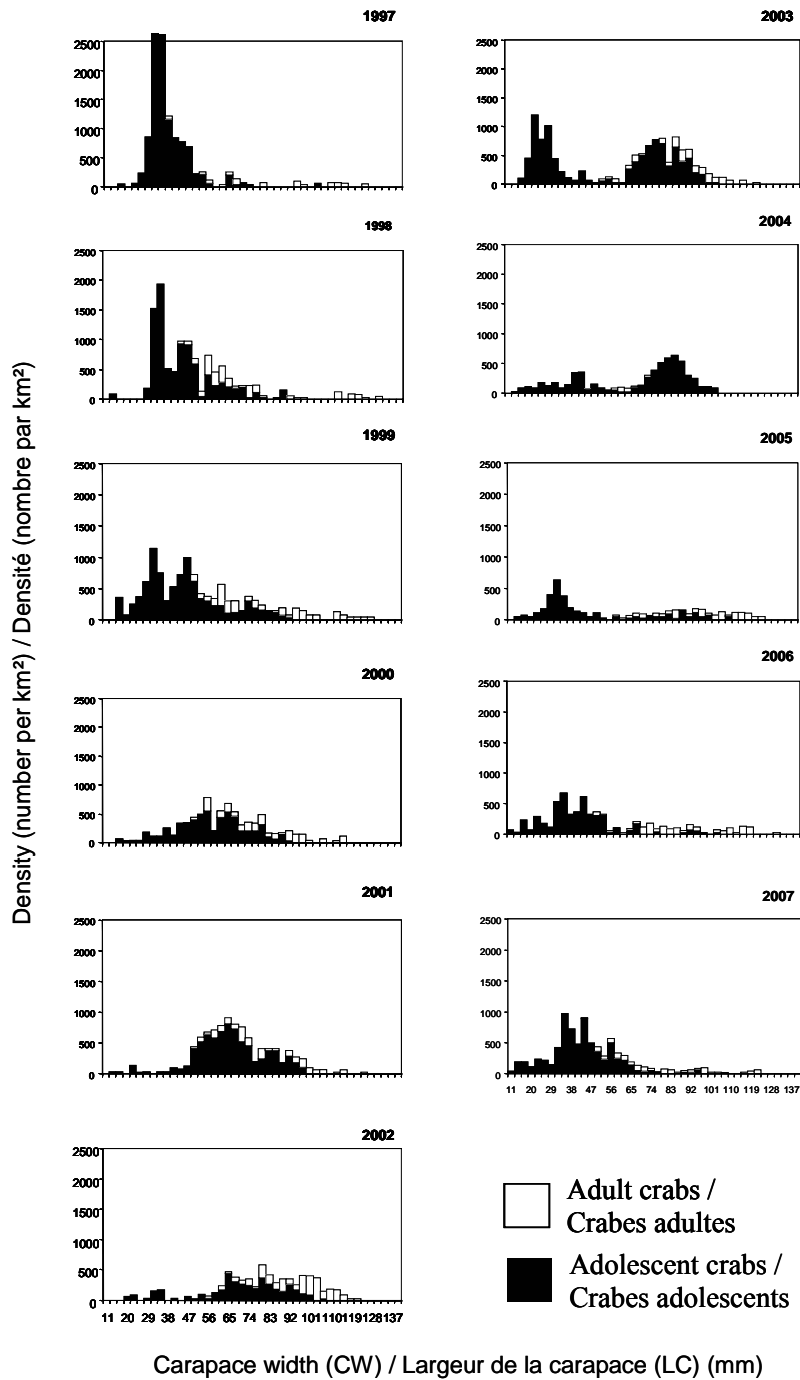


Figure 25. Size frequency distributions for male snow crabs collected during the trawl surveys in Area E following the fishing season since 1997.
Distributions de fréquences de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone E après la saison de pêche depuis 1997.

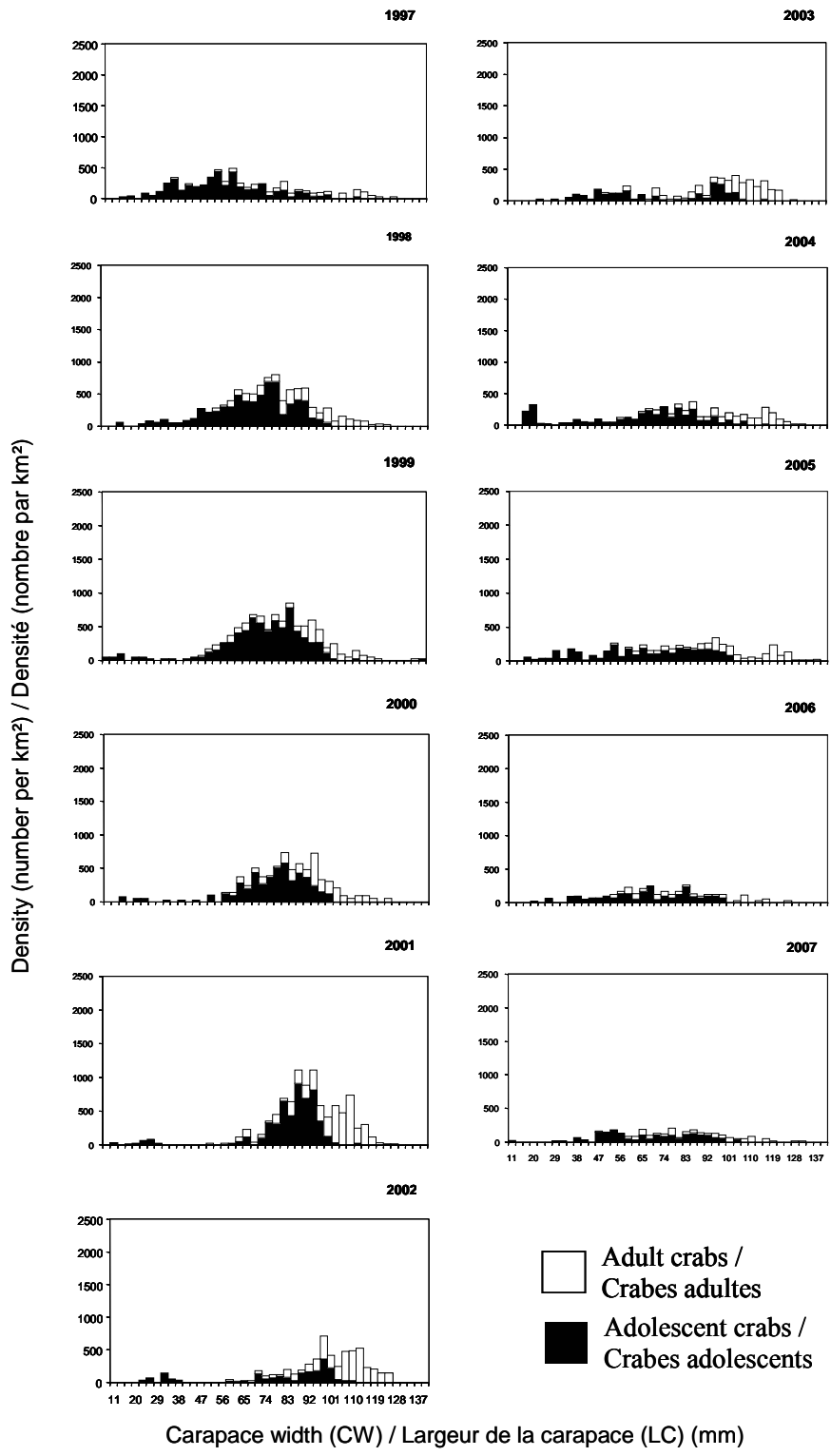


Figure 26. Size frequency distributions for male snow crabs collected during the trawl surveys in Area F following the fishing season since 1997.

Distributions de fréquences de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone F après la saison de pêche depuis 1997.