Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences

C S A S | **S C C S**

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

Research Document 2010/091 | **Document de recherche 2010/091**

The 2009 assessment of snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F)

Évaluation de stock de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) en 2009

M. Hébert, E. Wade, M. Biron, P. DeGrâce, J.-F. Landry 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 aquatic resources and ecosystems in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

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

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

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

This document is available on the Internet at:
Ce document est disponible sur l'Internet à:
http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

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

Table of Contents / Table des Matières

ABSTRACT v
RÉSUMÉ vi
1.0 INTRODUCTION / INTRODUCTION 1
2.0. Synopsis of Snow Crab Biology / Aperçu de la biologie du crabe des neiges 3
3.0. METHODS / MÉTHODES 5
3.1. Logbooks and purchase slips / Carnets de bord et bordereaux d'achat 5
3.2. Sea and port sampling / Échantillonnage en mer et au port 5
3.2.1. Sea sampling / Échantillonnage en mer 6
3.2.2. Port sampling / Échantillonnage au port 6
3.2.3 Soft-shelled crab and white crab protocol monitoring / Suivi des protocoles de crabes à carapace molle et crabes blancs 7
3.2.4. Evaluation of effectiveness of soft-shelled crab protocol for Area 12 / Évaluation de l'efficacité du protocole de crabes à carapace molle dans la zone 12 8
3.3. Trawl Survey Biomass Estimation / Évaluation de l'indice de la biomasse du relevé au chalut 9
3.3.1. Trawl survey in 2009 / Relevé au chalut en 2009 9
3.3.2. Biological sampling / Échantillonnage biologique 11
3.3.3. Estimation of snow crab abundance / Estimation de l'abondance de crabe des neiges 11
3.4. Estimation of the annual mortality (*Z*) and exploitation rate / Estimation de la mortalité annuelle (*Z*), et taux d'exploitation 13
3.5. Risk analysis and catch options / Analyse de risque et options de capture 14
4.0. RESULTS AND DISCUSSION / RÉSULTATS ET DISCUSSION 15
4.1. Fishery performance / Performance de la pêche 15
4.1.1. Area 12 / Zone 12 15
4.1.2. Area 19 / Zone 19 17
4.1.3. Area 12E / Zone 12E 18
4.1.4. Area 12F / Zone 12F 20
4.1.5. Relevance of CPUE as index of fishery performance / Pertinence des PUE comme indice de la performance de la pêche 21
4.2. Estimates of biomass and exploitation in 2009 / Estimation de la biomasse et exploitation en 2009 22
4.2.1. Southern Gulf / Sud du golfe 23
4.2.2. Area 12 / Zone 12 25
4.2.3. Area 19 / Zone 19 25
4.2.4. Areas 12E and 12F / Zones 12E et 12F 25
4.2.5. Exploitation rate / Taux d'exploitation 26
4.2.6. Total loss of commercial-sized adult males / Perte totale des crabes adultes de taille commerciale 27
4.2.7. Reproductive potential / Potentiel reproducteur du stock 27
5.0. Risk Analysis of Catch Options and Prognosis / Analyse de risques des options de captures et pronostic 28
5.1. Risk analysis of catch options for 2010 / Analyse de risques des options de capture pour 2010 28
5.2. Prognosis / Pronostic 30
6.0. UNCERTAINTIES / INCERTITUDES 31
6.1. Change in the survey protocol / Changement au protocole du relevé 31
6.2. Growth / Croissance 32
6.3. Movement / Déplacement 33

6.4. Highgrading / Triage 34
6.5. Environmental factors / Facteurs environnementaux 35
7.0. ACKNOWLEDGMENTS / REMERCIEMENTS 37
8.0. REFERENCES / RÉFÉRENCES 37
TABLES 42
FIGURES 50
Appendix A. Results of the June 2009 trawl survey estimate of commercial sized male snow crab biomass in Area 19 / Annexe A. Résultats du relevé au chalut de juin 2009 sur l'évaluation de la biomasse des crabes des neiges males de taille commerciale de la zone 19. 79
References / Références 81

Correct citation for this publication:
La présente publication doit être citée comme suit :

Hébert, M., E. Wade, M. Biron, P. DeGrâce, J.-F. Landry and/et M. Moriyasu. 2010. The 2009 assessment of snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/091. vi + 85 p.

Hébert, M., E. Wade, M. Biron, P. DeGrâce, J.-F. Landry and/et M. Moriyasu. 2010. Évaluation de stock de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) en 2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2010/091. vi + 85 p.

ABSTRACT

The 2009 assessment of the southern Gulf of St. Lawrence (sGSL) snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock (Areas 12, 19, 12E and 12F) is presented. Snow crab in management Areas12, 19, 12E and 12F comprise a single biological population and the sGSL stock is considered as one unit for assessment purposes. Total landings in the sGSL in 2009 were 23,642 t out of a quota of 23,998 t. Some indicators (e.g., CPUE, mean size of commercial-sized adult males and incidence of soft-shelled crabs) showed that the fishery performance in management Areas 12 and 19 was relatively good in 2009. In management Areas 12E and 12F, the fishery performance indicators were poor. The 2009 post-fishery survey biomass of commercial-sized adult male crab in the sGSL was 26,100 t (23,400 t – 29,000 t), a decrease of 46% compared to 2008. Fifty nine percent (59%) of the 2009 biomass was composed of new recruitment. The recruitment to the fishery decreased by 43% relative to 2008. The 2009 residual (hard-shelled crab) biomass was estimated at 10,700 t, a decrease of 48% compared to 2008. The recruitment to the fishery is expected to remain low into 2011. The abundance of mature females has declined since 1990 and reached the lowest observed level during the period from 2006 to 2009. The 2009 exploitation rate in the sGSL was 50%. The estimate of the commercial-sized adult male biomass in 2009 is within the cautious zone of the Precautionary Approach, as defined by the B_{lim} and B_{USR} reference points for the sGSL snow crab population. A risk analysis of catch options relative to the biomass and removal rate reference points for the 2010 fishery is provided.

RÉSUMÉ

Le stock du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) est présenté (zones 12, 19, 12E et 12F). Les crabes des neiges des zones de gestion 12, 19, 12E et 12F font partie d'une seule population biologique, et le sGSL doit être considéré comme une unité aux fins d'évaluation. Les débarquements totaux dans le sGSL en 2009 ont atteint 23 642 t sur un quota de 23 998 t. Il ressort de nombreux indicateurs (p. ex., PUE, taille moyenne, et incidence de crabes à carapace molle) que la performance de pêche dans les zones de gestion 12 et 19 était relativement bonne en 2009. Dans les zones de gestion 12E et 12F, les indicateurs de la performance de la pêche étaient faibles. La biomasse de 2009 des mâles adultes de taille commerciale dans le sGSL à partir du relevé au chalut effectué après la pêche a été de 26 100 t (23 400 t – 29 000 t), une diminution de 46% comparativement à 2008. Cinquante-neuf pourcent (59%) de la biomasse du relevé de 2009 était composé du nouveau recrutement à la pêcherie. Le recrutement à la pêcherie a diminué de 43% comparativement à 2008. La biomasse résiduelle (crabes à carapace dure) en 2009 a été estimée à 10 700 t, une diminution de 48% comparativement à 2008. Le recrutement à la pêcherie est prévu de demeurer bas en 2011. L'abondance des femelles matures diminue depuis 1990 atteignant les niveaux les plus bas observés entre 2006 et 2009. Le taux d'exploitation en 2009 dans le sGSL était de 50%. L'estimé de la biomasse des mâles adultes de taille commerciale en 2009 est à l'intérieur de la zone de prudence de l'approche de précaution, tels que définis par les points de référence B_{lim} et B_{URS} pour le stock du crabe des neiges du sGSL. Une analyse de risque sur les niveaux de prises par rapport aux points de référence de biomasse et du niveau de prélèvement pour la pêche de 2010 est fournie.

1.0 INTRODUCTION

Snow crab, *Chionoecetes opilio*, has been commercially exploited in the southern Gulf of St. Lawrence (sGSL) since the mid-1960s. Until 1994, the snow crab fishery in Area 12 (Fig. 1) was exploited by 130 mid-shore fish harvesters from New-Brunswick, Québec and Nova-Scotia. In 1997, the Prince Edward Island coastal fishery, (formerly called Areas 25/26) was integrated into Area 12. In 2003, a portion of the coastal fishery off Cape Breton (formerly called Area 18) was also integrated into Area 12 and a northern part of Area 18 was set as a buffer zone (non-snow crab fishing zone, Fig. 1). For the purpose of this assessment, Area 12 refers to the new management unit (Fig. 1). In 1978, Area 19 (Fig.1) was established for the exclusive use of Cape Breton inshore fish harvesters with vessels less than 13.7 m (45 feet) in length. Areas 12E and 12F were introduced in 1995 as exploratory fishery areas. In 2002, the status of these fishery areas was changed from exploratory to commercial.

There are four individually managed fishing areas (Areas 12, 19, 12E and 12F) (Fig. 1), among which Area 12 has the largest surface area, the largest number of participants, and the highest landings. There is no biological basis for the delimitations of snow crab management Areas 12, 19, 12E and 12F in the sGSL (Chiasson and Hébert 1990; DFO 2007; Hébert et al. 2007, 2008). Crabs in these management areas are considered part of a single biological population and the sGSL is considered as one unit for assessment purposes.

Baited traps, constructed of tubular steel, are used to catch crab, mainly on mud or sand-mud bottoms at temperature ranging from -0.5 to 4.5°C, and depth ranging from 50 to 280 m.

1.0. INTRODUCTION

Le crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, est commercialement exploité dans le sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) depuis le milieu des années 1960. Jusqu'en 1994, la pêche dans la zone 12 (fig. 1) était exploitée par 130 pêcheurs semi-hauturiers provenant du Nouveau-Brunswick, Québec et de la Nouvelle-Écosse. En 1997, la zone côtière de l'Île-du-Prince-Édouard, (formellement appelées zones 25/26) a été intégrée à la zone 12. En 2003, une partie de la pêche côtière du cap-Breton (formellement appelée zone 18) a aussi été intégrée à la zone 12 et la partie nord de la zone 18 a été désignée comme une zone de tampon (zone interdite de pêche au crabe des neiges, fig. 1). Pour le besoin de cette évaluation, la zone 12 fait référence à cette nouvelle unité de gestion (fig. 1). En 1978, la zone 19 (fig. 1) a été établie comme une zone de gestion de pêche exclusive aux pêcheurs côtiers du Cap-Breton avec des bateaux des longueurs plus petits que 13,7 m (45 pieds). Les zones 12E et 12F ont été introduites en 1995 comme zones de pêches exploratoires. En 2002, le statu de ces zones de pêche a été changé de zones exploratoires à des zones de gestion de pêche commerciale.

Il y a quatre zones de pêche individuelle (zones 12, 19, 12E et 12F) (fig. 1) parmi lesquelles la zone 12 délimite la plus grande pêcherie en terme de débarquements, de l'habitat convenable et du nombre de participants. Il n'y a aucune base biologique pour la délimitation des zones de gestion du crabe des neiges 12, 19, E et F dans le sGSL (Chiasson et Hébert 1990; MPO 2007; Hébert et al. 2007, 2008). Les crabes provenant de ces zones de gestion font partie d'une plus grande population biologique et le sGSL est considéré comme une unité pour les fins d'évaluation.

Des casiers appâtés, construits en tubes de fer, sont utilisés pour capturer le crabe des neiges, principalement sur des fonds vaseux ou sableux-vaseux à des températures se situant entre -0,5 et 4,5°C, et à des

profondeurs variant entre 50 et 280 m.

Management of these fisheries is based on quotas (distributed among licenses holders) and effort controls (number of licenses, trap allocations, traps dimension, and seasons).

La gestion de ces pêches est basée sur des quotas (distribués parmi les détenteurs de permis) et des contrôles de l'effort (nombre de permis, allocation de casiers, la dimension des casiers, et les saisons).

In Areas 12, 12E and 12F, the fishing season generally starts as soon as the southern Gulf is clear of ice in late April to early May 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 carapace width (CW) are commercially exploited. Trap limits apply to each license.

Dans les zones 12, 12E et 12F, la saison de pêche débute généralement en avril-mai aussitôt que le sud du 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. Une limite de casiers est assujettie à chaque permis.

New management measures were introduced in 1990, following the early closure of the Area 12 fishery in 1989 resulting from a rapid decline in catch rates and an associated increased incidence of soft-shelled crabs in the catches. 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 a trawl survey. A second management strategy was to maximize yield and reproductive potential by limiting the capture of soft-shelled males.

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 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.

Since 1990, a protocol for monitoring and managing the capture of soft-shelled males has been in place in the sGSL fisheries. Soft-shelled males have low commercial value due to their low meat content and are discarded at sea by fishermen. This activity results in mortality of soft-shelled males and may reduce the recruitment to the fishery for the following years (Dufour et al. 1997).

Depuis 1990, un protocole de suivi et de gestion de la capture du crabe à carapace molle a été mis en place pour les pêcheries du sGSL. 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 résulte à une mortalité des mâles à carapace molle et pourrait diminuer le recrutement à la pêcherie des années suivantes (Dufour et al. 1997).

This report presents the 2009 assessment of the snow crab resource in the sGSL (Areas 12,

Ce document présente l'évaluation de 2009 sur l'état de la ressource du crabe des neiges

19, 12E and 12F). Fishery monitoring of the sGSL fisheries (Areas 12, 19, 12E and 12F) is based on logbook data, dockside monitoring of the catch and sampling from observer programs. Biomass estimates and population characteristics by life stage are derived from a trawl survey conducted after the fishery covering the sGSL snow crab habitat. A risk analysis of catch options for the 2010 fishery relative to the biomass and removal reference points is also presented.

dans le sGSL (zones 12, 19, 12E et 12F). Le suivi des pêcheries du sGSL (zones 12, 19, 12E et 12F) est 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 estimations de la biomasse et les caractéristiques de la population par stade de vie sont dérivées à partir d'un relevé au chalut effectué après la saison de la pêche et qui couvre l'habitat du crabe des neiges dans le sGSL. Une analyse de risque des options de capture pour la pêche de 2010 par rapport aux points de références de biomasse et du niveau de prélèvement est aussi présentée.

2.0. SYNOPSIS OF SNOW CRAB BIOLOGY

In the sGSL, snow crab molt occurs from December-April, prior to the fishery (Watson 1972; Conan et al. 1988; Sainte-Marie et al. 1995; Benhalima et al. 1998; Hébert et al. 2002). Crab normally molt every year until they reach the adult phase via a final or "terminal" molt (Conan and Comeau 1986). Males reach the terminal molt at sizes ranging from 40 to 150 mm CW, whereas females reach terminal molt at smaller sizes, ranging from 30 to 95 mm CW (Conan and Comeau 1986; Moriyasu and Conan 1988; Sainte-Marie and Hazel 1992; Sainte-Marie et al. 1995).

In contrast to immature females, pubescent (adolescent) females have a wider abdomen and fully developed orange gonads in the fall. These females will undergo the terminal molt between December and April and become nulliparous females having 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 becoming primiparous females (Watson 1969; Moriyasu and Conan 1988). Multiparous refer to females which are repeat spawners (second brood or more). Their mating season occurs from late-May to early-June, after egg hatching (Conan and Comeau 1986; Moriyasu and Conan 1988;

2.0. APERÇU DE LA BIOLOGIE DU CRABE DES NEIGES

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

Contrairement aux femelles immatures, les femelles pubères (adolescentes) ont un abdomen plus large et des gonades orange complètement développées en automne. Ces femelles entreprendront une mue terminale entre décembre et avril afin de devenir des femelles nullipares ayant un abdomen élargi et des ovaires matures. Ces femelles vont s'accoupler et produire des œufs fertilisés pour la première fois, juste après la mue terminale alors que la carapace est encore molle et deviendront des femelles primipares (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

Sainte-Marie and Hazel 1992; Moriyasu and Comeau 1996; Sainte-Marie et al. 1999). The embryonic development takes approximately two years after mating (Mallet et al. 1993; Moriyasu and Lanteigne 1998). In the sGSL, the majority of mature females seem to follow a two-year reproductive cycle. A negligible portion of mature females follow a one-year cycle, as sometimes observed in Baie Sainte-Marguerite in the northwestern Gulf of St. Lawrence (Sainte-Marie et al. 1995).

et début juin après l'éclosion des œufs (Conan et Comeau 1986; Moriyasu et Conan 1988; Sainte-Marie et Hazel 1992; Moriyasu et Comeau 1996; Sainte-Marie et al. 1999). Le développement embryonnaire prend approximativement deux ans après l'accouplement (Mallet et al. 1993; Moriyasu et Lanteigne 1998). Dans le sGSL, 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.

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

Les femelles matures, soient les primipares et multipares, peuvent aussi produire plus qu'une portée d'œufs viables à partir des spermes emmagasinés dans leurs spermathèques lors du premier accouplement sans d'autre accouplement subséquent (Sainte-Marie et Carrière 1995). Cependant, la probabilité qu'une seule reproduction est suffisante pour fertiliser une production d'œufs durant toute la vie d'une femelle a été démontré peu probable (Rondeau et Sainte-Marie 2001). La reproduction après le relâchement larvaire serait la règle générale pour le crabe des neiges dans le sGSL (Conan et al. 1988).

After molting, crabs have a soft shell engorged with water. It takes about 8-10 months for the carapace of an adult soft-shelled male to harden (Hébert et al. 2002) and one year to attain maximal meat yield (Dufour et al. 1997). Adult soft-shelled males, not being able to mate during their postmolt period are 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; Moriyasu et al. 1988). Adult soft-shelled males of legal size represent the annual recruitment to the fishery, as they will become commercially marketable in the following fishing season (Conan and Comeau 1986; Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Hébert et al. 2002). The terminology described by Sainte-Marie et al. (1995) relating to morphometric maturity is used in this paper: the term "adolescent" was

Après la mue, le crabe possède une carapace molle dont le corps est rempli d'eau. Le crabe adulte mâle à carapace molle prend environ 8-10 mois avant que sa carapace devienne dure (Hébert et al. 2002) et un 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, 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; Moriyasu et al. 1988). Les crabes adultes mâles de taille commerciale avec une carapace molle représentent le recrutement annuel à la pêcherie puisqu'ils deviendront commercialisables la saison de pêche suivante (Conan et Comeau 1986; Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Hébert et al. 2002). La terminologie décrite

formerly called morphometrically immature and "adult" was formerly called morphometrically mature (Conan and Comeau 1986).

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.

3.0. METHODS

3.0. MÉTHODES

3.1. Logbooks and purchase slips

Raw data on catches and fishing effort were obtained from logbooks and the quota monitoring report, which is based on dockside monitoring of landings. 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 Gulf Region.

The geographic distribution of fishing effort was presented as the sum of the total number of trap hauls within each 10 by 10 minutes latitude-longitude grid. The fishing positions were obtained from logbooks.

The unadjusted mean catch per unit of effort (*CPUE*) of the fleet in year (*i*) was calculated as the ratio of total catches (y_i) and the corresponding number of trap hauls (th_i) as reported in the logbooks: $CPUE_i = \sum y_i / \sum th_i$. As all trap hauls were not reported in the logbooks, the total trap hauls had to be estimated. Thus the total effort in the fishery (total number of trap hauls, *TH*) was estimated from the total landings from the quota monitoring report (Y_i) divided by average CPUE: $TH_i = Y_i / CPUE_i$.

3.1. 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 au rapport du suivi des débarquements. Les données ont été compilées par les Directions de l'informatique et des statistiques des Régions du Québec et du Golfe du Ministère des Pêches et des Océans (MPO) et vérifiées par les Sciences de la Région du Golfe.

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 obtenues à partir des carnets de bord.

La prise par unité d'effort (*PUE*) moyenne non pondérée de la flotte à l'année (*i*) a été calculée selon le rapport entre le total des prises (y_i) et du nombre correspondant de casiers levés (cl_i) d'après les carnets de pêche: $PUE_i = \sum y_i / \sum cl_i$. Étant donné que tous les casiers levés n'ont pas été rapportés dans les carnets de bord, le nombre total de casiers levés a dû être estimé. Ainsi l'effort total de la pêche (nombre total de casiers levés, *CL*) a été estimé à partir du total des débarquements provenant du rapport de contingent (Y_i) divisé par la PUE moyenne: $CL_i = Y_i / PUE_i$.

3.2. Sea and port sampling

Since 1990, DFO has implemented an intensive observer sampling program onboard commercial vessels to provide a weekly assessment of the percentage of soft-shelled crabs and the size structure of males caught

3.2. 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 qui donne une évaluation hebdomadaire du pourcentage de mâles à

(Fig. 2). Two types of sampling have been conducted on the commercial fishing vessels: sea sampling and port sampling.

3.2.1. Sea sampling

For each trap sampled, a sub-sample of 40 males of all sizes was chosen at random and the following measurements were taken: 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 2.25 kg gauge durometer (Pacific Transducer Corp.©, California, U.S.A.) on a scale of 0 to 100 units. The positions of the sampled trap, depth of fishing, and total number of males for each sampled trap were also recorded.

3.2.2. Port sampling

For port sampling, a random sample of 100 male crabs from the retained catch in the hold of the vessel was taken 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 total quantity landed. In Areas 12, 12E and 12F, crab of carapace conditions 1 and 2 and claw hardness less than 68 units on the durometer were categorized as soft-shelled crabs (Hébert et al. 1992). In Area 19 (a summer fishery), crabs with carapace conditions 1 and 2 and a claw hardness less than 78 on the durometer reading were considered as white crabs, these crab have a relatively harder carapace than during the spring fishery of the other management areas.

carapace molle dans les prises et les structures de tailles des mâles capturés (fig. 2). Deux types d'échantillonnages ont été effectués sur les bateaux de pêche commerciale: échantillonnage en mer et échantillonnage au port.

3.2.1. Échantillonnage en mer

Pour l'échantillonnage en mer, un sous échantillon de 40 mâles de toutes tailles 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 2,25 kg ayant une échelle entre 0 et 100 unités. La position du casier échantillonné, la profondeur du casier et le nombre total de crabes mâles pour chacun des casiers échantillonnés ont été notés.

3.2.2. Échantillonnage au port

Pour l'échantillonnage au port, un échantillon de 100 crabes mâles a été prélevé au hasard à partir des prises retenues dans la cale du bateau et les mêmes mensurations décrites ci-haut pour l'échantillonnage en mer ont été prises. Les 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, 12E et 12F, les crabes avec une carapace de conditions 1 et 2 dont la dureté des pinces était inférieure à 68 sur le duromètre étaient considérés comme des mâles à carapace molle (Hébert et al. 1992). Dans la zone 19 (pêche d'été), les crabes avec une condition de carapace 1 et 2 et une dureté de la pince inférieure à 78 comme lecture sur le duromètre ont été catégorisés comme crabes blancs, ces crabes ont une carapace relativement plus dure que durant une pêche de printemps des autres zones de

gestion.

3.2.3 Soft-shelled crab and white crab protocol monitoring

A soft-shelled crab monitoring program was carried out in 2009 for Areas 12, 12E and 12F snow crab fisheries in order to protect the future recruitment to the fishery and the population reproductive potential. This protocol allows the closure of smaller areas (grids or sectors) of the fishery with high incidence of soft-shelled males without closing the entire fishery. 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 criterion (20%) was not based on biological considerations, but rather on the economic viability limit with which fishermen and the fishing plants had agreed to, in order 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 when the percentage of soft-shelled males exceeded 20% in number within a 15-day analysis period. A comparable protocol was applied in Area 19, based on white-shelled rather than soft-shelled crabs.

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 – terminal molted or adolescent – non-terminal molted). The annual and weekly mean weighted percentages of soft-shelled males (Hébert et al. 1992) were calculated based on the size structure obtained during at-sea and at-port sampling, combined with the landing data for each sampled vessel. The mean percentage of soft-shelled or white crabs used to close grids or sectors are calculated by using the ratio between the number of soft-shelled males and the total number of males caught in commercial traps.

3.2.3. Suivi des protocoles de crabes à carapace molle et crabes blancs

Un programme du suivi des crabes mâles à carapace molle a été reconduit en 2009 pour les pêcheries au crabe des neiges des zones 12, 12E et 12F dans le but de protéger le futur recrutement à la pêcherie et le potentiel reproducteur du stock. Ce protocole permet la fermeture de petites régions (quadrilatères ou secteurs) de la pêcherie avec une incidence élevée de mâles à carapace molle sans pour autant fermer la totalité de la zone de pêche. Un secteur donné était fermé lorsque la quantité des mâles à carapace molle dépassait 20 % en nombre pour une période de 15 jours. Le critère de 20% n'a pas été développé sur des bases biologiques, mais plutôt sur une limite économique viable à l'industrie de la transformation 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 d'analyse de 15 jours. Un protocole comparable a été appliqué à la zone 19 en se basant sur le crabe blanc au lieu du crabe mou.

La composition des prises des échantillonnages en mer (% des différentes catégories de crabes) a été estimée basée sur la rigidité de la carapace, la taille (réglementaire et non-réglementaire) et la maturité morphométrique (adulte – mue terminale ou adolescent – mue non-terminée). Les pourcentages annuels et hebdomadaires moyens des mâles à carapace molle pondérés en fonction du poids (Hébert et al. 1992) ont été calculés en fonction des structures de taille obtenues des échantillonnages en mer et au port, et des débarquements de chaque bateau échantillonné. Le pourcentage moyen des crabes à carapace molle ou des crabes blancs utilisé pour la fermeture d'un quadrilatère ou d'un secteur est calculé en utilisant le ratio des mâles à carapace molle

ou blanc versus le nombre total des mâles capturés dans les prises commerciales.

3.2.4. Evaluation of effectiveness of soft-shelled crab protocol for Area 12

The protocol which was used from 1990 to 1999 would have closed the whole fishery when the percentage of soft-shelled crab exceeded 20% in catches for two consecutive weeks. The performance of the Area 12 soft-shelled crab protocol, which has been in place since 2000, was examined to see if it effectively reduced the capture of soft-shelled crabs during fishing activities.

An index of soft-shelled crab potential was defined as the ratio between the abundance of adolescent males ≥ 83 mm CW in the trawl survey in year *t* and the abundance of commercial adult males observed in the trawl survey in year *t* less the landings in year *t* + 1.

$$\text{Index}_t = \frac{IM \geq 83_t}{AM \geq 95_t - Landings.AM \geq 95_{t+1}}$$

An increasing index corresponds to an increasing potential for by-catch of soft-shelled crab.

To evaluate the performance of the application of the protocol during two time periods (1990 to 1999 versus 2000 to 2009), an exponential model was fitted to data that described the percentage of soft-shelled crabs observed during the fishing season in year t+1 and the corresponding index for the fishing year. The form of the equation is:

$$Y = a * \exp^{b*X}$$

Where *a* and *b* are estimated parameters;

Y is the percentage of soft-shelled crabs in the commercial catches in year *t* + 1;

3.2.4. Évaluation de l'efficacité du protocole de crabes à carapace molle dans la zone 12

Le protocole qui était utilisé de 1990 à 1999 préconisait la fermeture de toute la zone de pêche lorsque l'incidence de crabes à carapace molle dépassait 20% dans les prises lors de deux semaines consécutives. La performance du protocole des crabes à carapace molle dans la zone 12, mis en place en 2000, a été examinée pour voir si celui-ci réduisait efficacement la capture des crabes à carapace molle lors des activités de la pêche.

Un indice de potentiel de crabes à carapace molle a été défini selon le ratio entre l'abondance des mâles adolescents ≥ 83 mm LC dans le relevé au chalut à l'année *t* et l'abondance des mâles adulte de taille commerciale observé dans le relevé à l'année *t* moins les débarquements à l'année *t* + 1.

$$\text{Indice}_t = \frac{MI \geq 83_t}{MA \geq 95_t - Débarquements.MA \geq 95_{t+1}}$$

Une augmentation de l'indice correspond à une augmentation potentielle de capture de crabes à carapace molle.

Pour évaluer la performance de l'application du protocole durant ces deux périodes (1990 à 1999 versus 2000 à 2009), un modèle exponentiel a été ajusté aux données qui décrivent le pourcentage de crabes à carapace molle observé durant la saison de pêche à l'année t+1 et de l'indice correspondant pour l'année de la pêche. La forme de l'équation est :

$$Y = a * \text{expo}^{b*X}$$

Où *a* et *b* sont des paramètres estimés;

Y est le pourcentage de crabes à carapace molle dans les prises commerciales à l'année *t*+ 1;

X is the index for the year *t* + 1.

3.3. Trawl Survey Biomass Estimation

There have been changes in the area coverage of the sGSL trawl survey since its inception in 1988 (Moriyasu et al. 2008). Area 12 has been sampled every year post-fishery, July to October, with the exception of 1996. The trawl survey coverage extended to Area 19 starting in 1990 but during 1990 to 1992, this portion was surveyed in the spring prior to the Area 19 fishery. Since 1993, the post-fishery trawl survey has included Areas 12 and 19 (Moriyasu et al. 2008). In 1997, the post-fishery trawl survey was expanded to cover the new management Areas 12E and 12F (Fig. 3). Details of the changes in survey coverage are provided by Moriyasu et al. (2008).

Since 2004, an additional June survey has been conducted in Area 19, prior to the fishery in that area. The details of the 2009 June survey in Area 19 were provided in Appendix A of this document.

3.3.1. Trawl survey in 2009

In 2009, the post-fishery scientific trawl survey was conducted between July 16 and September 27 and covered Areas 12, 19, 12E and 12F (Fig. 3). The survey coverage includes all areas between the 36 meter (20 fathoms) and 365 meter (200 fathoms) isobaths. The sampling design for the 2009 trawl survey has remained the same since 2006, and was in accordance with recommendations from the Assessment Framework Workshop on sGSL snow crab (DFO 2006; Moriyasu et al. 2008).

A Bigouden *Nephrops* bottom trawl net, originally developed for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fisheries in France, was used (20 m opening with a 28.2 m foot rope).

X est l'indice pour l'année *t* + 1.

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

Il y a eu des changements au niveau de la surface couverte par le relevé au chalut dans le sGSL depuis le début en 1988 (Moriyasu et al. 2008). La zone 12 a été échantillonnée chaque année après la saison de pêche de juillet à octobre à l'exception de 1996. La couverture du relevé au chalut s'est étendue à la zone 19 débutant en 1990, mais durant 1990 à 1992, cette partie du relevé s'est effectué au printemps avant la pêche de la zone 19. Depuis 1993, le relevé au chalut post-saison de pêche inclus les zones 12 et 19 (Moriyasu et al. 2008). En 1997, le relevé au chalut post-saison de pêche a été étendu pour couvrir les nouvelles zones de gestion 12E et 12F (fig. 3). Les détails sur les changements de la couverture du relevé sont décrits par Moriyasu et al. (2008).

Depuis 2004, un relevé au chalut additionnel en juin a été effectué dans la zone 19, avant le début de la pêche dans cette zone. Les détails du relevé de juin dans la zone 19 ont été fournies dans l'annexe A de ce document.

3.3.1. Relevé au chalut en 2009

Un relevé scientifique au chalut après la saison de pêche a été effectué du 16 juillet au 27 septembre couvrant les zones 12, 19, 12E et 12F (fig. 3). La surface échantillonnée du relevé inclue tous les endroits aux isobathes entre 36 mètres (20 brasses) et 365 mètres (200 brasses). Le plan d'échantillonnage du relevé au chalut de 2009 a demeuré le même depuis 2006 selon les recommandations de l'Atelier de Travail sur l'Évaluation du stock du crabe des neiges du sGSL tenu en octobre 2005 à Moncton, NB (DFO 2006; Moriyasu et al. 2008).

Un chalut de fond 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 28,2 m).

A predetermined amount of warp was let out (three 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 judged by an operator based on the information reported by the Netmind© depth sensor (signal received at 7 second interval) and/or the Minilog© temperature-depth probe (data recorded every second), both attached to the trawl. The duration of each tow varied between 4 and 6 minutes at a target speed of two knots, depending on the depth, current speed and sediment type. The horizontal opening of the trawl was recorded every four 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 area for each tow was calculated by multiplying the swept distance and the horizontal opening of the trawl over the duration of the tow.

La longueur des câbles d'aciers déroulée est déterminée en fonction de la profondeur (trois fois la distance de la profondeur). Le début du trait, après le blocage des treuils, a été déterminé lorsque le chalut touche au fond ce qui est déterminé par un opérateur grâce à un suivi à partir du capteur de profondeur du système Netmind© (signal reçu à 7 secondes d'intervalles) et/ou de la sonde température-profondeur du Minilog© (données recueillies à chaque seconde) attachés au chalut. La durée des traits a varié entre 4 et 6 minutes, à une vitesse cible de deux nœuds, selon la profondeur, la vitesse du courant et le type de sédiments. L'ouverture horizontale du chalut a été recueillie 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 a été calculée en multipliant la distance parcourue et l'ouverture horizontale du chalut pendant la durée du trait.

When the net is damaged or there was no signal from the Netmind© system at the beginning of the tow, or the duration of the tow was less than four minutes, the tow was rejected and a replacement tow was conducted near the original start point and within the assigned grid (Fig. 3).

Lorsque le filet est déchiré ou il n'y avait pas de signal du système Netmind© au début du trait, ou encore la durée du trait a été inférieure à quatre minutes, le trait a été rejeté et un trait de remplacement a été effectué près du point de départ original et à l'intérieur du quadrilatère assigné (fig. 3).

When the tow was considered good according to the trawl survey protocol but the data from the Netmind© sensors were deemed to be not usable to calculate the tow swept area (lack of data due to the loss of Netmind© signal during the tow), the swept area of the tow was estimated by using the mean swept area of the surrounding 10 stations, according to the survey standard.

Lorsque le trait a été considéré bon selon les critères du protocole du relevé mais que les données du système Netmind© n'ont pas été utilisables pour calculer la surface balayée du trait (peu de données en raison de la perte du signal du Netmind© durant le trait), la surface balayée du trait a été estimée en utilisant la moyenne des 10 stations environnantes suivant les normes du protocole du relevé.

A total of 355 tows were completed (Table 1). All stations were trawled during daylight hours. The number of tows, the mean swept area, the

Un total de 355 traits de chalut ont été complété (tableau 1). Toutes les stations ont été chalutées durant le jour. Le nombre de

number of bad tows and the number of tows with the malfunction of the Netmind system or lack of data to analyze the swept area are shown in Table 1.

trait, la surface moyenne chalutée, le nombre de traits rejetés et le nombre de traits lorsque le système Netmind ne fonctionnait pas bien ou il y avait peu de données pour analyser la surface balayée sont présentés au tableau 1.

3.3.2. Biological sampling

The catches from the trawl were sorted on the vessel deck. Snow crabs were set aside for detailed sampling. All other catches were sorted by species or species group, counted and returned to the water.

The following information was recorded for all snow crab: from males, CW (0.1 mm), CH (0.1 mm) and carapace condition, and from females, CW (0.1 mm), width (0.1 mm) of the 5th abdominal segment, and carapace condition. The color (orange, dark orange, brown or black) and quantity (in percentage) of external eggs, as well as the color (white, beige or orange) of the gonads of immature females were noted. The size frequency distributions for the population were derived from the samples weighted by the swept area of each sample.

3.3.2. Échantillonnage biologique

Les prises du chalut ont été triées sur le pont du bateau. Les crabes des neiges ont été mis de côté pour un échantillonnage détaillé. Toutes les autres prises ont été triées par espèce ou groupe d'espèce, comptées et retournées à la mer.

L'information qui suit a été notée pour tous les crabes capturés: pour les mâles, LC (0,1 mm), HP (0,1 mm) et la condition de la carapace, et pour les femelles; LC (0,1 mm), largeur (0,1 mm) du 5ième segment de l'abdomen et la condition de la carapace. La couleur (orange, orange foncé, brun ou noir) et la quantité (en pourcentage) des œufs externes et la couleur (blanche, beige ou orange) des gonades chez les femelles immatures ont été notées. Les histogrammes des fréquences de taille de la population ont été pondérés en fonction de la surface balayée en km^2 de chaque échantillon.

3.3.3. Estimation of snow crab abundance

A geostatistical approach and kriging were used to estimate the abundance of snow crab in the sGSL. The kriging method employed, termed kriging with external drift (KED), uses depths as a secondary variable. KED has been shown via cross-validation to perform better than ordinary kriging or ordinary kriging with pseudo zeros (Surette et al. 2007).

An average over three years of the empirical variogram was used as this has been considered better suited for modeling the autocorrelation between the samples (DFO 2006). As well, the neighborhood search included at least 32 neighboring points (DFO 2006).

3.3.3. Estimation de l'abondance de crabe des neiges

Une approche géostatistique et le krigeage ont été utilisés pour estimer l'abondance de crabe des neiges dans le sGSL. La méthode de krigeage appliquée, appelée le krigeage avec dérive externe (KDE), utilise la profondeur comme variable secondaire. Le KDE a été démontré de performer mieux que le krigeage ordinaire ou le krigeage ordinaire avec pseudo-zéros (Surette et al. 2007).

Un variogramme empirique basé sur une moyenne de trois ans a été utilisé étant considéré plus adéquat pour la modélisation de l'auto-corrélation entre les points échantillonnés (MPO 2006). Aussi, la recherche du voisinage a compris au moins 32 points environnants (MPO 2006).

One of the critical factors in the geostatistical method was the determination of the area selected for the population estimation process. For the sGSL, the survey polygon defines an area of 44,302 km^2. Kriging polygons used for each management area were defined by their management lines, as well as by shallow depths near the coastline (for Areas 12 and 19) or by very deep water in the case of Areas 12E and 12F.

Un des points critiques dans la méthode géostatistique a été la détermination de la région choisie pour le processus d'estimation de la population. Pour le sGSL, le polygone du relevé recouvre une surface de 44 302 km^2. Les polygones du krigeage utilisés pour chaque zone de gestion ont été définis par leurs lignes de gestion, de même que par les eaux peu profondes près de la côte (pour zones 12 et 19) ou par les eaux très profondes dans le cas des zones 12E et 12F.

The data were analysed using an integrated MATLAB toolbox (MPOGEOS), developed by the Ecole Polytechnique de Montréal, which incorporates all the functions required to perform a geostatistical analysis. A menu driven application permits the user to perform the data transformations, variogram analysis, ordinary kriging interpolation and mapping functions. The latest improvement in 2006 included a provision to include KED using depth as a secondary variable, as well as the kriged size frequency histograms.

Les données ont été analysées en utilisant la boîte d'outil MATLAB (MPOGEOS), développée par l'École Polytechnique de Montréal, qui incorpore toutes les fonctions requises pour performer une analyse géostatistique. Un menu d'application sur commande permet à l'utilisateur de performer la transformation des données, l'analyse du variogramme, l'interpolation du krigeage ordinaire et les fonctions de cartographie. Le dernier développement en 2006 incluait une provision pour inclure le KDE en utilisant la profondeur comme variable secondaire ainsi que les histogrammes de fréquences de taille krigés.

The abundance of commercial-sized adult male snow crab was first estimated in number of crabs. This number was then converted to biomass using the size-weight relationship for adult hard-shelled males (Hébert et al. 1992):

L'indice d'abondance du crabe des neiges adulte mâle de taille commerciale a d'abord été estimé en nombre de crabes. Ce nombre a par la suite été converti en indice de biomasse, en utilisant la relation taille-poids pour les mâles adultes à carapace dure (Hébert et al. 1992) :

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

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

Where W is the weight in grams and CW is the carapace width in mm. This size-weight relationship has been used every year since the beginning of the trawl survey.

Où P est le poids en grammes et LC est la largeur de la carapace mesurée en mm. Cette relation taille-poids est utilisée à chaque année depuis le début du relevé au chalut.

The biomass and abundance were estimated for the following categories of male crab:
(1) commercial-sized adult males ≥ 95 mm CW all carapace conditions,
(2) commercial-sized adult male crab ≥ 95 mm CW with carapace conditions 1 and 2 at the time of the survey which represent the annual recruitment to the fishery (also termed R-1),

La biomasse et l'abondance ont été estimées pour les catégories de crabes suivantes :
(1) les mâles adultes de taille commerciale ≥ 95 LC toutes les conditions de carapace,
(2) les mâles adultes de taille commerciale ≥ 95 mm LC avec conditions de carapace 1 et 2 au moment du relevé qui représentent le recrutement annuel à la pêcherie (aussi

and
(3) adult male crab ≥ 95 mm CW with carapace conditions 3, 4 and 5 (hard-shelled) at the time of the survey which represent the residual biomass post- fishery.

The abundance indices of prerecruits at the time of the survey (R-4, R-3 and R-2) were used to forecast the recruitment to the fishery over the next four years. Stages R-4, R-3 and R-2 represent adolescent males with a CW ranges of 56-68 mm, 69-83 mm and larger than 83 mm, respectively and they would recruit (CW ≥ 95 mm) to the fishery in 4, 3 and 2 years, respectively. The abundances of adolescent males and immature females of instar VIII with a CW between 34 and 44 mm were also estimated as an index of longer term recruitment. It takes at least six years for an adolescent male of instar VIII to reach the commercial size of 95 mm CW. In addition, the abundance indices of pubescent, primiparous and multiparous females were estimated.

3.4. Estimation of the annual mortality (*Z*) and exploitation rate

The instantaneous rate of loss (*Z*) of commercial-sized adult male crab was estimated from the abundance estimates derived from the post-fishery trawl survey.

$$Z = -Ln(N_{t+1}^{3,4,5} / N_t^{1,2,3,4,5})$$

- $N_t^{1,2,3,4,5}$: the estimated abundance in number of commercial-sized adult crab with carapace conditions 1 to 5 after the fishery in year *t*,
- $N_{t+1}^{3,4,5}$: the estimated abundance in number of commercial-sized adult crab with carapace conditions 3, 4 and 5 after the fishery in year *t* + 1.

The proportion annual loss is calculated as $1 - \exp^{-Z}$) or simply $(N_t - N_{t+1}) / (N_t)$.

The exploitation rate (traditional exploitation

appelés R-1), et
(3) les mâles adultes ≥ 95 mm LC avec conditions de carapace 3, 4 et 5 (carapace dure) au moment du relevé qui représentent la biomasse résiduelle après la pêche.

Les indices d'abondance des prérecrues (R-4, R-3 et R-2) au moment du relevé ont été utilisés pour prédire le recrutement à la pêcherie pour les quatre prochaines années. 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 et ils seront recrutés à la pêcherie dans 4, 3 et 2 ans, respectivement. Les abondances des mâles adolescents et femelles immatures du stade VIII avec une LC entre 34 et 44 mm ont aussi été estimées comme un indice du recrutement à long-terme. Au moins six ans sont nécessaires pour qu'un mâle adolescent du stade VIII atteigne la taille commerciale de 95 mm LC. De plus, les indices d'abondance des femelles pubères, primipares et multipares ont été estimés.

3.4. Estimation de la mortalité annuelle (*Z*), et taux d'exploitation

Le taux annuel de la perte (*Z*) des crabes mâles adultes de taille commerciale a été estimé à partir des estimés d'abondance dérivées à partir du relevé au chalut post-saison.

$$Z = -Ln(N_{t+1}^{3,4,5} / N_1^{1,2,3,4,5})$$

- $N_t^{1,2,3,4,5}$: l'abondance estimée en nombre des crabes mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 1 à 5 après la pêche de l'année *t*;
- $N_{t+1}^{3,4,5}$: l'abondance estimée en nombre des crabes mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5 après la pêche de l'année *t* + 1.

La proportion annuelle de la perte est calculée par $(1 - \exp^{-Z})$ ou simplement $(N_t - N_{t+1}) / (N_t)$.

Le taux d'exploitation (taux d'exploitation

rate) was calculated as the ratio of the catch in the fishery of year *t* and the commercial biomass estimated from the previous year *t – 1*.

$$ERtrad_t = C_t^{3,4,5} / N_{t-1}^{1,2,3,4,5}$$

In this case, the traditional exploitation rate assumes that there is no natural mortality from September (the estimate from the trawl survey) to June (before and during the fishing season).

3.5. Risk analysis and catch options

The Bayesian model described by Surette and Wade (2006) was used to forecast the abundance of the recruitment to the fishery (R-1, commercial-sized adult male crab of carapace conditions 1 and 2) based on the estimated abundances of pre-recruits R-4, R-3 and R-2 for the sGSL from the trawl survey, three, two and one year into the future, respectively. The model incorporated uncertainties associated with observation errors, process errors, and diffuse priors on the distributions (Surette and Wade 2006).

The forecasted abundance of the recruitment to the fishery in year *t*+1 based on the abundance of prerecruits R-2 was converted to biomass using the annual mean weight of commercial-sized adult males caught in the trawl survey (Table 1). The biomass of hard-shelled crab (also called the residual biomass) at year *t*+1 was forecasted using the commercial biomass from the trawl survey in year *t* (includes residual biomass and the recruitment), adjusted for the catch option in year *t*+1, and for losses not attributed to fishing (Surette and Wade 2006).

traditionnel) a été calculé comme étant le ratio entre les débarquements de la pêche à l'année *t* et la biomasse commerciale estimée à l'année précédente *t - 1*.

$$ERtrad_t = C_t^{3,4,5} / N_{t-1}^{1,2,3,4,5}$$

Dans ce cas, le taux d'exploitation traditionnel assume qu'il n'y a pas de mortalité naturelle de septembre (de l'estimé provenant du relevé) à juin (avant et durant la saison de pêche).

3.5. Analyse de risque et options de capture

Le modèle Bayésien décrit par Surette et Wade (2006) a été utilisé pour prédire l'abondance du recrutement à la pêcherie (R-1, crabes mâles adultes de taille commerciale de conditions de carapace 1 et 2) à partir des estimés d'abondances des prérecrues R-4, R-3 et R-2 pour le sGSL à partir du relevé au chalut, trois, deux et une année dans le futur, respectivement. Le modèle a inclu les incertitudes comme les erreurs d'observation, les erreurs du processus, les distributions à priori diffuses (Surette et Wade 2006).

L'abondance projetée du recrutement à la pêcherie à l'année *t*+1 à partir de l'abondance des prérecrues R-2 a été transformée en biomasse en utilisant la moyenne du poids moyen annuel des crabes adultes de taille commerciale capturés lors des relevés au chalut (tableau 1). La biomasse des crabes à carapace dure (aussi appelée la biomasse résiduelle) à l'année *t*+1 a été projetée en utilisant la biomasse commerciale estimée à partir du relevé à l'année *t* (incluant la biomasse résiduelle et le recrutement), ajustée en fonction de l'option de capture à l'année *t*+1, et les pertes non attribuables à la pêche (Surette et Wade 2006).

4.0. RESULTS AND DISCUSSION

4.1. Fishery performance

The landings from the sGSL increased from 1969 to the present with three periods of high landings: 1981-1986, 1994-1995, and more recently from 2002 to 2009 (Fig. 4). The peak landings was reported in 2005 (36,118 t) while the lowest landings was recorded in 1975 (4 632 t). The landings in the sGSL were 23,642 t in 2009 (quota of 23,998 t) while they were 24,458 t in 2008 (quota of 24,887 t) (Fig. 4).

4.1.1. Area 12

The 2009 fishing season in Area 12 opened on May 02 and closed on July 19 with reported landings of 20,896 t (quota of 20,900 t). Harvesters participating in the fishery were from New-Brunswick, Québec, Nova-Scotia and Prince-Edward-Island. The number of boats in the 2009 fishery was 370, a slight decrease compared to 2008 (378 boats).

The locations of the main fishing grounds were shown in Figure 1. The fishing effort in Area 12 decreased from 508,053 to 353,775 th from 2004 to 2007, but increased to 433,527 th in 2009 (Table 2). During the 2009 fishing season, fishing effort in Area 12 was concentrated mostly in Chaleur Bay, Shediac Valley, Bradelle Bank and the Magdalen Channel (Fig. 5). The majority of landings were from the Chaleur Bay, Bradelle Bank, Shediac Valley and the Magdalen Channel (Fig. 6).

The mean CPUE in Area 12 in 2009 decreased to 48.2 kg/th from 65.7 kg/th in 2007 (Table 2). High CPUEs were observed in Bradelle Bank, Shediac Valley, the Magdalen Channel, and Chaleur Bay (Fig. 7). The mean size of

4.0. RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1. Performance de la pêche

Les débarquements dans le sGSL ont augmenté depuis 1969 jusqu'à présent avec trois périodes de hauts débarquements: 1981-1986, 1994-1995, et plus récemment de 2002 à 2009 (fig. 4). Le sommet dans les débarquements a été rapporté en 2005 (36 118 t) alors que le plus bas niveau de débarquement a été rapporté en 1975 (4 632 t). Les débarquements dans le sGSL ont été de 23 642 t en 2009 (quota de 23 998 t) alors qu'ils étaient de 24 458 t en 2008 (quota de 24 887 t) (fig. 4).

4.1.1. Zone 12

La saison de pêche de 2009 dans la zone 12 a débuté le 02 mai et a été fermée le 19 juillet avec des débarquements rapportés de 20 896 t (contingent de 20 900 t). Les pêcheurs participant à cette pêche proviennent du Nouveau-Brunswick, du Québec, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard. Le nombre de bateaux utilisé dans la pêche de 2009 a été de 370, une légère diminution comparativement à 2008 (378 bateaux).

Les lieux des principaux fonds de pêche ont été présentés dans la figure 1. L'effort de pêche dans la zone 12 a diminué passant de 508 053 à 353 775 cl de 2004 à 2007, mais a augmenté à 433 527 cl en 2009 (tableau 2). L'effort de pêche dans la zone 12 durant la saison de pêche de 2009 a été concentré principalement dans la baie des Chaleurs, la vallée de Shédiac, le banc Bradelle et le canal des Iles-de-la-Madeleine (fig. 5). La grande partie des débarquements provenait de la baie des Chaleurs, du banc Bradelle, la vallée de Shédiac et le canal des Iles-de-la-Madeleine (fig. 6).

La PUE moyenne non pondérée a diminué passant de 67,5 kg/cl en 2007 à 48,2 kg/cl en 2009 (tableau 2). Les PUE élevées ont été observées dans le banc Bradelle, la vallée de Shédiac, le canal des Iles-de-la-Madeleine et

commercial adult males (Fig. 8) increased from 109.0 mm CW in 2002 to 114.5 mm CW in 2007, and slightly decreased to 113.8 mm CW in 2009.

dans la baie des Chaleurs (fig. 7). La taille moyenne des mâles adultes de taille commerciale a augmenté passant de 109,0 mm LC en 2002 à 114,5 mm LC en 2007 et a légèrement diminué à 113,8 mm en 2009 (fig. 8).

In 2009, the target at-sea observer coverage was 25% of the total number of trips. The number of trips sampled was 783 consisting of 4,511 traps sampled and 175,138 crabs measured. In accordance with the soft-shelled crab protocol, the Chaleur Bay area and 13 other grids in Area 12, totaling 78 of 323 grids, were closed during the 2009 fishing season (Fig. 9). The estimate of fishing-induced mortality of soft-shelled males decreased from 391,559 crabs in 2005 to 108,052 crabs in 2007, but increased to 312,802 crabs in 2009 (Fig. 10).

En 2009, la couverture en mer ciblée par les observateurs était de 25% du nombre total de voyages. Le nombre de bateaux échantillonnés était de 783 comprenant 4 511 casiers échantillonnés et 175 138 crabes mesurés. Selon le protocole de crabe mâle à carapace molle, la région de la baie des Chaleurs et 13 autres quadrilatères, totalisant 78 des 323 quadrilatères, ont été fermés dans la zone 12 au cours de la saison de pêche de 2009 (fig. 9). 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, mais a augmenté à 312 802 crabes en 2009 (fig. 10).

The incidence of soft-shelled crabs (all male crabs regardless of size) (Table 3) in the catches (from sea sampling weighted by the landings) was higher in 2009 (5.0%) compared to 2008 (3.0%) but has remained low since 2000 (12.5%). Within the commercial-sized adult male catch, the percentage with carapace conditions 1 and 2 decreased from 2000 (11.5%) to 2007 (3.2%), but increased in 2008 (7.2%) and was the highest of recent years in 2009 (16.8%). The percentage of crabs with carapace condition 3 in 2009 was 65.5%, the lowest since 2000. The percentage of commercial-sized adult males with carapace conditions 4 and 5 decreased from 24.1% in 2000 to 6.0% in 2005 and has been between 18% and 20% in the last 2 years.

Le pourcentage des crabes à carapace molle (tous les mâles indépendant de la taille) (tableau 3) dans les captures (à partir de l'échantillonnage en mer pondéré par les débarquements) a augmenté en 2009 (5,0%) comparativement à 2008 (3,0%) mais a demeuré bas depuis 2000 (12,5%). Parmi les prises des mâles adultes de taille commerciale, le pourcentage avec conditions de carapace 1 et 2 a diminué de 2000 (11,5%) à 2007 (3,2%) mais a augmenté en 2008 (7,2%) et a atteint le plus haut niveau des dernières années en 2009 (16,8%). Le pourcentage des crabes avec condition de carapace 3 a été de 65,5% en 2009, le plus bas depuis 2000. Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 4 et 5 a diminué passant de 24,1% en 2000 à 6,0% en 2005 et a varié entre 18% et 20% lors des deux dernières années.

The percentage by carapace conditions of commercial-sized adult males in Area 12 since 2000, based on sea sampling.

Le pourcentage par conditions de carapace des mâles adultes de taille commerciale dans la zone 12 depuis 2000 d'après l'échantillonnage en mer.

Carapace conditions	*2000*	*2001*	*2002*	*2003*	*2004*	*2005*	*2006*	*2007*	*2008*	*2009*
1	*5.4*	*2.5*	*3.0*	*2.3*	*1.9*	*2.0*	*1.7*	*0.8*	*0.6*	*1.1*
2	*6.1*	*3.5*	*1.7*	*1.4*	*1.5*	*2.4*	*2.5*	*2.4*	*6.6*	*15.7*
3	*64.4*	*82.7*	*86.4*	*87.6*	*86.7*	*89.6*	*88.9*	*89.1*	*73.2*	*65.5*
4	*19.3*	*9.5*	*8.2*	*8.1*	*9.2*	*5.5*	*6.4*	*7.0*	*17.8*	*15.8*
5	*4.8*	*1.8*	*0.7*	*0.6*	*0.7*	*0.5*	*0.5*	*0.7*	*1.8*	*1.9*
Total	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*

4.1.2. Area 19

The Area 19 2009 fishing season opened on July 15 and ended on August 24 (last date of landings) with reported landings of 2,370 t from a quota of 2,433 t. The quota in Area 19 in 2009 was set at 49% of the commercial-sized adult male biomass estimated from a pre-season trawl survey of Area 19 conducted in June 2009 (See Appendix A for details). The estimated biomass was 5,017 t (95% C.I. range of 3,879 to 6,386 t). The number of boats fishing in Area 19 in 2009 was 104 (all from Cape Breton) while the number of licenses was 167.

The fishing effort during the 2009 Area 19 season was concentrated mostly in the southern and central parts, where the highest landings and CPUEs were observed (Figs. 5 to 7). The fishing effort decreased from 42,553 th in 2007 to 33,193 th in 2009 (Table 2).

The mean CPUE in 2009 (71.4 kg/th) decreased compared to 2008 (76.3 kg/th) but still remained high (Table 2). The mean size of commercial adult males decreased from 120.5 mm CW in 1995 to 110.0 mm CW in 2002, then increased to reach 117.3 CW in 2007 and has decreased to 115.8 mm CW in 2009 (Fig. 8).

In 2009, the target at-sea observer coverage was 10% of the total number of trips. The

4.1.2. Zone 19

La saison de pêche de 2009 a débuté le 15 juillet dans la zone 19 et s'est terminée le 24 août (dernier jour de débarquements) avec des débarquements reportés de 2 370 t sur un quota de 2 433 t. Le quota dans la zone 19 a été établi en utilisant 49% de l'indice de la biomasse des mâles adultes de taille commerciale à partir d'un relevé au chalut effectué avant la saison de pêche en juin 2009 (voir annexe A pour les détails). La biomasse estimée était de 5 017 t (95% I.C. de 3 879 t à 6 386 t). Le nombre de bateaux pêchant dans la zone 19 en 2009 était de 104 (tous provenant du Cap-Breton) alors que le nombre de permis alloués était de 167.

L'effort de pêche dans la zone 19 en 2009 était concentré surtout dans les parties sud et centrale où les plus grands débarquements et PUEs étaient observés (figs. 5 à 7). L'effort de pêche a diminué passant de 42 553 cl en 2007 à 33 193 cl en 2009 (tableau 2).

La PUE moyenne en 2009 (71,4 kg/cl) a diminué comparativement à 2008 (76,3 kg/cl) mais demeure élevée (tableau 2). 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 et a diminué à 115,8 mm LC en 2009 (fig. 8).

En 2009, la couverture ciblée par les observateurs en mer dans la zone 19 était de

number of trips sampled was 200 consisting of 710 traps sampled and 25,948 crabs measured. All nine sectors within Area 19 were closed during the 2009 fishing season due to high incidences of soft-shelled and white crabs in the catch (Fig. 11).

10% du nombre total de sorties en mer. Le nombre de bateaux échantillonnés a été de 200, comprenant 710 casiers échantillonnés et 25 948 crabes mesurés. Tous les neuf secteurs à l'intérieur de la zone 19 ont été fermés au cours de la saison de 2009 en raison de l'incidence élevée de crabes à carapace molle et de crabes blancs dans les prises (fig. 11).

The percentage of white crabs (all male crabs regardless of size) in the catches (from sea sampling weighted by the landings) increased from 8.3% in 2007 to 13.2% in 2009 (Table 3). Within the commercial-sized adult male catch, the percentage of carapace conditions 1 and 2 was 13.8% in 2009, an increase from 2008 but below the high value (16.6%) observed in 2000. The percentage of crabs with carapace condition 3 was 63.1% in 2009, the lowest value since 2001. The percentage of commercial-sized adult males with carapace condition 5 remained low in 2009.

Le pourcentage annuel de crabes blancs (tous les mâles indépendant de la taille) dans les prises (à partir de l'échantillonnage en mer pondéré par les débarquements) a augmenté passant de 8,3% en 2007 à 13,2% en 2009 (tableau 3). Parmi les prises des mâles adultes de taille commerciale, le pourcentage avec conditions de carapace 1 et 2 a été de 13,8% en 2009, une augmentation comparativement à 2008 mais en dessous de la valeur élevée (16,6%) observé en 2000. Le pourcentage des crabes avec condition de carapace 3 a été de 63,1% en 2009, soit la plus basse valeur depuis 2001. Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 5 est demeuré bas en 2009.

The percentage by carapace conditions of commercial-sized adult males in the catches from Area 19 since 2000, based on sea samples.

Le pourcentage par conditions de la carapace des mâles adultes de taille commerciale dans la zone 19 depuis 2000 d'après les échantillonnages en mer.

Carapace conditions	*2000*	*2001*	*2002*	*2003*	*2004*	*2005*	*2006*	*2007*	*2008*	*2009*
1	*2.0*	*1.8*	*3.2*	*2.4*	*2.9*	*0.9*	*0.8*	*1.9*	*4.2*	*3.7*
2	*14.6*	*6.5*	*5.6*	*2.5*	*12.7*	*14.3*	*10.3*	*8.2*	*5.7*	*10.1*
3	*26.9*	*31.3*	*70.2*	*80.4*	*69.5*	*73.9*	*83.8*	*75.1*	*74.9*	*63.1*
4	*55.8*	*60.1*	*20.6*	*14.5*	*14.3*	*10.6*	*4.9*	*14.1*	*14.9*	*21.7*
5	*0.8*	*0.3*	*0.5*	*0.2*	*0.5*	*0.3*	*0.2*	*0.7*	*0.3*	*1.4*
Total	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*

4.1.3. Area 12E

In Area 12E, the 2009 fishery opened on May 02 and ended on July 16, with reported landings of 67 t, which represents 33.5% of the quota of 200 t. There were eight harvesters from New-Brunswick (6), Québec (1) and Prince Edward Island (1).

4.1.3. Zone 12E

Dans la zone 12E, la pêche en 2009 a débuté le 02 mai et s'est terminée le 16 juillet avec des débarquements reportés de 67 t, ce qui représente 33,5% du contingent de 200 t. Il y avait huit pêcheurs dans cette zone provenant du Nouveau-Brunswick (6), Québec (1) et de l'Ile-du-Prince-Édouard (1).

Harvesters concentrated their fishing effort in the southeastern part of the zone adjacent to Areas 12 and 12F (Fig. 5). The fishing effort decreased from 9,232 th in 2008 to 4,653 th in 2009.

The Area 12E mean CPUE in 2009 was 14.4 kg/th, the lowest of the time series (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, but decreased to 110.1 mm CW in 2009 (Fig. 8).

In 2009, the target at-sea observer coverage was 25% of the total number of trips. The number of trips sampled was eight, consisting of 43 traps sampled and 1,427 crabs measured. According to the soft-shelled protocol, two of the eight grids were closed due to high incidence of soft-shelled crabs in catches (Fig. 12).

The percentage of soft-shelled males (all male crabs regardless of size) in the catches (from sea sampling weighted by the landings) was 7.8% in 2009, a decrease from 2008 but among the highest of the time series beginning in 1995 (Table 3). Within the commercial-sized adult male catch, the percentage with carapace conditions 1 and 2 increased dramatically in 2009 to reach 27.7%, compared to values ranging between 0% and 6.6% during 2000 to 2008. The percentage of commercial-sized adult males with carapace condition 3 fell to 66.1% in 2009, the lowest value since 2000. The percentage of commercial-sized adult males with carapace conditions 4 and 5 decreased from 2000 (18.6%) to 2007 (1.4%), increased in 2008 (8.4%) and then decreased to 6.2% in 2009.

Les pêcheurs, ont concentré leur effort de pêche dans la partie sud-est de la zone adjacente aux zones 12 et 12F (fig. 5). L'effort de pêche a diminué passant de 9 232 cl en 2008 à 4 653 cl en 2009.

La PUE moyenne dans la zone 12E a été de 14,4 kg/cl en 2009, soit la plus basse de la série chronologique (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 mais a diminué à 110,1 mm LC en 2009 (fig. 8).

En 2009, la couverture ciblée par les observateurs en mer était de 25% du nombre total de voyages. Le nombre de bateaux échantillonnés a été de huit, comprenant 43 casiers échantillonnés et 1 427 crabes mesurés. Selon le protocole de crabe à carapace molle, deux des huit quadrilatères ont été fermés en raison de l'incidence élevée de crabes à carapace molle dans les captures (fig. 12).

Le pourcentage de crabes à carapace molle (tous les mâles indépendant de la taille) dans les prises (à partir de l'échantillonnage en mer pondéré par les débarquements) a été de 7,8%, une diminution par rapport à 2008 mais parmi les plus hauts de la série chronologique qui a débuté en 1995 (tableau 3). Parmi les prises des mâles adultes de taille commerciale, le pourcentage avec conditions de carapace 1 et 2 a augmenté dramatiquement en 2009 atteignant 27,7%, comparativement à des valeurs variant entre 0% et 6,6% durant 2000 à 2008. Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 3 a chuté à 66,1% en 2009, soit la plus basse valeur depuis 2000. Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 4 et 5 a diminué de 2000 (18,6%) à 2007 (1,4%), a augmenté en 2008 (8,4%) pour ensuite diminué à 6,2% en 2009.

The percentage by carapace conditions of commercial-sized adult males Area 12E since 2000, based on sea sampling.

Le pourcentage par conditions de carapace des mâles adultes de taille commerciale dans la zone 12E depuis 2000 d'après l'échantillonnage en mer.

Carapace conditions	*2000*	*2001*	*2002*	*2003*	*2004*	*2005*	*2006*	*2007*	*2008*	*2009*
1	*1.2*	*0.2*	*0.1*	*0.1*	*0.1*	*0.0*	*0.9*	*0.0*	*2.0*	*1.4*
2	*3.1*	*0.7*	*0.6*	*2.4*	*0.2*	*1.9*	*1.0*	*0.0*	*4.6*	*26.3*
3	*77.1*	*84.8*	*91.7*	*92.0*	*95.0*	*95.1*	*92.9*	*98.5*	*85.1*	*66.1*
4	*13.9*	*12.8*	*7.1*	*5.3*	*4.1*	*2.4*	*4.7*	*1.4*	*7.5*	*6.2*
5	*4.7*	*1.5*	*0.5*	*0.1*	*0.6*	*0.6*	*0.5*	*0.0*	*0.9*	*0.0*
Total	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*

4.1.4. Area 12F

In Area 12F, the 2009 fishery opened on April 24 and closed on July 03 with reported landings of 309 t, which represents 66.5% of their quota of 465 t. There were 18 permanent harvesters in 2009; 11 were from the Magdalen Islands and 7 from Cape Breton.

The fishing effort was concentrated in the northern and southern parts of Area 12F (Fig. 5). The fishing effort increased from 12,252 th in 2007 to 15,504 th in 2008 and decreased to 14,045 th in 2009 (Table 2).

The Area 12F mean CPUE in 2009 (22.0 kg/th) shows a decrease since 2005 (93.7 kg/th) (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 108.5 mm CW by 2009 (Fig. 8).

In 2009, the target at-sea observer coverage was 25% of the total number of trips. The number of trips sampled was 56 consisting of 284 traps sampled and 9,088 crabs measured.

The percentage of soft-shelled males (all male crabs regardless of size) in the catches (from sea sampling weighted by the landings) increased from 2.4% in 2007 to 11.4% in 2009 (Table 3). All the three sectors within Area 12F were closed due to the high incidence of soft-

4.1.4. Zone 12F

Dans la zone 12F, la pêche en 2009 a débuté le 24 avril et s'est terminée le 03 juillet, avec des débarquements reportés de 309 t, ce qui représente 66,5% de leur quota de 465 t. Il y avait 18 pêcheurs permanents en 2009 dont 11 provenaient des Iles-de-la-Madeleine et 7 du Cap-Breton.

L'effort de pêche a été concentré dans les parties nord et sud de la zone 12F (fig. 5). L'effort de pêche a augmenté passant de 12 252 cl en 2007 à 15 504 cl en 2008 et a diminué à 14 045 cl en 2009 (tableau 2).

La PUE moyenne dans la zone 12F en 2009 (22,0 kg/cl) montre une diminution depuis 2005 (93,7 kg/cl) (tableau 2). 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 108,5 mm LC par 2009 (fig. 8).

En 2009, la couverture ciblée par les observateurs en mer était de 25% du nombre total de voyages. Le nombre de bateaux échantillonnés a été de 56, comprenant 284 casiers échantillonnés et 9 088 crabes mesurés.

Le pourcentage de crabes à carapace molle (tous les mâles indépendant de la taille) dans les prises (à partir de l'échantillonnage en mer pondéré par les débarquements) a augmenté passant de 2,4% en 2007 à 11,4% en 2009 (tableau 3). Tous les trois secteurs à l'intérieur

shelled crabs in catches (Fig. 13). The percentage of commercial-sized males of carapace conditions 1 and 2 was 25.8% in 2009, the highest since 2000. The percentage of commercial-sized adult males of carapace conditions 4 and 5 decreased in 2009 (2.0%) compared to 2008 (9.6%). The percentage of commercial-sized adult males with carapace condition 3 fluctuated between 84.4% in 2000 and 91.6% in 2006, and then decreased to 72.2% by 2009.

de la zone 12F ont été fermés en raison de l'incidence élevée de crabes à carapace molle dans les captures (fig. 13). Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 1 et 2 a été de 25,8% en 2009, le plus haut niveau depuis 2000. Le pourcentage des mâles avec conditions de carapace 4 et 5 a diminué en 2009 (2,0%) comparativement à 2008 (9,6%). Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 3 a fluctué de 84,4% en 2000 à 91,6% en 2006 et a diminué à 72,2% par 2009.

The percentage by carapace conditions of commercial-sized adult males in Area 12F since 2000, based on sea sampling.

Le pourcentage par conditions de carapace des mâles adultes de taille commerciale dans la zone 12F depuis 2000 d'après l'échantillonnage en mer.

Carapace conditions	*2000*	*2001*	*2002*	*2003*	*2004*	*2005*	*2006*	*2007*	*2008*	*2009*
1	*0.3*	*0.3*	*0.0*	*0.0*	*0.1*	*0.2*	*2.0*	*4.5*	*2.9*	*2.7*
2	*6.2*	*1.3*	*14.7*	*0.8*	*1.6*	*2.8*	*1.8*	*7.6*	*16.7*	*23.1*
3	*84.4*	*87.8*	*79.8*	*92.2*	*87.1*	*89.6*	*91.6*	*79.6*	*70.8*	*72.2*
4	*8.11*	*10.0*	*5.4*	*6.5*	*10.7*	*7.1*	*3.6*	*6.8*	*8.3*	*1.8*
5	*1.0*	*0.5*	*0.1*	*0.5*	*0.5*	*0.3*	*0.9*	*1.4*	*1.3*	*0.2*
Total	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*	*100.0*

4.1.5. Relevance of CPUE as index of fishery performance

It was documented that harvesters make every effort to improve their economic return by seeking means to maintain or improve their CPUE especially during a period of declining abundance (Hinton and Maunder 2003; Choi and Zisserson 2007). Therefore, CPUE can be an indicator of how well the fishery performed in a given year but may not be proportional to the abundance of the resource.

CPUE in the snow crab fishery may be influenced by various factors: trap size and shape, mesh size, trap saturation, density of traps fishing in the same sector, 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, population

4.1.5. Pertinence des PUE comme indice de la performance de la pêche

Il a été documenté que les pêcheurs donnaient tous les efforts pour améliorer leur revenu en recherchant les moyens nécessaires pour améliorer leurs PUE surtout dans une période de déclin de l'abondance (Hinton et Maunder, 2003; Choi et Zisserson, 2007). Par conséquent, les PUE peuvent être un indicateur pour permettre d'estimer la performance de pêche dans une année donnée mais pourraient ne pas être proportionnelles aux indices de biomasse du relevé.

Les PUE dans la pêche au crabe des neiges pourraient être 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, la densité de casiers pêchant dans le même secteur, le comportement du crabe,

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).

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).

CPUE in fisheries can increase over time as a result of technological improvements (Gulland 1964; Chiasson et al. 1992; Swain and Wade 2003) and can remain high as overall abundance declines but due to range contraction, locally high densities can be maintained and targeted by the fishery (Harley et al. 2001; Swain and Wade 2003; Choi and Zisserson 2007). In recent years, new technological developments in navigation and communication equipment, increased number of boats with water-refrigerated holding systems which allow them to fish during a longer period and an increase in the number of participants have assuredly resulted in an increased fishing power and consequently in fishing effort.

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, demeurant élevés lorsque la population diminue et que les concentrations géographiques se contactent (Harley et al. 2001; Swain et Wade 2003; Choi et Zisserson 2007). Au cours des dernières années, de nouveaux développements technologiques dans les équipements de navigation et de communication, l'augmentation du nombre de bateaux équipés d'un système de cale d'eau réfrigérée permettant de demeurer en mer plus longtemps et l'augmentation dans le nombre de participants ont assurément résulté à une augmentation de la puissance de pêche et par surcroît à l'effort de pêche.

4.2. Estimates of biomass and exploitation in 2009

4.2. Estimation de la biomasse et exploitation en 2009

Of the 355 stations sampled during the 2009 trawl survey, 37 tows were rejected and repeated (Fig. 3). This represents 10.4% of the total number of stations sampled in 2009, which is close to the time series mean of 9.3% (Table 1). The number of tows for which the Netmind© system data were deemed unusable to estimate the trawl swept area was 41, representing 11.5% of the total, lower than the time series mean of 13.5% (Table 1). The average tow swept area in 2009 (2,846.7 m^2) is within the range of the time series average of 2,636.8 ± 246.5 m^2 (Table 1).

Sur les 355 stations échantillonnées durant le relevé au chalut de 2009, 37 traits de chalut ont été rejetés et répétés (fig. 3). Ceci représente 10,4% du nombre total de stations échantillonnés en 2009, ce qui est près de la moyenne de la série chronologique de 9,3% (tableau 1). Le nombre de traits dont les données du système Netmind© n'étaient pas utilisables pour estimer la surface chalutée du trait était de 41, ce qui représente 11,5% du nombre total, ce qui est plus bas que la moyenne de la série chronologique de 13,5% (tableau 1). La surface chalutée moyenne en 2009 (2 846,7 m^2) est à l'intérieur de la marge de la moyenne de la série chronologique de 2 636,8 ± 246,5 m^2 (tableau 1).

The mean weight of commercial-sized adult

Le poids moyen des crabes adultes de taille

males in 2009 was 610.2 grams, a similarly high value since 2006 compared to the time series mean of 587.5 grams ± 24 grams. (Table 1). The mean density of commercial-sized adult males (number per km^2) decreased from 1,772.6 in 2008 to 965.0 crabs per km^2 in 2009 (Table 1). The mean density in 2009 was the lowest of the time series beginning in 1989 (Table 1).

commerciale en 2009 était de 610,2 grammes, une valeur particulièrement élevée depuis 2006 comparativement à la moyenne de la série chronologique de 587,5 ± 24 grammes (tableau 1). La densité moyenne des mâles adultes de taille commerciale (nombre par km^2) a diminué passant de 1 772,6 en 2008 à 965,0 crabes par km^2 en 2009 (tableau 1). La densité moyenne en 2009 a été la plus basse de la série chronologique débutant en 1989 (tableau 1).

The large decrease in snow crab abundance in the 2009 survey likely reflect a true change in the population, but may also reflect a change in the catchability of the gear. Although there were no indications from the trawl monitoring that the gear did not fish properly, inter-annual trends in the count of some by-caught species were examined for any evidence of a drastic decrease in the catchability of the Nephrops trawl in 2009 (Table 4). Trends in catches varied among species and none suggested a drastic decrease in 2009. Based on these results, there is no indication that the catchability of the Nephrops trawl was very different in 2009 compared to previous years.

Une diminution remarquée de l'abondance du crabe des neiges en 2009 reflète probablement un vrai changement dans la population, mais il pourrait également refléter un changement dans la capturabilité de l'engin de pêche. Malgré qu'il n'y ait aucune indication dans le suivi du comportement du chalut que l'engin ne pêchait pas adéquatement, une tendance interannuelle dans le dénombrement de quelques espèces non-visées par le chalut a été analysée pour détecter s'il y avait des évidences d'un déclin abrupt de la capturabilité du chalut Nephrops en 2009 (tableau 4). Le nombre par trait pour chaque espèce non-visée indique des tendances variées et ne suggère guère une diminution abrupte en 2009. En se basant sur ces résultats, il n'y a aucune indication qui puisse supporter que la capturabilité du chalut Nephrops était différente en 2009 comparativement aux années précédentes.

4.2.1. Southern Gulf

The 2009 sGSL trawl survey estimate of the commercial biomass, based on kriging, was 26,100 t (95% confidence intervals (C.I.) range of 23,400 to 29,000 t), a decrease of 46% compared to the 2008 estimate of 48,000 t (43,800 – 52,400 t), and the second lowest value since 1989 (Table 5). The commercial biomass in the sGSL has been decreasing since 2004, which was then estimated at 84,900 t (76,500 – 93,900 t). The highest concentrations of the commercial biomass from the 2009 trawl survey were mainly observed in Chaleur Bay, Bradelle Bank, Shediac Valley, the southern part of the Magdalen channel and in Area 19 (Fig. 14).

4.2.1. Sud du golfe

Le relevé au chalut de 2009 a révélé une biomasse commerciale dans le sGSL, estimé à partir du krigeage, de 26 100 t (intervalles de confiance (I.C.) de 95% variant de 23 400 à 29 000 t) , une diminution de 46% comparativement à l'estimation du relevé de 2008 de 48 000 t (43 800 – 52 400 t) et représente la deuxième plus basse valeur depuis 1989 (tableau 5). La biomasse commerciale dans le sGSL diminue depuis 2004, qui était estimé alors à 84 900 t (76 500 – 93 900 t). Les hautes concentrations de la biomasse commerciale provenant du relevé de 2009 ont été observées principalement dans la baie des Chaleurs, le banc Bradelle, la vallée

de Shédiac, la partie sud du canal des Iles-de-la-Madeleine et dans la zone 19 (fig. 14).

The recruitment to the fishery at the time of the 2009 survey was estimated at 15,500 t (13,300– 17,900 t) and represents 59% of the commercial biomass (Table 5). The fishery recruitment decreased by 43% compared to the 2008 estimates of 27,100 t (24,100 – 30,300 t). Recruitment has declined by 76% since 2004, which was then estimated at 64,600 t (57,400 – 72,500 t). The residual biomass (adult commercial-sized males with carapace conditions 3, 4 and 5) decreased by 48% from 20,700 t (17,900 – 23,800 t) in 2008 to 10,700 t (9,200 – 12,300 t) in 2009 (Table 5).

Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé de 2009 a été estimé à 15 500 t (13 300 – 17 900 t), ce qui représente 59% de la biomasse commerciale (tableau 5). Ce recrutement a diminué de 43% comparativement à l'estimation de 2008 qui était de 27 100 t (24 100 – 30 300 t). Le recrutement à la pêcherie a diminué de 76% depuis 2004, qui était alors estimé à 64 600 t (57 400 – 72 500 t). La biomasse résiduelle (mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5) a diminué de 48% passant de 20 700 t (17 900 – 23 800 t) en 2008 à 10 700 t (9 200 – 12 300 t) en 2009 (tableau 5).

A comparison between the Bayesian model predicted fishery recruitment in 2009 based on the abundance of prerecruits in 2008 and the observed abundance of this recruitment from the 2009 survey indicated that the estimated recruitment abundance in 2009 was within the 95% confidence interval of the predicted value (Fig. 15). The relationship between the abundance of prerecruits R-2 at year *t* and the recruitment to the fishery at year *t* + 1 is shown shown in Figure 16. A number of factors can account for the variation in the recruitment rate of the prerecruits R-2 to the commercial-sized adult stage including unaccounted bycatch mortality, sampling uncertainties, natural mortality and molting schedule of precreruits (skip molting, molting to adolescent phase or molting to adult phase) especially if density-dependent phenomena occur.

Une comparaison entre le recrutement à la pêcherie prédite pour 2009 selon le modèle Bayésien à partir de l'abondance des prérecrues en 2008 et l'abondance observée de ce recrutement à partir du relevé de 2009 a indiqué que l'abondance estimée du recrutement en 2009 se situait dans la gamme inférieure des intervalles de confiance de 95% de la valeur prédite (fig. 15). La relation entre l'abondance des prérecrues R-2 à l'année *t* et du recrutement à la pêcherie à l'année *t* + 1 est présentée dans la figure 16. Un certain nombre de facteurs peut contribuer à la variabilité dans le taux de recrutement des prérecrues R-2 jusqu'au stade des mâles adultes de taille commerciale incluant la mortalité des prises accidentelles non-reportées, les incertitudes en raison de l'échantillonnage, la mortalité naturelle et le processus de la mue des prérecrues (sauts de mue, mue à la phase adolescente ou à la phase adulte) spécialement si les phénomènes de densité-dépendance se produisent.

In 2009, there was a considerable increase in the estimated numbers of landed soft-shelled crab and white crab commercial-sized adult crab. These crabs comprised an estimated 13.5% (by numbers) of the landed catch in the sGSL, and are equivalent to 20% of the 2010 estimated recruitment post-fishery for the

En 2009, il y a eu une augmentation considérable du nombre estimatif de crabes à carapace molle et de crabes blancs adultes de taille commerciale dans les débarquements. Selon les estimations, ces crabes constituaient 13,5% (en nombre) des prises débarquées provenant du sGSL, ce qui est équivalent à

sGSL. Unaccounted fishing mortality affects the model predictions of recruitment to the fishery based on the abundance of precrecruits R-2. Mortality of soft-shelled or white crabs also reduces the yield of the resource and the reproductive potential of the stock.

20% du recrutement estimé à la pêche de 2010 dans le sGSL. La mortalité non-comptabilisée par la pêche affecte le modèle sur les prévisions du recrutement à la pêche basée sur l'abondance des prérecrues R-2. La mortalité que connaissent les crabes à carapace molle ou les crabes blancs réduit aussi le rendement de la ressource et le potentiel reproducteur du stock.

4.2.2. Area 12

The 2009 trawl survey estimate of commercial biomass for Area 12 was 22,100 t (19,700 – 24,700 t), which represents a 51% decrease compared to the 2008 estimate of 44,700 t (41,100 – 48,600 t) (Table 6). The commercial biomass in Area 12 has decreased by 71% from the peak in 2004 (Table 6). The recruitment to the fishery at the time of the survey was estimated at 12,900 t (11,000 – 15,000 t), representing 58% of the commercial biomass index (Table 6). The recruitment to the fishery in 2009 decreased by 50% compared to the 2008 estimate of 25,500 t (22,800 – 28,400 t) and by 79% since 2004, which was estimated at 60,800 t (54,600 – 67,400 t). The 2009 residual biomass (Table 6), estimated at 9,300 t (7,900 – 10,700 t), decreased by 51% compared to the 2008 estimate of 18,900 t (16,500 – 21,400 t).

4.2.2. Zone 12

Le relevé au chalut de 2009 a révélé un indice de la biomasse commerciale dans la zone 12 de 22,100 t (19 700 – 24 700 t), ce qui représente une diminution de 51% comparativement à l'estimation du relevé de 2008 de 44 700 t (41 100 – 48 600 t) (tableau 6). La biomasse commerciale dans la zone 12 a diminué de 71% depuis le sommet de 2004 (tableau 6). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé a été estimé à 12 900 t (11 000 – 15 000 t), ce qui représente 58% de l'indice de la biomasse commerciale (tableau 6). Ce recrutement à la pêcherie a diminué de 50% comparativement à l'estimation de 2008 qui était de 25 500 t (22 800 – 28 400 t). Le recrutement à la pêcherie a diminué de 79% depuis 2004, qui était estimé à 60 800 t (54,600 – 67 400 t). La biomasse résiduelle (tableau 6) en 2009 estimée à 9 300 t (7 900 – 10 700 t) a diminué de 51% comparativement à l'estimation de 2008 qui était de 18 900 t (16 500 – 21 400 t).

4.2.3. Area 19

The 2009 post-fishery trawl survey estimate of the commercial biomass was 3,400 t (2,800 – 4,000 t) while it was estimated in 2008 at 3,100 t (2,300 – 4,200 t) (Table 6). The recruitment was estimated at 2,400 t (2,000 – 2,900 t) (Table 6). The residual biomass was estimated at 1,000 t (700 – 1,400 t), (Table 6).

4.2.3. Zone 19

Le relevé au chalut post-saison de 2009 a révélé une biomasse commerciale estimée à 3,400 t (2 800 – 4 000 t) alors qu'elle était estimée à 3 100 t (2 300 – 4 200 t) en 2008 (tableau 6). Le recrutement à la pêcherie a été estimé à 2 400 t (2 000 – 2 900 t) (tableau 6). La biomasse résiduelle a été estimée à 1 000 t (700 – 1 400 t), (tableau 6).

4.2.4. Areas 12E and 12F

The snow crab in Areas 12E and 12F are not biologically distinct from those of Areas 12 and 19. In both areas 12E and 12F, crab

4.2.4. Zones 12E et 12F

Le crabe des neiges dans les zones 12E et 12F n'est pas biologiquement distinct de celui des zones 12 et 19. Dans les deux zones, les

concentrations were found near the boundaries of the concentrations in the southern Gulf and the biomass estimates had very large confidence intervals and consequently very uncertain).

concentrations de crabes ont été trouvées près des limites des zones et les intervalles de confiance des estimations de biomasse ont été grands, et par conséquemment très incertaines.

Area 12E

The Area 12E commercial biomass from the 2009 trawl survey was estimated at 190 t (60 – 480 t) (Table 7). The recruitment to the fishery of 70 t (10 – 300 t) represents 36% of the 2009 commercial biomass (Table 7). It is difficult to predict the commercial biomass in this very small fishing area as it is strongly affected by the stock condition in adjacent areas, particularly Area 12. Given the wide confidence intervals and the absence of significant differences in the past few years, the biomass estimate in Area 12E should be interpreted with caution.

Zone 12E

La biomasse commerciale du relevé de 2009 dans la zone 12E a été estimée à 190 t (60 – 480 t) (tableau 7). Le recrutement à la pêcherie estimé à 70 t (10 – 300 t) représente 36% de la biomasse commerciale de 2009 (tableau 7). Il est difficile de projeter un indice de biomasse commerciale dans cette petite surface de pêche comme elle est fortement affectée par la condition du stock des zones adjacentes, surtout de la zone 12. Considérant les grands intervalles de confiance et l'absence de différences significatives au cours des dernières années, la biomasse estimée dans la zone 12E doit être interprétée avec prudence.

Area 12F

In Area 12F, the commercial biomass from the 2009 survey was estimated at 1,190 t (750 – 1,770 t) (Table 7). The recruitment to the fishery of 920 t (580 – 1,400 t) represents 78% of the 2009 commercial biomass (Table 7). Considering the wide confidence intervals and the absence of significant differences in the past few years, the biomass estimate in Area 12F should be interpreted with caution.

Zone 12F

Dans la zone 12F, la biomasse commerciale du relevé de 2009 a été estimée à 1 190 t (750 – 1 770 t) (tableau 7). Le recrutement à la pêcherie estimé à 920 t (580 – 1 400 t) représente 78% de la biomasse commerciale de 2009 (tableau 7). Considérant les grands intervalles de confiance et l'absence de différences significatives au cours des dernières années, la biomasse estimée dans la zone 12F doit être interprétée avec prudence.

4.2.5. Exploitation rate

The exploitation rate in the sGSL in 2009, which is the ratio between the catch of the 2009 fishery and the commercial biomass estimated from the 2008 trawl survey, was 50%. Exploitation rates have followed a rising trend since the mid 1990s, a period for which rates around 15% were estimated (Fig. 17).

4.2.5. Taux d'exploitation

Le taux d'exploitation dans le sGSL en 2009, qui est le rapport entre les prises de la pêche de 2009 et la biomasse commerciale estimée d'après le relevé au chalut de 2008, était de 50%. Ces taux ont suivi une tendance ascendante depuis la mi-1990, pendant laquelle les taux d'environ 15% ont été estimés (fig. 17).

4.2.6. Total loss of commercial-sized adult males

The total loss of commercial-sized adult male snow crab in the sGSL from all sources including fishing between 2008 and 2009 was estimated to have been 78%, the total loss has varied between 35% and 88% since 1991 (Fig. 17). Comparing yearly survey estimates to reported landings of commercial adult-sized males only, the loss of commercial-sized adult males not attributed to fishing in the sGSL (Wade et al. 2003) was estimated at 22 % for 2008-2009 and 29% for the time series (Fig. 18). This estimated loss of commercial-sized males could be attributable to a number of factors, including natural mortality, fishery discard induced mortalities, emigration and variability in survey estimates.

4.2.6. Perte totale des crabes adultes de taille commerciale

La perte totale des crabes des neiges mâles adultes de taille commerciale dans le sGSL provenant de toutes sources incluant la pêche entre 2008 et 2009 a été estimée à être 78%, la perte totale a varié entre 35% et 88% depuis 1991 (fig. 17). La comparaison des estimations d'une année à l'autre et des débarquements déclarés des crabes adultes de taille commerciale seulement, la perte des mâles adultes de taille commerciale non attribuée à la pêche dans le sGSL (Wade et al. 2003) a été estimée à 22% pour la période 2008-2009 et 29% pour la série chronologique (fig. 18). Cette perte des mâles de taille commerciale pourrait être attribuable à plusieurs facteurs incluant la mortalité naturelle, les mortalités dues aux rejets, à l'émigration et à une variabilité dans les estimés du relevé.

4.2.7. Reproductive potential

The abundance of hard-shelled adult males and mature females was not synchronized because of size and age differences terminal molt (Figs. 19 and 20). For example, when the abundance of mature females was high, the abundance of either hard-shelled adult males ≥ 95 mm CW or hard-shelled adult males < 95 mm CW was 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 of mature females has been decreasing since 1990 (Fig. 20). The annual mean size of mature females increased from 60.2 mm CW in 1988 to 63.4 mm CW in 1995, gradually decreased to 57.4 mm CW in 1999, and then increased to 61.5 mm CW in 2005 (Fig. 21). The mean size slightly decreased to 59.5 mm CW by 2009 (Fig. 21).

4.2.7. Potentiel reproducteur du stock

Les abondances annuelles des mâles adultes à carapace dure et des femelles matures n'ont pas été synchronisées en raison de la différence de la taille et l'âge à la mue terminale (figs. 19 et 20). Par exemple, lorsque les abondances des femelles matures étaient élevées, les abondances des mâles adultes ≥ 95 mm LC à carapace dure ou des mâles adultes < 95 mm LC à carapace dure étaient faibles et vice-versa. 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. Une diminution de l'abondance des femelles matures dans les relevés au chalut a été observée depuis 1990 (fig. 20). La taille moyenne annuelle des femelles matures a augmenté passant de 60,2 mm LC en 1988 à 63,4 mm LC en 1995, a diminué graduellement à 57,4 mm LC en 1999, et a augmenté par la suite pour atteindre 61,5 mm LC en 2005 (fig. 21). La taille moyenne a légèrement diminué à 59,5 mm LC par 2009 (fig. 21).

5.0. RISK ANALYSIS OF CATCH OPTIONS AND PROGNOSIS

Interim reference points which conform to the Precautionary Approach have been developed for the snow crab biological unit from the sGSL (DFO 2010). The upper stock reference point (BUSR) is 34,000 t of commercial-sized adult males of all carapace conditions as estimated from the trawl survey (Fig. 22). The biomass limit reference point (Blim) value is 9,400 t (Fig. 22). These crabs become hard shelled commercial-sized adult males as of January of the year following the trawl survey. The biomass limit reference point was chosen as the lowest biomass of hard shelled commercial-sized adult males (residual biomass estimated from the trawl survey) which produced good recruitment rates of Instar VIII (DFO 2010). The removal reference point (Flim) has been set at 40.1% (Fig. 22), which is the annual traditional exploitation rate calculated as catch (weight) in year t+1 divided by the estimated biomass of commercial-sized adult male crab from the post-fishery trawl survey in year t (DFO 2010). These interim reference points are specific to the snow crab biological unit from the sGSL.

5.1. Risk analysis of catch options for 2010

The risk analysis of catch options for the sGSL considers the probabilities of being below B_{lim} and the probability of exceeding F_{lim} for catch options in the 2010 fishery. As well, the probabilities of the commercial-sized adult male biomass estimated from the post-fishery trawl survey, being over than B_{USR} and of a decrease in this biomass from 2009 levels for catch options in the 2010 fishery were also provided. The choice of catch options and the decision on the risk levels were left to fisheries management and the stakeholders.

5.0. ANALYSE DE RISQUES DES OPTIONS DE CAPTURES ET PRONOSTIC

Les points de référence provisoires conforment à l'approche de précaution ont été développés pour l'unité biologique du crabe des neiges du sGSL (MPO 2010). Le point de référence du niveau supérieur du stock (BNSR) est de 34 000 t de mâles adultes de taille commerciale de toutes conditions de carapace tels qu'estimés par le relevé au chalut (fig. 22). La valeur du niveau de référence de la biomasse limite (Blim) est de 9 400 t (fig. 22). Ces crabes seront des mâles adultes de taille commerciale à carapace dure en janvier suivant l'année du relevé au chalut. Le niveau de référence de la biomasse limite a été choisi comme étant la plus basse biomasse des mâles adultes de taille commerciale à carapace dure (biomasse résiduelle estimée à partir du relevé) qui a produit un bon taux de recrutement des stades VIII (MPO 2010). Le niveau de référence limite de prélèvement (Flim) a été établi à 40,1% (fig. 22), qui est le taux d'exploitation traditionnel annuel calculé en divisant les débarquements (poids) à l'année t+1 par la biomasse des mâles adultes de taille commerciale à partir du relevé au chalut post-saison à l'année t (MPO 2010). Ces points de référence provisoires sont spécifiques à l'unité biologique du sGSL.

5.1. Analyse de risques des options de capture pour 2010

L'analyse de risques des options de capture pour le sGSL considère les probabilités d'être en dessous de B_{lim} et la probabilité d'excéder F_{lim} pour les options de capture dans la pêche de 2010. Aussi, les probabilités que la biomasse des mâles adultes de taille commerciale estimée à partir de relevé au chalut post-saison soit plus élevée que B_{NRS} et d'une diminution de cette biomasse des niveaux de 2009 selon les options de capture pour la pêche de 2010 ont été produites. Le choix des options de capture et les décisions

par rapport aux niveaux de risque ont été laissés aux gestionnaires des pêches et aux intervenants de la pêche.

The estimated commercial-sized adult male biomass available for the 2010 fishery was 26,100 t (23,400 to 29,000 t).

L'estimation de la biomasse des mâles adultes de taille commerciale disponible pour la pêche de 2010 a été de 26 100 t (23 400 – 29 000 t).

The mean weight of commercial-sized adult male crab available to the fishery in 2010 was predicted at 610.5 grams (Table 8). The recruitment of commercial-sized adult male crab in 2010, which will be soft-shelled crab during the fishery season, was estimated using the Bayesian model described by Surette and Wade (2006) and applied to the data for the entire sGSL (Table 8; Fig. 23). The predicted recruitment (in number) in 2010 is 42.6 million commercial-sized adult male crab (95% C.I. range of 27.5 to 62.6 million), representing a recruitment biomass equivalent of 26,000 t (95% C.I. range of 16,800 to 38,200 t).

Le poids moyen des mâles adultes de taille commerciale disponible pour la pêche de 2010 a été prévu d'être 610,5 grammes (tableau 8). Le recrutement des mâles adultes de taille commerciale en 2010, qui seront à carapace molle durant la saison de pêche, a été estimé selon le modèle Bayésien décrit dans Surette et Wade (2006) et appliqué aux données pour l'ensemble du sGSL (tableau 8; fig. 23). Le recrutement prévu (en nombre) en 2010 est de 42,6 millions de crabes mâles adultes de taille commerciale (I.C. de 95% variant de 27,5 à 62,6 millions), représentant une biomasse de recrutement équivalent à 26 000 t (I.C. de 95% variant de 16 800 à 38 200 t).

Based on these projections for 2010, the risk analysis of catch options relative to the management objectives were summarized in Figure 24. For example, at a catch option of 11,000 t for the 2010 fishery, there was 69% chance of exceeding the fishing rate limit reference point (F_{lim}) and a 94% chance of falling below the biomass limit reference point (B_{lim}) (Fig. 24). Similarly, with a catch option of 11,000 t, there was only a 10% chance that the commercial biomass in 2010 post-fishery will exceed the biomass upper stock reference (B_{USR}) and a 40% chance that the commercial biomass in 2010 will be less than the commercial biomass in 2009 (Fig. 24).

En se basant sur ces projections pour 2010, une analyse de risque des options de capture par rapport aux objectifs de gestion ont été résumés dans la figure 24. Par exemple, à un niveau de prises de 11 000 t pour la pêche de 2010, la probabilité que le taux d'exploitation dépasse le niveau de référence limite (F_{lim}) a été de 69% et la probabilité que la biomasse tombe sous le niveau de référence limite (B_{lim}), de 94% (fig. 24). Dans le même ordre d'idées, à un niveau de prises de 11 000 t, la probabilité que la biomasse dépasse le niveau de référence supérieur (B_{NRS}) a été à 10% et la probabilité que la biomasse de crabes de taille commerciale diminue en 2010 par rapport à 2009, à 40% (fig. 24).

The estimated commercial biomass in the sGSL in 2009 (26,100 t) was in the cautious zone of the precautionary approach framework (Fig. 22). When the stock is in the cautious zone, the exploitation regime should be defined at a level to favour stock increase toward B_{USR}.

L'estimation de la biomasse commerciale dans le sGSL en 2009 (26 100 t) s'est située dans la zone de prudence du cadre de l'approche de précaution (fig. 22). Lorsque le stock se situe dans la zone de prudence, le régime d'exploitation devrait être défini à un niveau favorisant l'augmentation des effectifs du stock vers B_{NSR}.

5.2. Prognosis

The recruitment of commercial-sized adult male crab to the fishery was expected to remain low into 2011 due to the low abundance of adolescent males of sizes larger than 83 mm (R-2), as observed in the trawl survey in 2009 (Table 8; Fig. 25). An increasing trend in recruitment to the fishery was anticipated for the 2012 fishery based on the abundance of prerecruits between 69 and 82 mm (R-3) and between 56 and 68 mm CW (R-4), (Table 8; Fig. 25). The 2009 surface area occupied by the prerecruits ≥ 56 mm CW remained stable comparable to 2008 and was mostly observed in Chaleur Bay, Area 19, Shediac Valley and the southeastern part of Area 12 (Fig. 26). The abundance of males and females instar VIII with a CW between 34 and 44 mm has decreased since 2007 (Fig. 27). The abundance peaks of these instars VIII from 2006 to 2009 were 42% lower than the peak observed from the last recruitment waves from 1995 to 1999 (Fig. 27).

The commercial biomass available in any year will depend in large part on the exploitation rate of the previous year, higher exploitation rates may result in further decline. Since 2000, this fishery has become largely dependent on the annual recruitment rather than on the accumulated remaining biomass from one year to the next. Based on indicators from younger stages, recruitment is likely to increase starting for the 2012 fishery.

In recent years, the mean weight of commercial adult males from the trawl survey samples has remained high (Table 1) compared to the historical mean. Although the molting mechanism cannot be fully predicted, a possible decline in the mean weight of commercial-sized adult males, together with the expected low abundance in the new recruitment to the fishery (R-1), may negatively impact on the level of the commercial biomass index in the short term.

5.2. Pronostic

Le recrutement à la pêcherie dans le sGSL a été prévu de demeurer bas jusqu'en 2011 en raison de la faible abondance des adolescents de tailles plus grand que 83 mm (R-2) telle qu'observée à partir du relevé au chalut de 2009 (tableau 8; fig. 25). Une tendance à une augmentation du recrutement à la pêcherie a été anticipée pour la pêche de 2012 en se basant sur l'abondance des mâles adolescents de taille entre 69 et 82 mm (R-3) et entre 56 et 68 mm (R-4) observée dans le relevé de 2009 (tableau 8; fig. 25). La surface occupée par les prérecrues ≥ 56 mm LC en 2009 a demeuré stable comparativement à 2008 et a 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. 26). L'abondance des mâles et femelles au stade VIII avec une LC entre 34 et 44 mm a diminué depuis 2007 (fig. 27). Le sommet de l'abondance de ces instars VIII observé de 2006 à 2009 a été 42% plus bas que celui observé lors de la dernière vague de recrutement de 1995 à 1999 (fig. 27).

La biomasse commerciale disponible à n'importe quelle année va dépendre en grande partie du taux d'exploitation de l'année précédente, des taux d'exploitation élevés pourraient résulter à un autre déclin. Depuis 2000, la pêcherie est plus dépendante du recrutement annuel à la pêcherie que sur une accumulation de la biomasse résiduelle d'une année à l'autre. En se basant sur les indicateurs des plus jeunes stades, le recrutement devrait augmenter par la pêche de 2012.

Lors des récentes années, nous observons dans nos relevés au chalut que le poids moyen des mâles adultes de taille commerciale a demeuré élevé (tableau 1). Rien que l'on ne puisse prédire avec précision le mécanisme de la mue, une diminution future du poids moyen des mâles adultes de taille commerciale, combinés avec une prévision d'un recrutement à la pêcherie (R-1) faible, pourraient avoir un impact négatif sur le niveau de l'indice de la biomasse commerciale

The estimated abundances of immature and pubescent females in the population in recent years have been low (Figs. 20 and 28). The abundance of mature females is expected to increase in the short term, but it is expected to be at a much lower level of abundance compared to those observed from the 1989-1992 and 1999-2002 survey periods (Figs. 20 and 28).

As a new wave of recruitment to the fishery is expected in the coming years, the continuation of the current soft-shelled crab protocol would provide protection to the prerecruits which will protect the future yield and reproductive potential of the stock.

The soft-shelled protocol used since 2000 allows for closure of grids or sectors when the catch of soft-shelled males exceeded 20% in commercial traps. It has been effective, compared to the application of the protocol during 1990 to 1999, in limiting the catch of soft-shelled crabs. The percentage of soft-shelled crab in the catches has remained low and unrelated to the index of soft-shelled crab potential since 2000 in contrast to the 1990 to 1999 period during which there was a positive association between the percentage of soft-shelled crab in the catches and the index of potential soft-shelled crab (Fig. 29.) The current protocol has limited the catch of soft-shelled males in commercial traps despite a high proportion of potential soft-shelled crabs in the stock.

à court-terme.

L'abondance des femelles immatures et pubères dans la population dans les années récentes ont été basse (figs. 20 et 28). L'abondance des femelles matures est prévue d'augmenter à court-terme mais elle est prévue d'être beaucoup moins élevée que celles observées dans les relevés lors des périodes de 1989-1992 et 1999-2002 (figs. 20 et 28).

Comme une nouvelle vague du recrutement à la pêcherie est prévue dans les prochaines années, on devrait continuer à maintenir le présent protocole de crabes à carapace molle afin de maximiser le rendement futur et le potentiel reproducteur du stock.

Le protocole de crabes à carapace molle utilisé depuis 2000 permet la fermeture de petits quadrilatères ou secteurs lorsque les captures de crabes à carapace molle dépassent 20% dans les casiers commerciaux. Le protocole utilisé présentement est efficace à limiter la capture des crabes à carapace molle comparativement à l'application du protocole utilisé de 1990 à 1999. Le pourcentage de crabes à carapace molle dans les prises a demeuré bas et non relié à l'indice du potentiel des crabes à carapace molle depuis 2000 contrairement à la période de 1990 à 1999 durant laquelle il y avait une association positive entre le pourcentage de crabes à carapace molle et l'indice du potentiel de crabes à carapace molle (fig. 29). Le présent protocole a limité la capture des crabes à carapace molle dans les casiers commerciaux malgré une haute proportion du potentiel des crabes à carapace molle dans la population.

6.0. UNCERTAINTIES

6.1. Change in the survey protocol

Over the years, different boats have been used 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-

6.0. INCERTITUDES

6.1. Changement au protocole du relevé

Au cours des ans, différents bateaux ont été utilisés pour effectuer le relevé au chalut. Entre 1988 et 1998, le "Emy-Serge", un chalutier avec déploiement sur le côté en bois de 65 pieds avec un engin d'une puissance de

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, the number of sampling stations and survey study area has increased since 1988. The standardization for the tow length, trawl opening width and area polygon for the time series 1988 to 2006 is described in Moriyasu et al. (2008). Without a comparative survey, it was not possible to estimate the potential effect of different vessels.

375 force de moteur, a été utilisé. Entre 1999 et 2002, le “Den C. Martin”, un chalutier avec déploiement sur 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 avec déploiement sur l’arrière en fibre de ver de 65 pieds ayant 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 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 décrite dans Moriyasu et al. (2008). Puisque aucune étude de comparaison n’a été effectuée, il n’est pas possible d’estimer l’effet potentiel du changement de bateaux.

6.2. Growth

Recruitment to the fishery for 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 conditions. In Atlantic snow crab stocks, the biomass of commercial-sized adult male crab appears to fluctuate in a cyclical manner characterized by periods of 3 to 4 years of high recruitment to the population followed by 3 to 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 were 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

6.2. 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 les stocks de crabe des neiges de l’atlantique, la biomasse des crabes mâles adultes de taille commerciale semble fluctuer de manière cyclique caractérisé par des périodes de l’arrivée d’une grande abondance de recrutement 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 ont été 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

terminal phase for a given size group may be density-dependent rather than genetically determined. Waiwood and Elner (1982) hypothesized that the removal of large old crab would release the snow crab population from a "stagnant" to a "dynamic" high-growth phase. 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 stage instead of molting to the terminal phase. Alternatively growth could be inhibited resulting in an increased abundance of skip molters. The annual trawl survey conducted in the sGSL since 1988 showed a very high (up to 50–60% in peak years) skip molting rate in adolescent males larger than 50 mm CW. Such a high percentage of skip molters occurring in a period of high population abundance may reflect a density-dependent effect on the molting schedule of larger adolescent males. This may be a driving factor affecting the strength and timing of recruitment to the fishery.

Comeau et al. (1998a) ont émis l'hypothèse que la mue pour la phase terminale, pour un groupe d'une taille donnée, pourrait être provoquée par des facteurs reliés à la densité plutôt qu'à des caractères génétiques. Waiwood et Elner (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. 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. En contre partie, 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 a révélé un taux élevé des crabes sauts de mue (jusqu'à 50-60% lors des années de grandes abondances) 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 l'arrivée du recrutement à la pêcherie.

6.3. Movement

The spatial and temporal distribution of commercial-sized crabs was characterized by patchy concentrations of crab in the western and eastern portions of the sGSL which have expanded and contracted in area similarly throughout the last decade.

Tagging studies indicated a general and consistent exchange over the years between local fishing grounds and within management areas in the sGSL (Biron et al. 2008). The limitations in the interpretation of the tagging

6.3. Déplacement

La distribution spatiale et temporelle des crabes de taille commerciale a été caractérisée par des concentrations inégales de crabes dans les portions ouest et est du sGSL qui ont augmenté et diminué en termes de surface de la même façon au cours de la dernière décennie.

Des études de marquage indiquent un échange général et consistant des crabes entre les fonds de pêches locales et entre les zones de gestion dans le sGSL au cours des années (Biron et al. 2008). Les limitations

study results includes: 1) tagging studies to date only described displacement between two points in time (point A release to point B recapture), 2) the recaptures are limited to fishing locations in any given year and 3) the tag return rates and mortality rates of tagged crab are unknown.

dans l'interprétation des résultats de marquage-recapture inclues : 1) le marquage nous a donné seulement la distance entre les points A (relâche) et B (recapture) dans le temps, 2) les captures ont provenu essentiellement des lieux de pêche pour une année donnée, et 3) le taux de retour d'étiquette et le taux de mortalité sont inconnus.

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 12E in 1997), generally moved towards the main habitat, the 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 tended to stay within Area 19, whereas crabs tagged during the increasing biomass phase tended to move greater distances, even outside the Gulf towards eastern Cape Breton (Area 20-22) (M. Biron, pers. comm.). There was a frequent exchange of crab, especially for adult crabs, 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 needed to better understand the movement of snow crab between the western and eastern regions of the sGSL.

Les résultats de marquage-recapture ont démontré que les crabes étiquetés dans les zones périphériques (la partie sud du canal des Iles-de-la-Madeleine en 1999 et dans la zone 12E en 1997) lors de la période de diminution de la biomasse ont eu 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 eu tendance à demeurer à l'intérieur de la zone 19 tandis que lorsque la biomasse augmentait, les crabes ont eu 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 y a eu un échange fréquent des crabes, surtout au niveau des adultes, 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 le mouvement du crabe des neiges entre les régions ouest et est du sGSL.

6.4. Highgrading

Activities such as highgrading at sea of commercial-sized crabs during the fishing season could result in mortality of discarded crab 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

6.4. Triage

Les activités comme le triage en mer des crabes de taille commerciale pourraient occasionner une mortalité des crabes rejetés en raison de la manipulation. Une exploitation sélective des crabes de bonnes qualités commerciales en pratiquant le rejet en mer lors des activités de pêche pourraient

mortality of soft-shelled crabs.

augmenter l'effort de pêche et occasionner une mortalité accrue sur les crabes à carapace molle.

In addition, discarding of soft-shelled crabs at sea can also result in an increase in non-lethal injury to crabs, such as leg loss, with negative consequences for stock productivity. Sainte-Marie et al. (1999) showed that snow crab males missing more than one walking leg have lower reproductive success than males which have all their legs. Abello et al. (1994) showed that loss of a chela constitutes 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 pairs were large adults with a hard shell and few missing legs. Good handling practices when discarding soft-shelled crabs could reduce these injuries and mitigate for these possible reproductive consequences.

De plus, le rejet en mer des crabes à carapace molle peut aussi augmenter les blessures aux crabes, tels que la perte des pattes avec des conséquences négatives dans la performance de la reproduction. Sainte-Marie et al. (1999) ont observé que les crabes des neiges mâles manquant plus d'une patte marcheuse ont moins de succès de reproduction que les crabes mâles ayant toutes leurs 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 pairs lors de l'accouplement étaient adultes de grandes tailles avec une carapace dure et peu de pattes manquantes. De bonnes manipulations des crabes à carapace molle lors du rejet en mer pourraient réduire les blessures et minimiser ces impacts possibles sur la reproduction.

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

De plus, l'exploitation exclusive des crabes de grande taille 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 vieillit et si ces crabes ne sont pas exploités, ils deviendront âgés et disparaîtront à cause de la mortalité naturelle. Une telle activité se traduirait par une augmentation du taux d'exploitation des crabes à grandes tailles, résultant à une diminution du potentiel reproducteur de la population.

6.5. Environmental factors

Environmental factors such as water temperature can affect the moulting, reproductive dynamics, and the movement of snow crab. Bottom temperatures over most of the sGSL were typically less than 3 °C, which is considered suitable thermal habitat for snow crab. Water temperature data collected during research surveys indicated that the bottom

6.5. Facteurs environnementaux

Des facteurs environnementaux, comme la température de l'eau, peuvent influer sur la mue et la dynamique de reproduction ainsi que sur les migrations du crabe des neiges. Les températures au fond dans la plus grande partie du sGSL ont été typiquement inférieures à 3°C, ce qui a été considéré comme étant un habitat thermique approprié pour le crabe des

temperatures in deeper waters of Areas 12E and 12F are higher (1 to 5°C) than in the Area 12 crab grounds (-1 to 2°C). Bottom temperatures in Area 19 are usually 1 to 2°C warmer than on the traditional crab grounds in Area 12 (Chassé and Pettipas 2009).

In 2009, near bottom temperatures in the coastal parts of Area 12 and around Prince Edward Island were significantly above normal while the deeper areas of the Magdalen Shallows were around normal. This was a major change from 2008 when most of the deeper parts of the Shallows had negative anomalies of 0 to 1°C. The warmer bottom waters of 2009 resulted in a 9% decrease relative to 2008 in the areal extent of the Gulf-wide snow crab habitat index (bottom area by water temperatures between –1 and 3°C) to less than 47,000 km^2, representing the smallest area since 1981. The mean bottom temperature within the habitat area in 2009 (0.93°C) increased compared to 2008 (0.3°C). In the 39-year data series, the 2009 mean temperature was the 11th highest. The 2009 value is significantly higher than the long term mean and is comparable to the 1999-2002 and 2005-2007 warm periods. The temperature conditions are considered to be less favorable for snow crab because the mean core-index temperature was higher than normal and the habitat area was lower. However, how these changes influence the distribution and abundance of snow crab is unknown.

neiges. Les températures au fond dans les zones 12E et 12F 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 (Chassé et Pettipas 2009).

En 2009, les températures près du fond dans les eaux côtières de la zone 12 et alentour de l'Île-du-Prince-Édouard étaient considérablement supérieures à la normale, tandis que dans les eaux plus profondes du plateau madelinien, elles s'en rapprochaient. Ce changement par rapport à 2008, lorsque la plus grande partie des eaux profondes du plateau connaissaient des anomalies négatives de 0 à 1°C, a été remarquable. Les températures au fond plus élevées en 2009 ont résulté en une baisse de 9% par rapport à 2008 de l'indice de la superficie de l'habitat du crabe des neiges (superficie du fond où la température s'est située entre -1 et 3°C) dans tout le Golfe. Cette superficie était inférieure à 47 000 km^2 en 2009, soit la plus faible depuis 1981. La température moyenne au fond à l'intérieur de l'habitat a augmenté en 2009 (0,93°C) par rapport à 2008 (0,3°C) par environ 0,6°C. La température moyenne au fond en 2009 est la onzième plus élevée de la série de données couvrant une période de 39 ans. La valeur pour 2009 est significativement plus élevée que la moyenne à long terme et se compare aux périodes de 1999-2002 et 2005-2007. Les conditions de température sont considérées comme moins favorables pour le crabe des neiges, étant donné que la température moyenne été plus élevée que la normale, d'autant plus que l'indice de la superficie de l'habitat a été également inférieur à la normale. Cependant, 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.

7.0. ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank J. Chassé and B. Pettipas from the Department of Fisheries and Oceans for providing information on oceanographic conditions in 2009. This research document was improved by comments from G. Chaput and H.P. Benoit from the Department of Fisheries and Oceans.

7.0. REMERCIEMENTS

Les auteurs aimeraient remercier J. Chassé et B. Pettipas du ministère des Pêches et Océans pour les informations sur les conditions océanographiques en 2009. Ce document de recherche a été amélioré par les commentaires de G. Chaput et H. P. Benoit du ministère des Pêches et Océeans.

8.0. REFERENCES / RÉFÉRENCES

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. DFO 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. 91: 260-270.

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. Fisheries and Environment Canada Fisheries and Marine Service Manusc. Rep. 1489.

Chassé, J. and R.G. Pettipas. 2009. Temperature Conditions in the southern Gulf of St. Lawrence during 2007 relevant to snow crab. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/087.

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 CAFSAC Res. Doc. 90/65.

Chiasson, Y.J., M. Hébert, M. Moriyasu, A. Bourgoin, 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. Zisserson. 2007. An assessment of the snow crab resident on the Scotian Shelf in 2006. DFO 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/MPO 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/MPO 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/MPO 2010. Reference points consistent with the precautionary approach for snow crab in the southern Gulf of St. Lawrence. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2010/014.

Dufour, R. 1984. Rendements comparatifs et sélectivité de trios 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). Sécrétariat canadien pour l'évaluation des stocks. Doc. Rech. 97/86.

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.

Hébert, M., E. Wade, T. Surette, and M. Moriyasu. 2008. The 2007 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. 2008/040.

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.

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. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/069.

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.

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.

TABLES

Table 1. Annual trawl survey characteristics (number of tows, number of rejected tows, number of tows for which the Netmind data were deemed unusable, mean swept area, mean density of commercial-sized adult males, and mean weight of commercial-sized adult males) in the southern Gulf of St. Lawrence since 1989.
Tableau 1. Caractéristique du relevé annuel au chalut (nombre de traits, nombre de traits rejetés, nombre de traits lorsque les données de Netmind étaient inutilisables, densité des mâles adultes de taille commerciale, poids moyen des mâles adultes de taille commerciale et surface moyenne balayée) dans le sud du golfe du St. Laurent depuis 1989.

Year/ Année	Total number of tows /Nombre total de traits	Number of rejected tows / Traits rejetés	Tows with unusable Netmind / Traits avec Netmind inutilisable	Mean swept area (m^2)/ Surface moyenne balayée (m^2)	Density of crabs (crabs/km^2)/ Densité de crabes (crabes/km^2)	Mean weight (gr)/ Poids moyen (gr)
1989	155	16	-	-	1136.6	575.91
1990	212	43	-	2412.0	2517.1	572.72
1991	215	19	28	2288.3	2946.4	604.80
1992	233	9	44	2661.2	4166.2	589.37
1993	208	11	11	2665.2	5905.2	571.83
1994	259	23	37	2577.7	5995.8	580.85
1995	263	38	68	2343.4	3937.7	592.58
1996	72	3	15	2307.2	-	-
1997	259	18	54	2245.4	2203.7	600.47
1998	261	16	99	2352.0	2020.4	596.30
1999	277	26	135	2541.6	2049.3	563.25
2000	280	26	32	2717.1	1683.4	586.58
2001	292	26	24	2658.3	2070.0	539.58
2002	319	24	18	2504.3	2374.3	545.54
2003	317	44	12	2920.6	2831.2	559.92
2004	333	27	51	3199.5	3297.7	576.76
2005	344	51	14	2777.9	2604.1	585.03
2006	354	37	35	2850.2	2419.6	616.20
2007	355	45	35	2768.1	2103.7	609.50
2008	355	47	38	2657.7	1772.6	610.72
2009	355	37	41	2846.7	965.0	610.2
Mean/ Moyenne		32.6	45.2	2695.3	2184.2	584.6

Table 2. Landings, fishing effort and catch per unit of effort (CPUE) in the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, Chionoecetes opilio, fisheries (Areas 12, 19, 12E and 12F) since 1986.
Tableau 2. Débarquements, efforts de pêche et prises par unité d'effort (PUE) dans les pêcheries du crabe des neiges, Chionoecetes opilio, du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) depuis 1986.

Year/ Année	Landings (t) Débarquements (t)				Effort (# of trap haul) Effort (# de casiers levés)				CPUE (kg/trap haul) PUE (kg/casier levé)			
	12	19	12E	12F	12	19	12E	12F	12	19	12E	12F
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
2008	20911	2929	187	431	370762	38388	9232	15504	56.4	76.3	20.3	27.8
2009	20896	2370	67	309	433527	33193	4653	14045	48.2	71.4	14.4	22.0

Table 3. Average percentage of soft-shelled males (all carapace sizes and stages) in catches (based on sea sampling) for the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, Chionoecetes opilio, fisheries (Areas 12, 19, 12E and 12F).
Tableau 3. Pourcentage moyen des mâles à carapace molle (toutes tailles de carapace et catégories) dans les prises (basé sur l'échantillonnage en mer) pour les pêcheries au crabe des neiges, Chionoecetes opilio, du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F).

Year/ Année	Area 12 Zone 12	Area 19 Zone 19	Area 12E Zone 12E	Area 12F Zone 12F
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
2008	3.0	10.2	10.1	7.3
2009	5.0	13.2	7.8	11.4

Table 4. Average annual catch in number per tow of common by-catch species (spider crab, American plaice, winter flounder, cod, whelk and sea cucumber) observed in the snow crab trawl survey conducted in the southern Gulf of St. Lawrence since 2000.

Tableau 4. Moyennes annuelles en nombre par trait des prises accessoires d'espèces communes (crabe araignée, plie américaine, plie rouge, morue, bigorneau, concombre de mer) observées durant le relevé au chalut du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis 2000.

Year/ Année	Spider crab/ Crabe araignée	American plaice/ Plie Américaine	Winter flounder/ Plie rouge	Cod / Morue	Whelk / Bigorneau	Sea cucumber / Concombre de mer
2000	6.7	59.4	0.0	7.8	6.9	0.9
2001	6.2	36.7	0.0	7.9	7.9	0.9
2002	6.0	30.4	0.1	6.9	4.9	0.8
2003	7.2	67.4	0.9	10.5	3.5	1.5
2004	8.6	58.3	2.6	6.5	6.4	1.9
2005	11.4	58.4	3.1	5.6	8.2	1.6
2006	5.7	57.5	5.6	5.6	4.1	2.7
2007	6.5	77.0	7.8	7.3	8.7	2.7
2008	5.2	79.9	10.8	9.4	7.2	3.1
2009	7.2	78.9	14.6	5.9	5.6	2.4

Table 5. Estimated biomass (t, median and 95% confidence interval range) of commercial-sized adult male snow crab, Chionoecetes opilio, in the southern Gulf of St. Lawrence, 1989 to 2009. Recruitment refers to snow crab with carapace conditions 1 and 2 whereas residual biomass refers to snow crab with carapace conditions 3 to 5.
Tableau 5. Estimation de la biomasse (t, médiane et intervalles de confiance de 95%) des mâles adultes de taille commerciale, Chionoecetes opilio, dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1989 à 2009. Recrutement désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 1 et 2 alors que la biomasse résiduelle désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 3 à 5.

	Southern Gulf/Sud du golfe		
Survey year/ Année du relevé	Biomass/ Biomasse	Recruitment/ Recrutement	Residual biomass/ Biomasse résiduelle
1989	**29000** (11600-60600)	**11000** (3500-26400)	**19700** (12300-31700)
1990	**63900** (48700-82300)	**35400** (26500-46300)	**28900** (21600-37900)
1991	**78900** (63900-96400)	**36500** (25500-50700)	**43800** (32700-57400)
1992	**108800** (89800-130600)	**64000** (52700-77100)	**46500** (37100-57400)
1993	**149700** (114000-193100)	**81700** (56600-114200)	**66800** (54500-81100)
1994	**154300** (136000-174300)	**67900** (57400-79700)	**88800** (79200-99400)
1995	**103400** (91200-116800)	**34300** (28300-41200)	**69900** (61400-79200)
1996	-	-	**-**
1997	**58600** (52500-65200)	**32000** (27700-36700)	**26800** (23300-30500)
1998	**53500** (46200-61600)	**26600** (21900-31900)	**27300** (23000-32200)
1999	**51100** (44300-58600)	**24000** (20000-28700)	**27400** (22900-32500)
2000	**43800** (34600-54700)	**34700** (27400-43200)	**9400** (6100-13900)
2001	**49600** (41300-59100)	**34400** (27900-41800)	**15500** (12300-19200)
2002	**57600** (49300-66800)	**45100** (37900-53200)	**12500** (10300-15000)
2003	**70400** (61900-79600)	**44600** (38600-51300)	**25900** (21400-31100)
2004	**84900** (76500-94000)	**64600** (57400-72500)	**20400** (17500-23600)
2005	**68200** (62300-74400)	**47200** (43200-51400)	**21300** (18100-24800)
2006	**66000** (60400-72100)	**46300** (41900-51000)	**19900** (17100-23100)
2007	**56800** (52100-61800)	**31100** (27800-34700)	**25900** (22200-29900)
2008	**48000** (43800-52400)	**27100** (24100-30300)	**20700** (17900-23800)
2009	**26100** (23400-29000)	**15500** (13300-17900)	**10700** (9200-12300)

Table 6. Estimated biomass (t, median and 95% confidence interval range) of commercial-sized adult male snow crab, Chionoecetes opilio, in snow crab management areas 12 and 19 of the southern Gulf of St. Lawrence, 1989 to 2009. Recruitment refers to snow crab with carapace conditions 1 and 2 whereas residual biomass refers to snow crab with carapace conditions 3 to 5.
Tableau 6. Estimation de la biomasse (t, médiane et intervalles de confiance de 95%) des mâles adultes de taille commerciale, Chionoecetes opilio, dans les zones de gestion 12 et 19 dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1989 à 2009. Recrutement désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 1 et 2 alors que la biomasse résiduelle désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 3 à 5.

	Area 12/Zone 12			Area 19/Zone 19		
Survey year/ Année du relevé	Commercial/ Commerciale	Reruitment/ Recrutement	Residual/ Résiduelle	Commercial/ Commerciale	Recruitment/ Recrutement	Residual/ Résiduelle
1989	**25200** (13000-44100)	**9100** (2900-22200)	**16800** (10600-26400)	-	-	-
1990	**42400** (31800-55400)	**28000** (21200-36400)	**14800** (9600-21800)	-	-	-
1991	**50800** (39400-64400)	**28800** (20300-39600)	**23200** (15500-33700)	-	-	-
1992	**82700** (68400-99100)	**52200** (43100-62600)	**31800** (24400-40700)	-	-	-
1993	**126700** (98700-160100)	**72000** (51100-98500)	**53000** (42800-65000)	**6100** (1600-16400)	**1600** (80-8000)	**5400** (4300-6800)
1994	**121900** (107500-137600)	**58600** (50400-67800)	**63700** (55900-72400)	**7900** (4600-12700)	**25600** (900-5800)	**5600** (4700-6700)
1995	**90200** (80800-100300)	**31700** (27000-37000)	**58700** (52000-66000)	**5000** (2400-9200)	**1400** (400-3700)	**3500** (1700-6400)
1996	**-**	**-**	**-**	**4100** (3100-5200)	**1900** (1300-2700)	**2200** (1700-2700)
1997	**49300** (44200-54800)	**26500** (22900-30400)	**22900** (20000-26000)	**4700** (3700-5900)	**3500** (2800-4300)	**1200** (700-1900)
1998	**44600** (38500-51300)	**22400** (18600-26900)	**22400** (18800-26400)	**6000** (4800-7500)	**3900** (3200-4900)	**2100** (1400-3000)
1999	**41500** (36000-47600)	**20600** (17400-24200)	**21100** (17500-25200)	**5800** (4600-7300)	**2200** (1500-3100)	**3600** (2900-4500)
2000	**34200** (26900-42900)	**28000** (22200-34900)	**6200** (3700-9900)	**7200** (6000-8600)	**4900** (4000-6100)	**2300** (1900-2900)
2001	**40600** (34000-48200)	**29400** (24200-35400)	**11300** (8800-14300)	**6000** (4800-7300)	**3700** (2400-4400)	**2600** (2200-3100)
2002	**48400** (41900-55700)	**39100** (33400-45500)	**9300** (7600-11300)	**5400** (4400-6600)	**3500** (2500-4600)	**1900** (1700-2300)
2003	**59400** (52500-66900)	**38900** (34000-44300)	**20700** (17000-24900)	**8600** (7500-9900)	**4600** (3700-5500)	**4000** (3500-4700)
2004	**77300** (70300-84900)	**60800** (54600-67400)	**16700** (14100-19500)	**4800** (3600-6400)	**2000** (1000-3400)	**2900** (2300-3600)
2005	**63000** (57700-68600)	**44300** (40800-48100)	**18800** (15900-22100)	**3800** (2700-5300)	**1700** (1000-2700)	**2100** (1500-2900)
2006	**60700** (55600-66000)	**42800** (38900-47000)	**17900** (15600-20600)	**4400** (3000-6200)	**2900** (1900-4400)	**1400** (1000-2000)
2007	**50600** (46400-55100)	**27000** (24000-30300)	**23700** (20700-27000)	**5500** (4300-7000)	**4000** (3100-5000)	**1500** (1000-2200)
2008	**44700** (41100-48600)	**25500** (22800-28400)	**18900** (16500-21400)	**3100** (2300-4200)	**1600** (1000-2400)	**1500** (1100-2000)
2009	**22100** (19700-24700)	**12900** (11000-15000)	**9300** (7900-10700)	**3400** (2800-4000)	**2400** (2000-2900)	**1000** (700-1400)

Table 7. Estimated biomass (t, median and 95% confidence interval range) of commercial-sized adult male snow crab, Chionoecetes opilio, in snow crab management areas 12E and 12F of the southern Gulf of St. Lawrence, 1997 to 2009. Recruitment refers to snow crab with carapace condition 1 and 2 whereas residual refers to snow crab with carapace conditions 3 to 5.
Tableau 7. Estimation de la biomasse (t, médiane et intervalles de confiance de 95%) des mâles adultes de taille commerciale, Chionoecetes opilio, dans les zones de gestion 12E et 12F dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1989 à 2009. Recrutement désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 1 et 2 alors que la biomasse résiduelle désigne le crabe des neiges avec conditions de carapace 3 à 5.

Survey year / Année du relevé	Area 12E/Zone 12E			Area 12F/Zone 12F		
	Commercial/ Commerciale	Recruitment/ Recrutement	Residual/ Résiduelle	Commercial/ Commerciale	Recruitment/ Recrutement	Residual/ Résiduelle
1997	**1450** (600-2280)	**570** (0-1200)	-	**500** (180-800)	**400** (0-990)	-
1998	**2960** (1920-4370)	**150** (0-870)	**3230** (2530-4050)	**1740** (370-5200)	**1800** (790-3590)	**580** (40-2700)
1999	**1240** (650-2150)	**210** (20-920)	**1060** (700-1500)	**1800** (600-4200)	**1870** (650-4270)	**910** (290-2190)
2000	**550** (250-1070)	**390** (70-1280)	**190** (70-430)	**2780** (2190-3480)	**960** (190-2990)	**930** (680-1250)
2001	**750** (300-1580)	**180** (10-870)	**600** (420-840)	**3800** (2790-5060)	**2930** (2270-3740)	**1160** (740-1720)
2002	**920** (460-1650)	**620** (220-1370)	**290** (190-430)	**3920** (2990-5050)	**2840** (1950-3990)	**1020** (820-1250)
2003	**860** (440-1510)	**310** (80-840)	**590** (340-940)	**3070** (2140-4280)	**2310** (1660-3120)	**790** (340-1610)
2004	**870** (460-1490)	**490** (180-1100)	**430** (240-730)	**2130** (1270-3370)	**1500** (790-2610)	**650** (250-1380)
2005	**850** (420-1530)	**640** (340-1090)	**230** (50-630)	**1920** (1020-3300)	**1390** (790-2280)	**540** (150-1370)
2006	**370** (50-1390)	**240** (20-1040)	**240** (70-580)	**560** (70-2070)	**400** (40-1640)	**270** (60-770)
2007	**590** (210-1330)	**210** (30-760)	**430** (220-760)	**1310** (610-2490)	**1040** (520-1880)	**300** (70-860)
2008	**230** (30-830)	**40** (0-270)	**200** (60-490)	**650** (180-1670)	**410** (90-1210)	**330** (100-820)
2009	**190** (60-480)	**70** (10-300)	**120** (40-280)	**1190** (750-1770)	**920** (580-1400)	**320** (120-670)

Table 8. Point estimates of abundance (x 10^6) of male prerecruits (R-4, R-3, R-2 and R-1) in the southern Gulf of St. Lawrence based on trawl survey data and forecast values from the Bayesian model for R-1 abundance and mean weight used in the risk analysis.

Tableau 8. Estimation de l'abondance (x 10^6) des mâles prérecrues (R-4, R-3, R-2 et R-1) dans le sud du golfe du Saint-Laurent basée sur les données du relevé au chalut et les valeurs de prédiction à partir du modèle Bayésien pour l'abondance des R-1 et du poids moyen utilisé dans l'analyse de risque.

Survey Year/ Année du relevé	R - 4	R - 3	R - 2	R - 1	Forecast values/ Valeurs prédites	
					R-1	Mean weight/ Poids moyen
1989	186.0	147.2	92.7	19.1	-	-
1990	258.9	223.5	135.6	61.8	64.3	576.1
1991	137.5	156.3	172.2	60.3	74.9	572.8
1992	85.6	149.8	191.2	108.7	110.9	604.7
1993	35.1	116.5	148.9	142.7	126.3	589.5
1994	53.2	111.7	130.9	116.8	108.2	572.3
1995	55.7	56.8	75.3	57.8	63.6	580.9
1996					54.2	592.8
1997	104.9	73.0	47.1	53.2	52.0	649.7
1998	129.7	81.8	45.6	44.5	44.3	600.4
1999	176.9	133.8	101.9	42.7	42.9	597.0
2000	195.1	142.1	77.1	59.0	64.7	563.9
2001	257.5	192.1	113.9	63.5	63.7	587.5
2002	143.0	204.3	167.2	82.3	82.4	540.8
2003	104.7	170.0	145.8	79.6	84.0	547.4
2004	60.5	93.7	116.8	111.2	108.1	561.1
2005	40.9	61.1	102.1	79.8	79.7	577.7
2006	40.4	37.7	53.9	75.1	75.1	587.9
2007	43.8	36.8	44.4	51.0	50.8	617.6
2008	66.6	41.9	36.4	44.3	44.0	610.6
2009	75.2	54.6	36.0	25.4	37.4	611.9
2010					42.6	610.5

R-4: 69 > CW ≥ 56 mm adolescent at the time of the survey.
69 > LC ≥ 56 mm adolescent au moment du relevé.

R-3: 83 > CW ≥ 69 mm adolescent at the time of the survey.
83 > LC ≥ 69 mm adolescent au moment du relevé.

R-2: CW ≥ 83 mm adolescent at the time of the survey
LC ≥ 83 mm adolescent au moment du relevé.

R-1: CW ≥ 95 mm adult with a soft-shell at the time of the survey.
LC ≥ 95 mm adulte avec une carapace molle au moment du relevé.

FIGURES

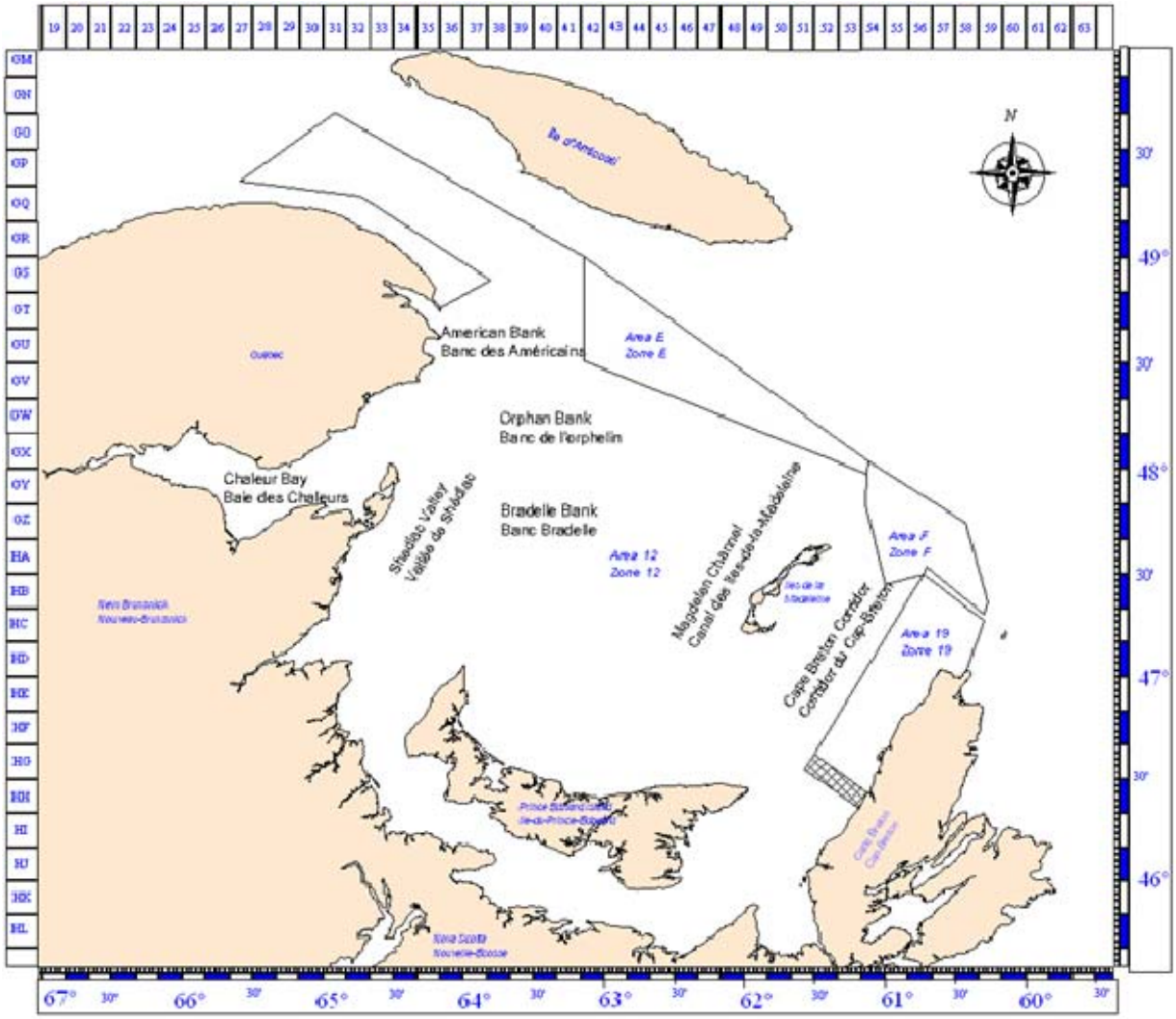


Figure 1. Locations of fishing grounds in the southern Gulf of St. Lawrence.
Figure 1. Lieux des fonds de pêches dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

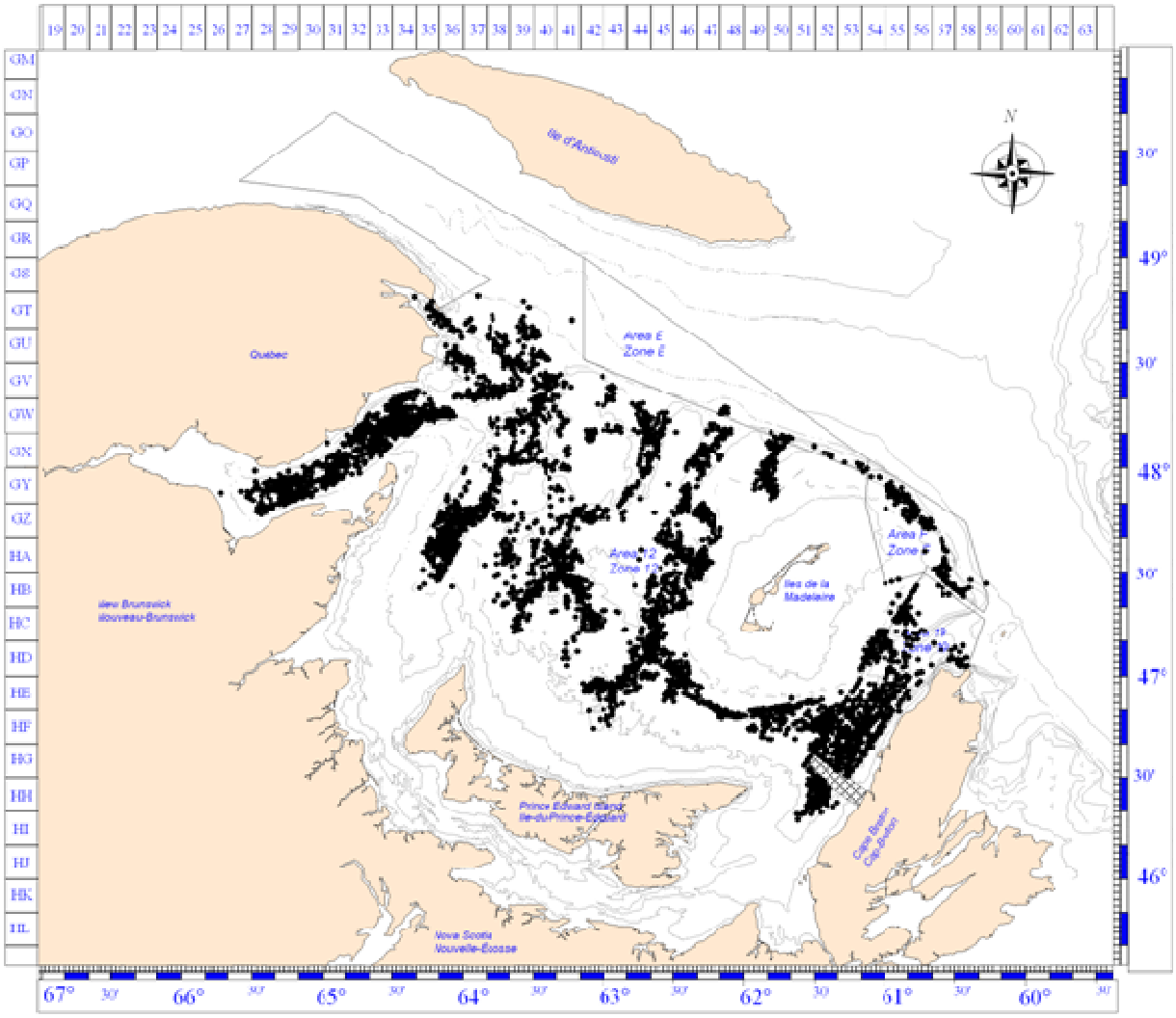


Figure 2. Locations of traps sampled aboard snow crab commercial fishing vessels within the management areas of the southern Gulf of St. Lawrence during the 2009 fishing season.
Figure 2. Positions des casiers échantillonnés à bord des bateaux commerciaux à l'intérieur des zones de gestion pour les pêcheries de crabe des neiges, Chionoecetes opilio, dans le sud du golfe du Saint-Laurent durant la pêche de 2009.

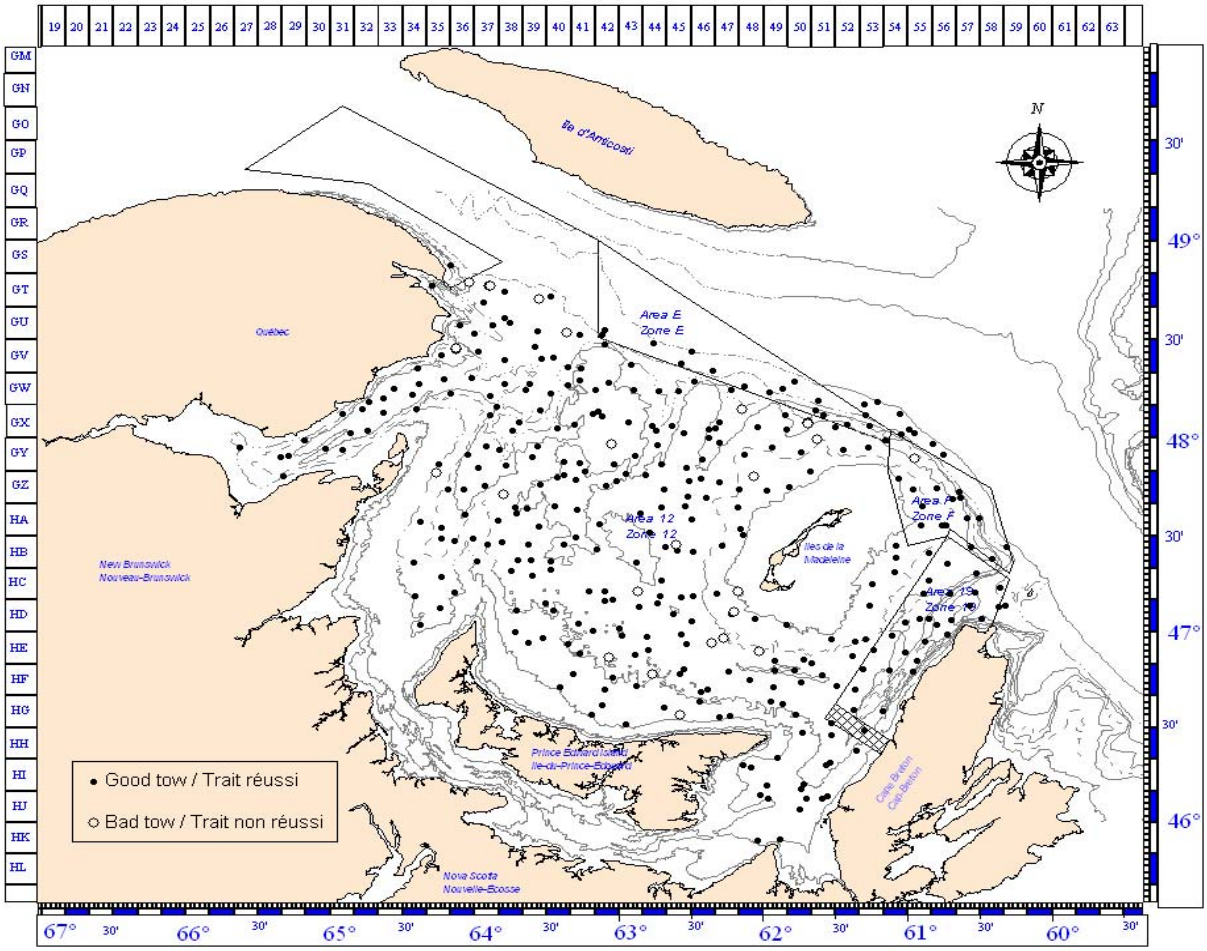


Figure 3. Locations of the 2009 snow crab trawl survey stations in the southern Gulf of St. Lawrence.
Figure 3. Locations des stations du relevé au chalut au crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2009.

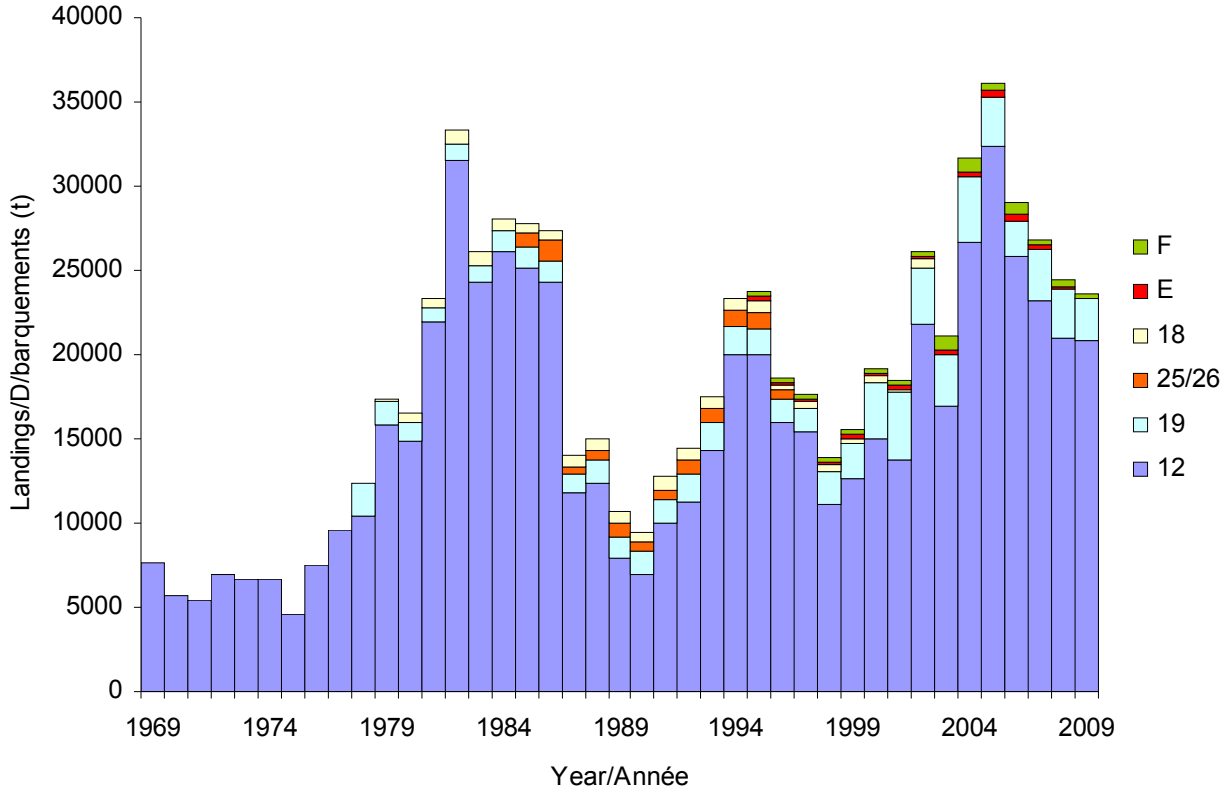


Figure 4. Landings in the southern Gulf of Saint Lawrence snow crab fishery since 1969.
Figure 4. Débarquements dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis 1969.

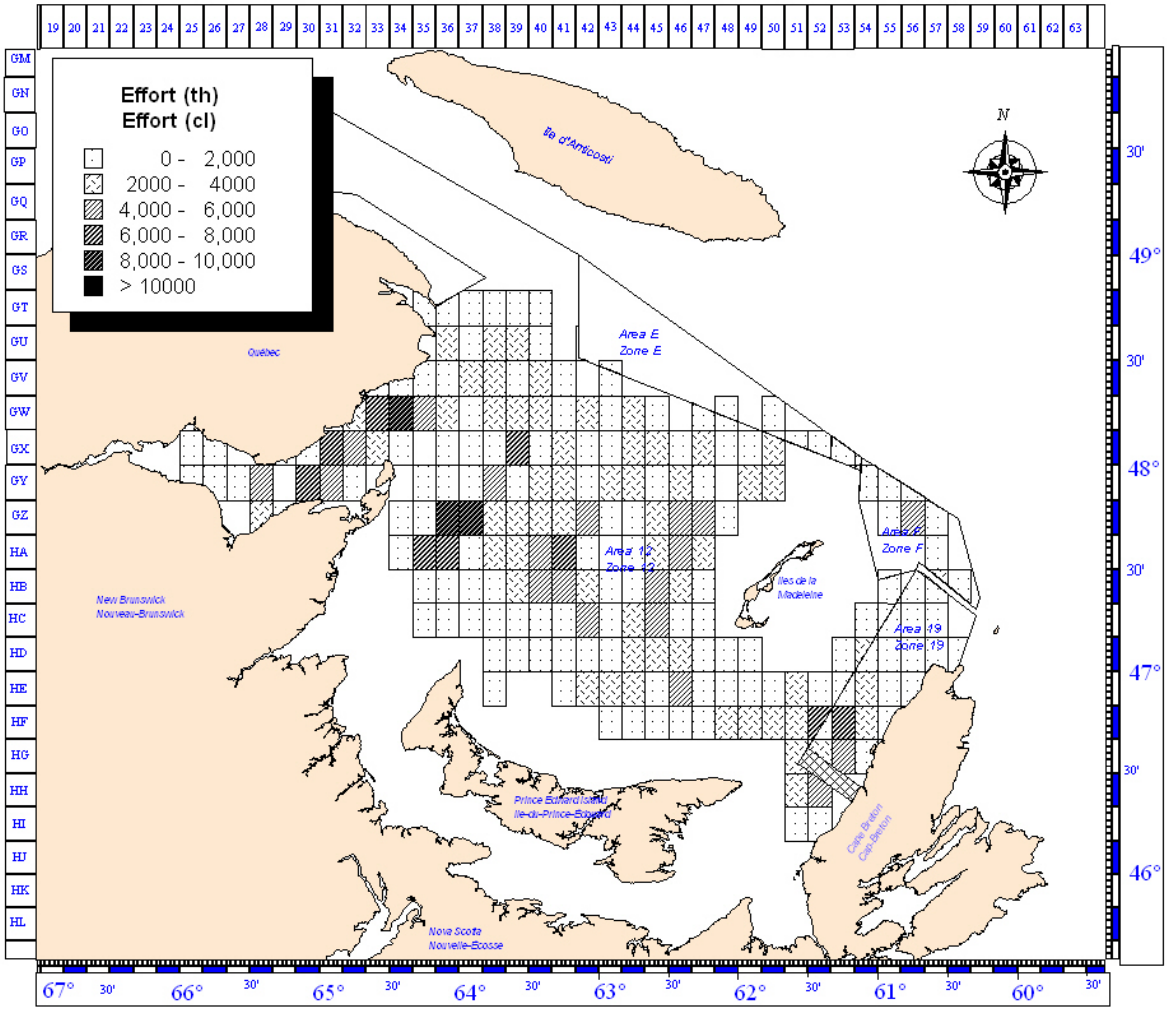


Figure 5. Geographic distribution of fishing effort (trap hauls) in snow crab management Areas 12, 19, 12E and 12F during the 2009 fishing season.
Figure 5. Répartition géographique de l'effort de pêche (casiers levés) dans les zones de gestion 12, 19, 12E et 12F pour la saison de pêche de 2009.

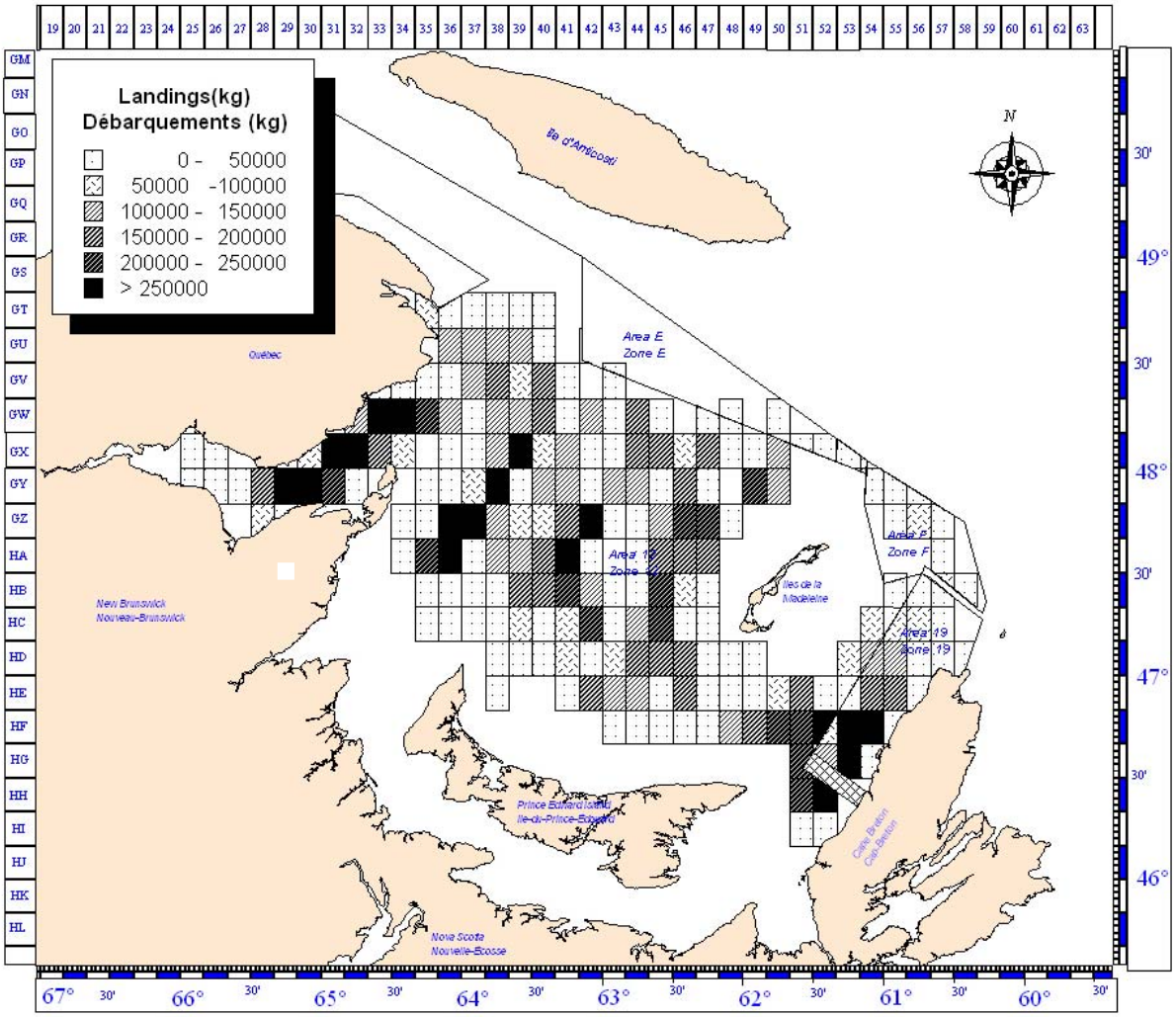


Figure 6. Geographic distribution of landings (kg) in snow crab management Areas 12, 19, 12E and 12F during the 2009 fishing season.
Figure 6. Répartition géographique des débarquements (kg) dans les zones de gestion 12, 19, 12E et 12F pour la saison de pêche de 2009.

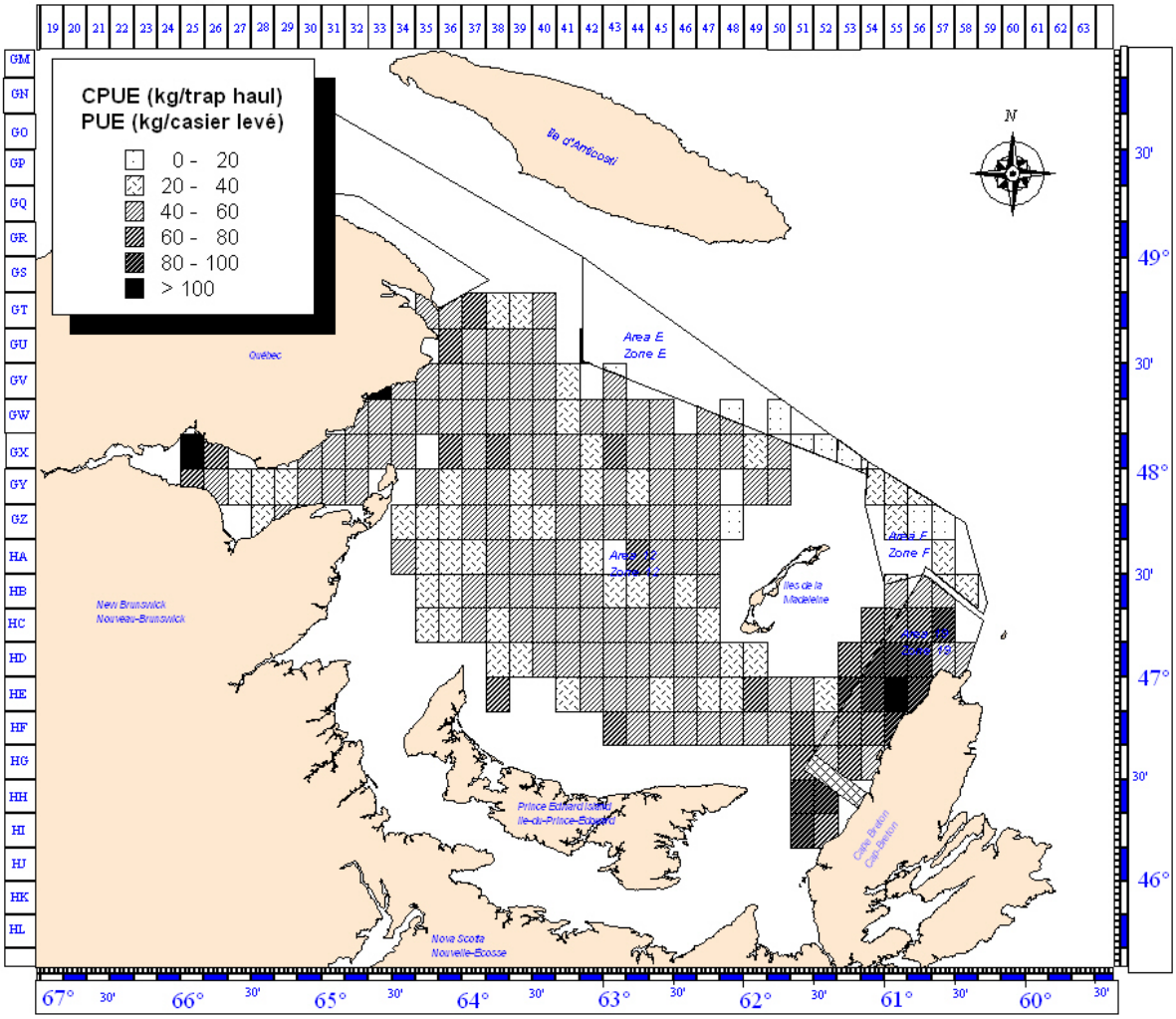


Figure 7. Geographic distribution of mean catch per unit of effort, CPUE (kg/th), in snow crab management Areas 12, 19, 12E and 12F during the 2009 fishing season.
Figure 7. Répartition géographique de la prise par unité d'effort, PUE (kg/cl), dans les zones de gestion 12, 19, 12E et 12F pour la saison de pêche de 2009.

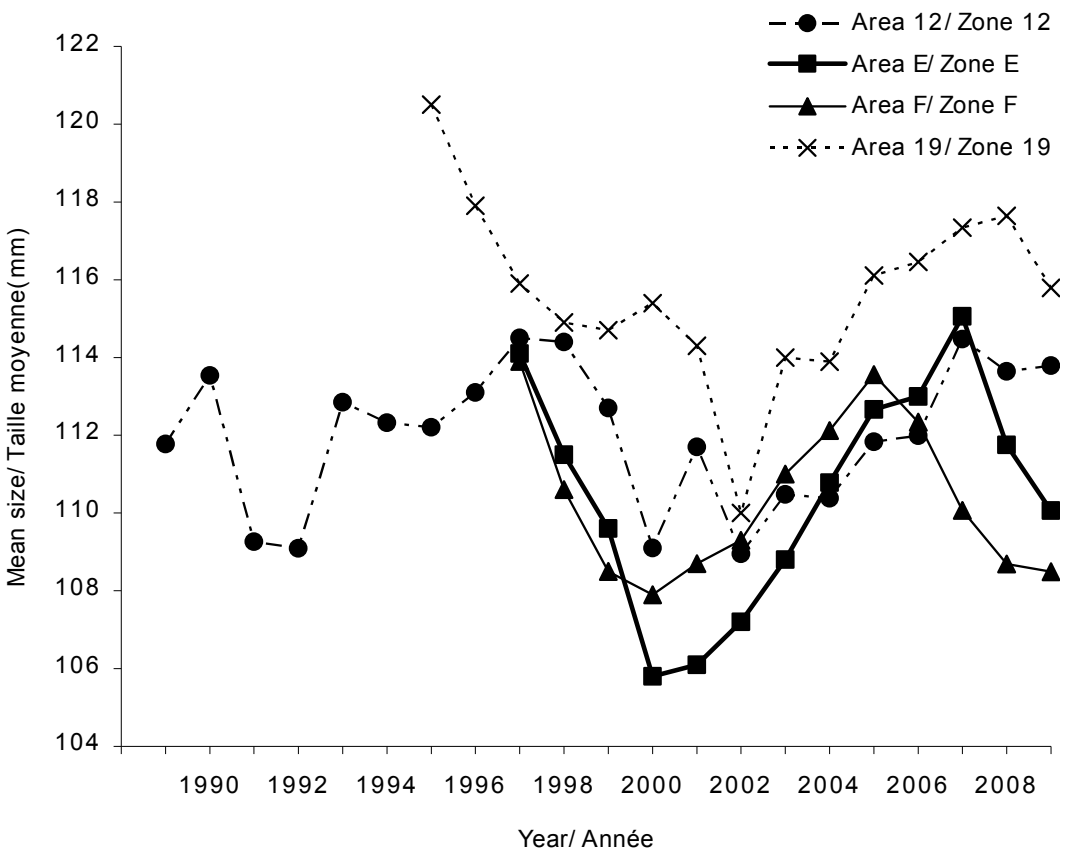


Figure 8. Annual mean size of commercial-sized adult males in catches in Areas 12, 19, 12E and 12F, 1989 to 2009.
Figure 8. Taille moyenne annuelle des mâles adultes de taille commerciale dans les prises dans les zones 12, 19, 12E et 12F, 1989 à 2009.

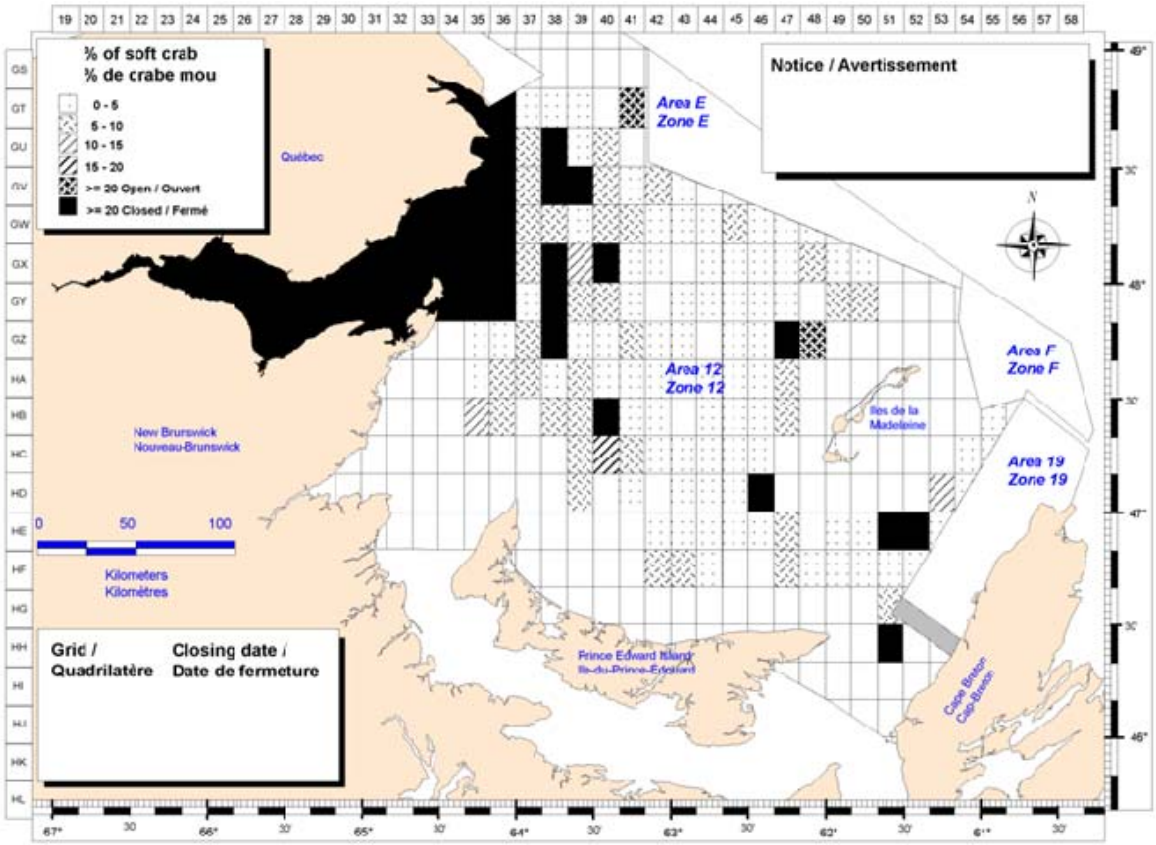


Figure 9. Seasonal report of percentage of soft-shelled males by grid in snow crab management Area 12 and locations of grids which were closed during the 2009 season.
Figure 9. Rapport saisonnier du pourcentage des mâles à carapace molle par quadrilatère dans la zone de gestion 12 et locations des quadrilatères fermés durant la saison de pêche de 2009.

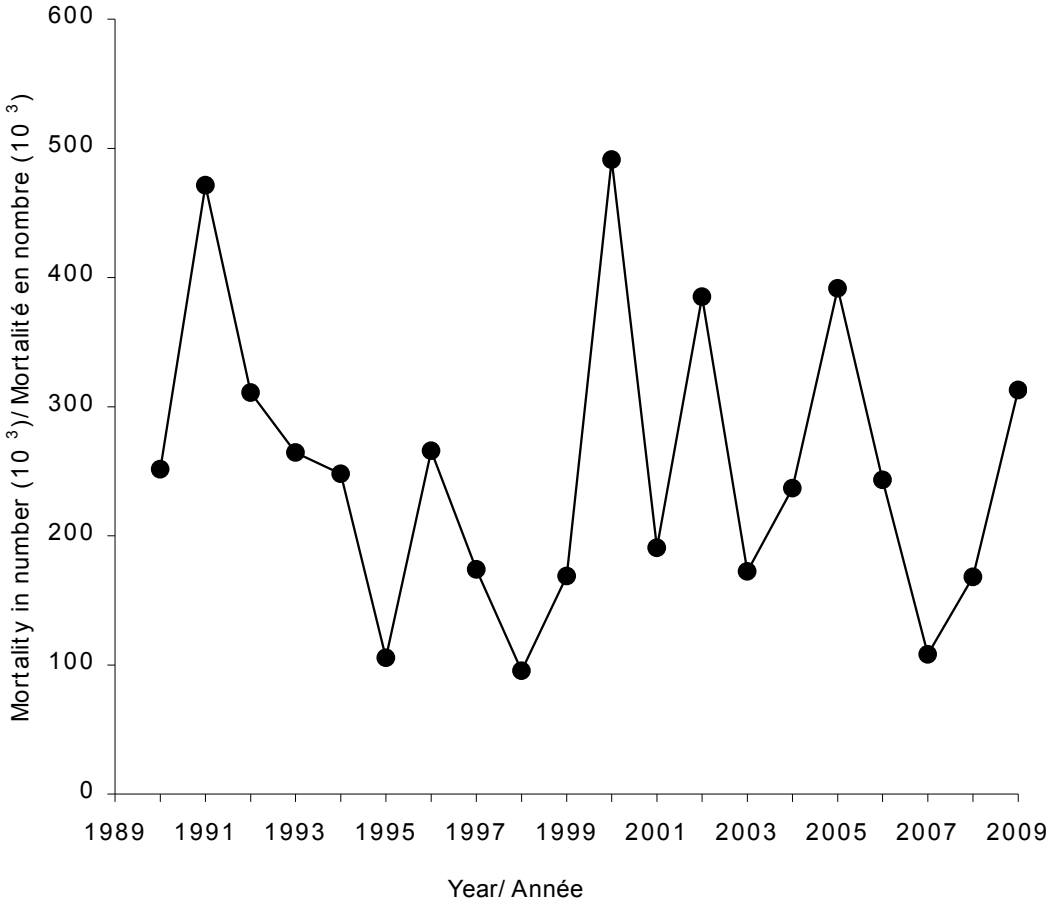


Figure 10. Estimated annual discard mortality (in number) of soft-shelled males during fishing activities in snow crab management Area 12 since 1990.
Figure 10. Estimation de la mortalité annuelle (en nombre) causée par la pêche des mâles à carapace molle durant les activités de pêche dans la zone de gestion 12 depuis 1990.

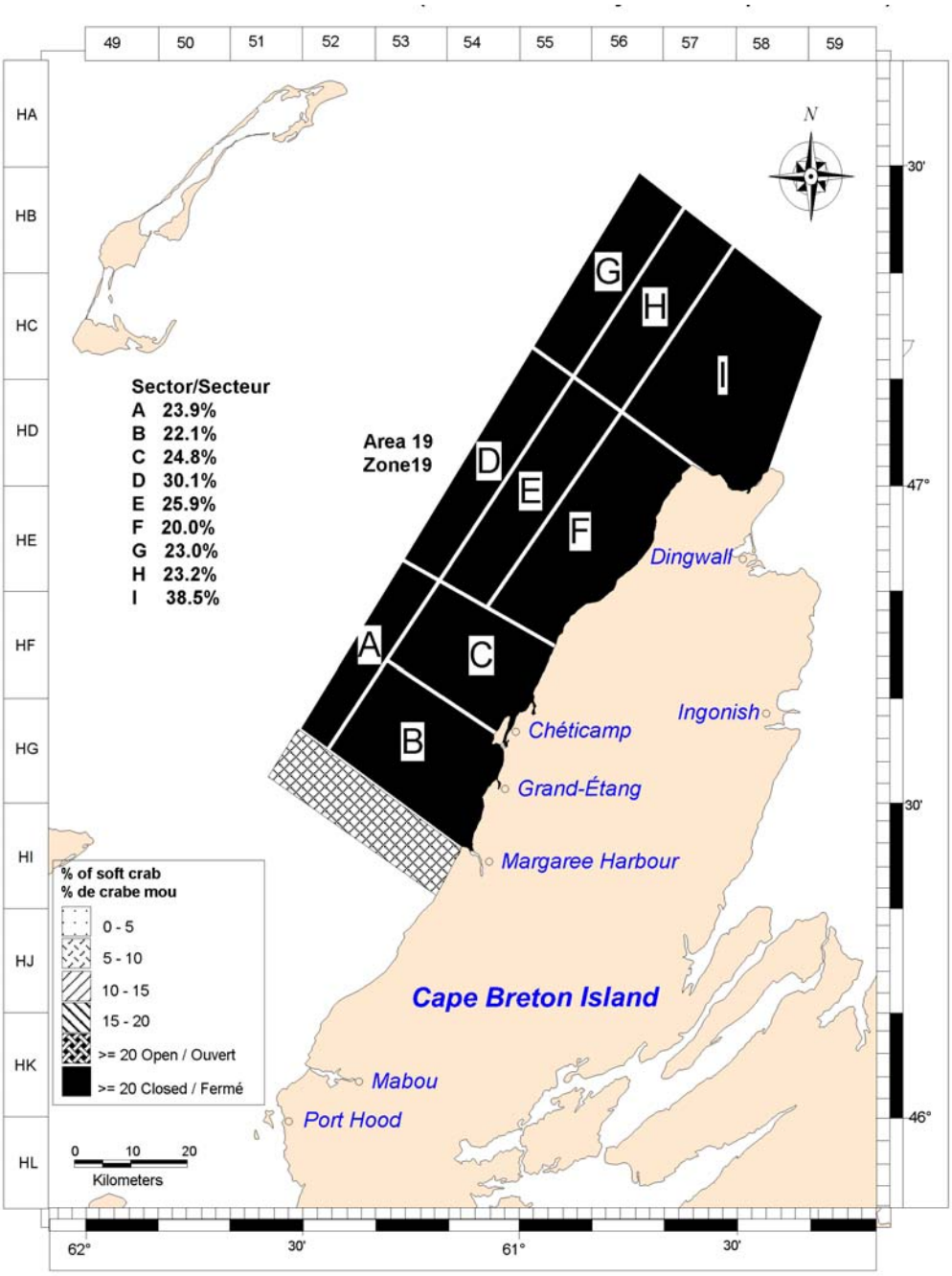


Figure 11. Seasonal report of percentage of white-shelled males in management Area 19 and the location of sectors closed during the 2009 season.
Figure 11. Rapport saisonnier du pourcentage de crabes blancs dans la zone de gestion 19 et location des secteurs fermés durant la pêche en 2009.

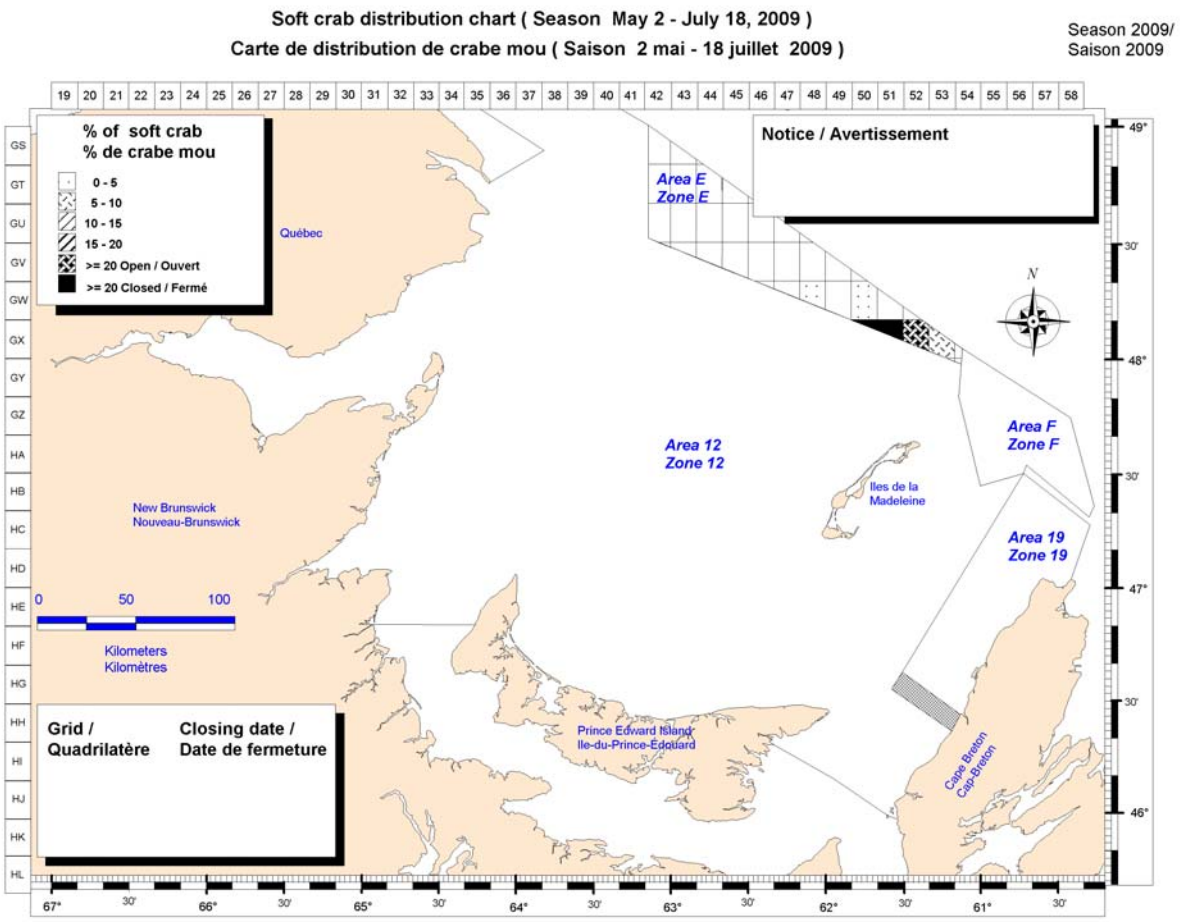


Figure 12. Seasonal report of percentage of soft-shelled males in management Area 12E and location of grids closed during the 2009 season.
Figure 12. Rapport saisonnier du pourcentage des crabes à carapace molle dans la zone de gestion 12E et location des quadrilatères fermés durant la pêche en 2009.

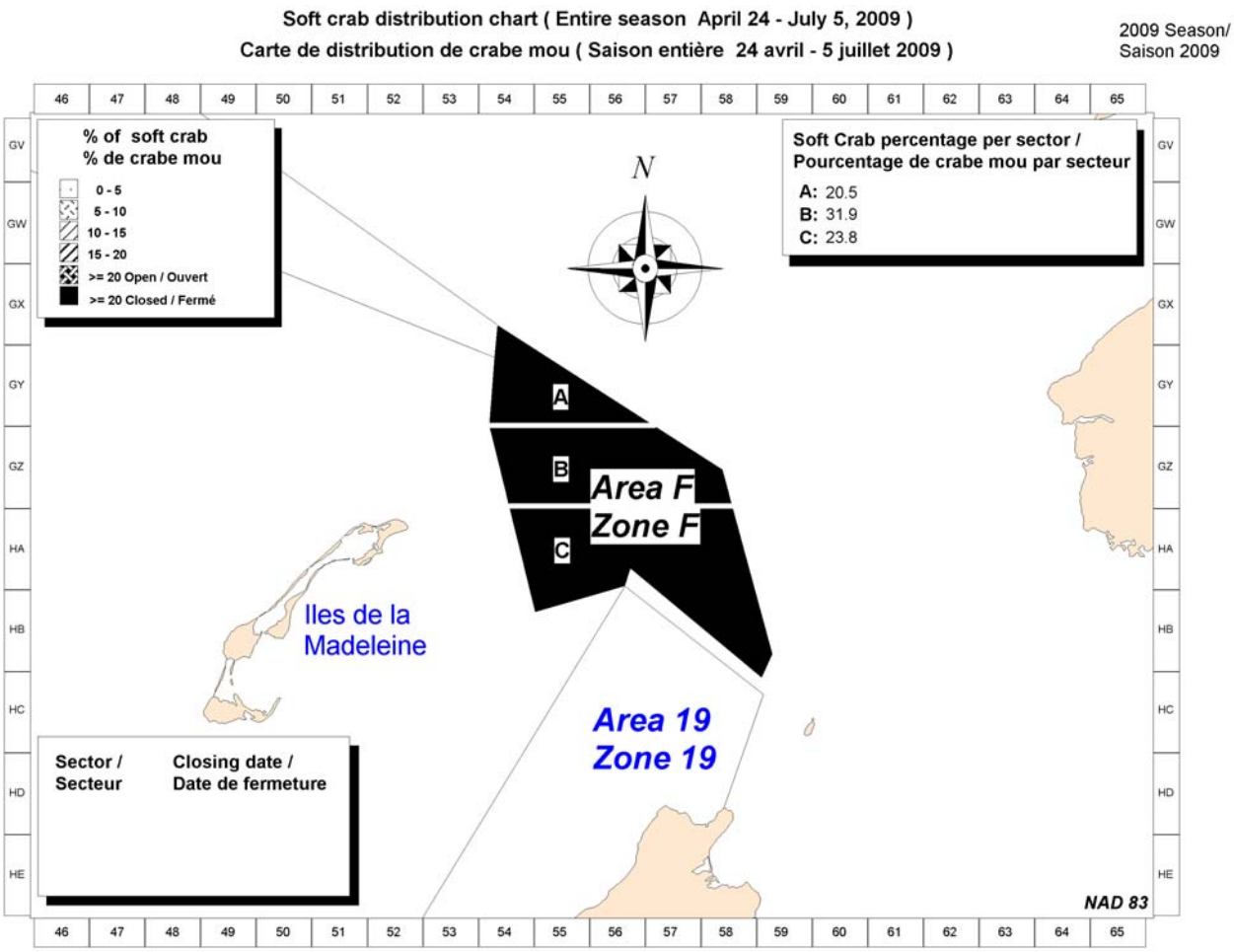


Figure 13. Seasonal report of percentage of soft-shelled males in management Area 12F and location of sectors closed during the 2009 season.
Figure 13. Rapport saisonnier du pourcentage de crabes à carapace molle dans la zone de gestion 12F et location des secteurs fermés durant la pêche en 2009.

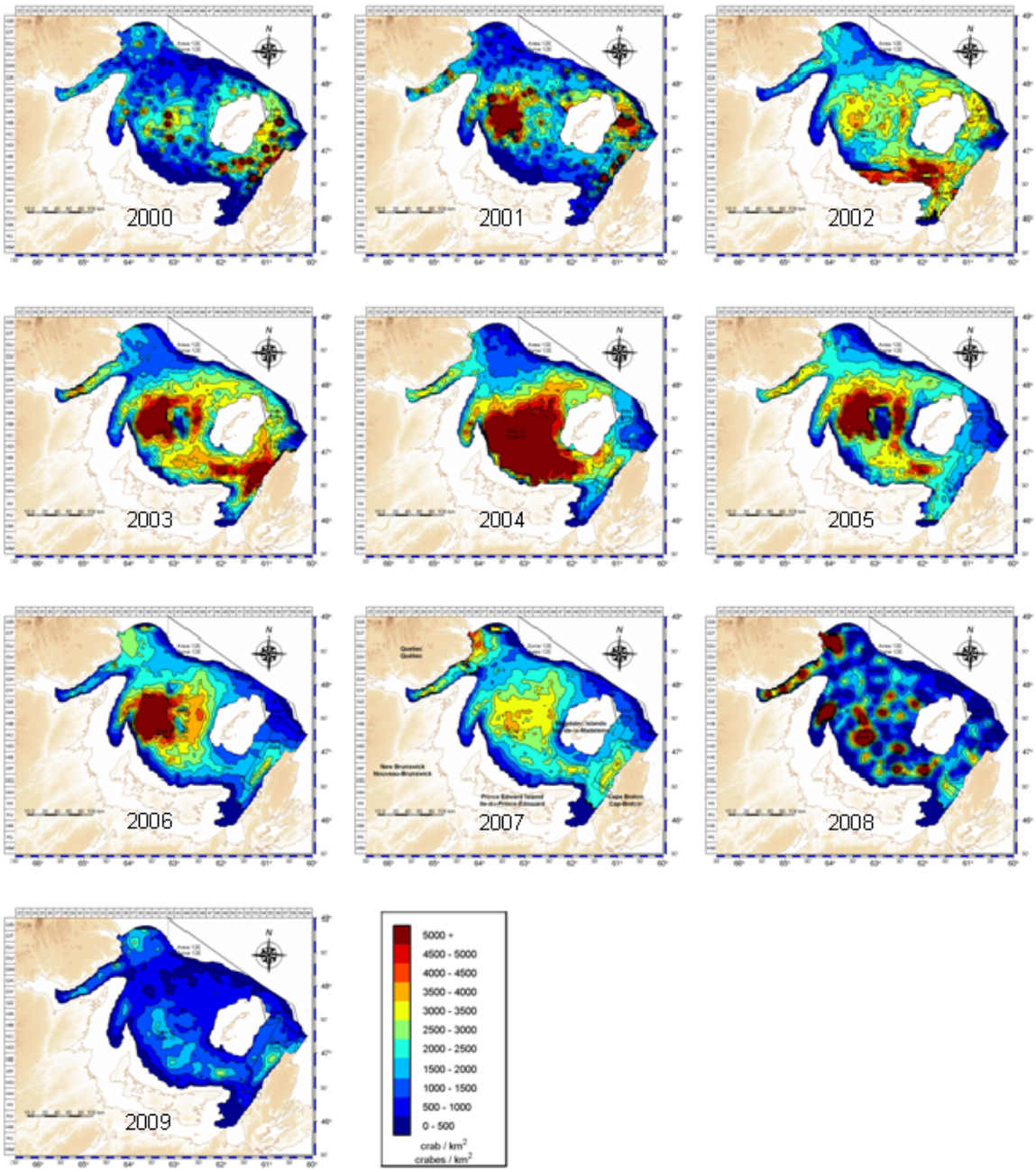


Figure 14. Density (number of crab per km²) contours of commercial-sized (≥ 95 mm CW) adult male snow crab based on trawl survey data in the southern Gulf of St. Lawrence, 2000 to 2009.
Figure 14. Contours de densités (nombre de crabe par km²) de crabes des neiges adultes mâles de taille commerciale (≥ 95 mm LC) à partir des données des relevés au chalut effectués dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2000 à 2009.

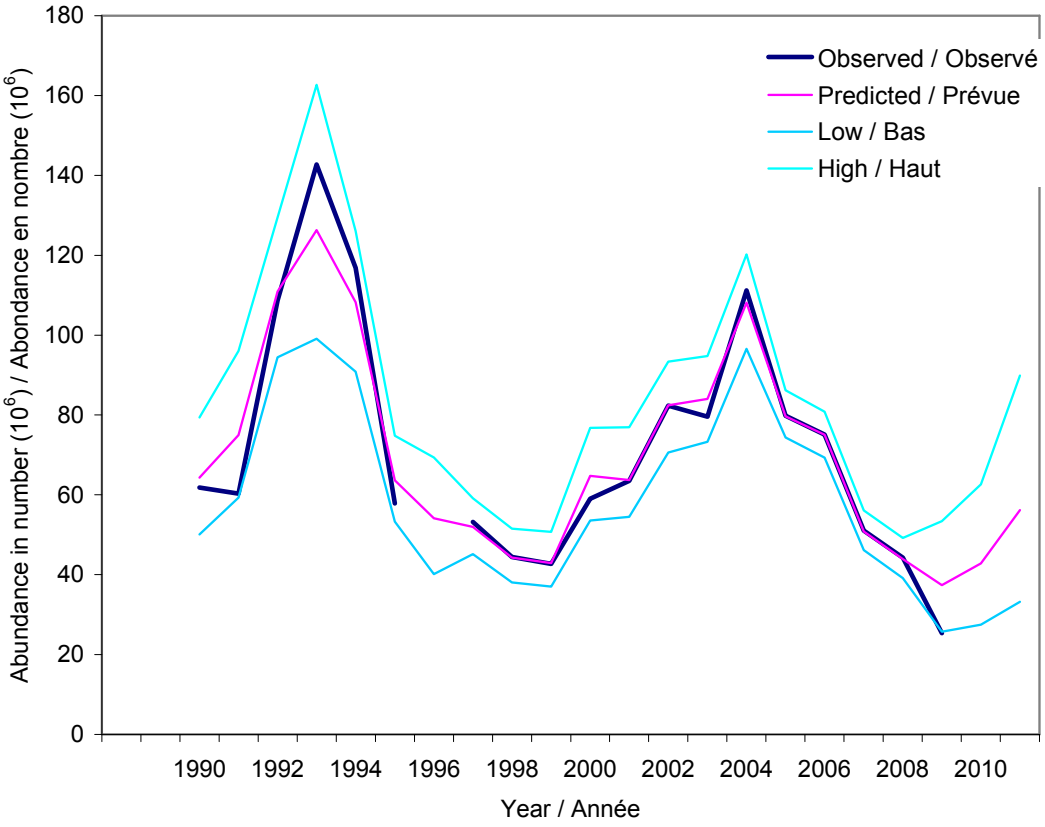


Figure 15. Comparison between the observed and predicted abundance of male snow crab R-1 in a given year based on the Bayesian model (Surette and Wade 2006).
Figure 15. Comparaison entre l'abondance observée et prédite du crabe des neiges mâles R-1 selon le modèle Bayésien (Surette et Wade 2006).

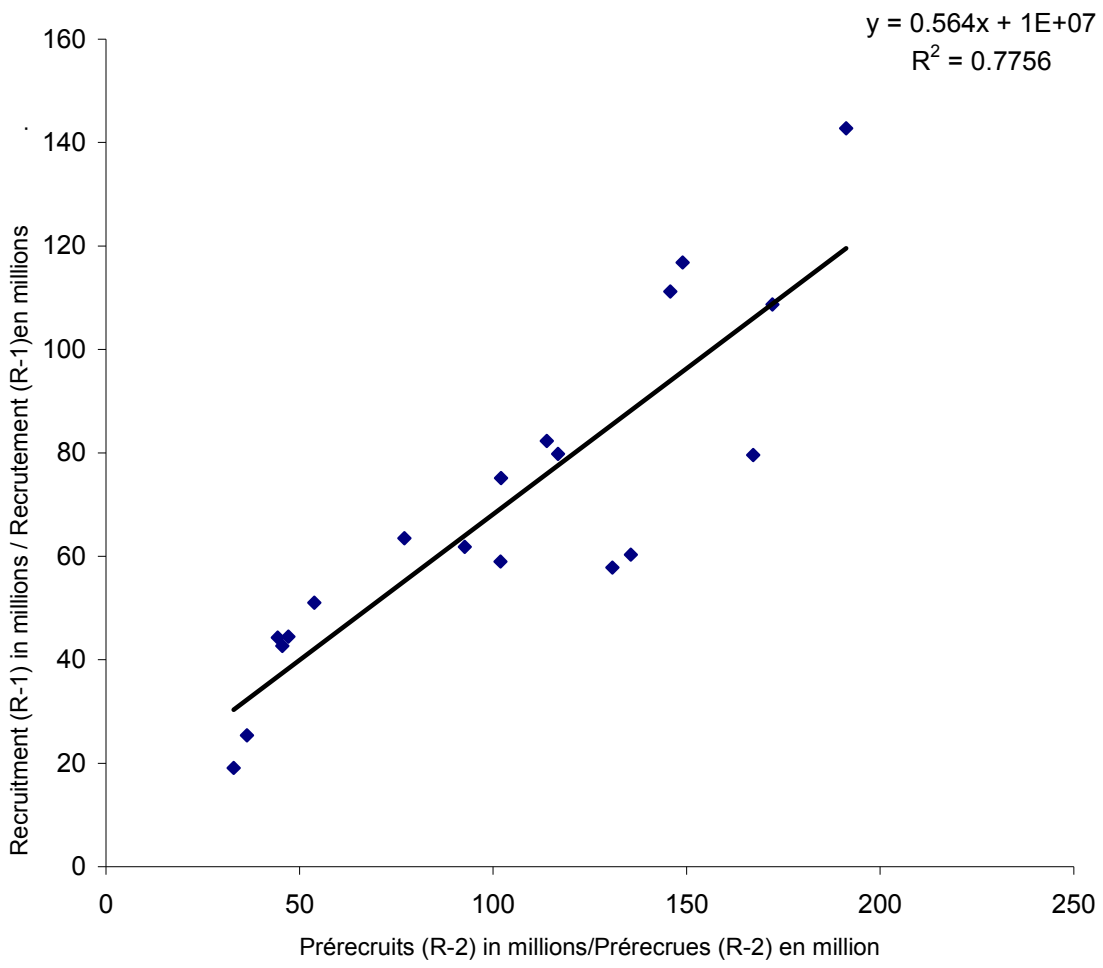


Figure 16. Relationship between the estimated abundance of prerecruits R-2 in year t and the estimated abundance of the recruitment to the fishery (R-1) in year t + 1 for the southern Gulf of St. Lawrence.
Figure 16. Relation entre l'estimée de l'abondance des prérecrues R-2 à l'année t et de l'estimée de l'abondance du recrutement à la pêcherie (R-1) à l'année t + 1 pour le sud du golfe du Saint-Laurent.

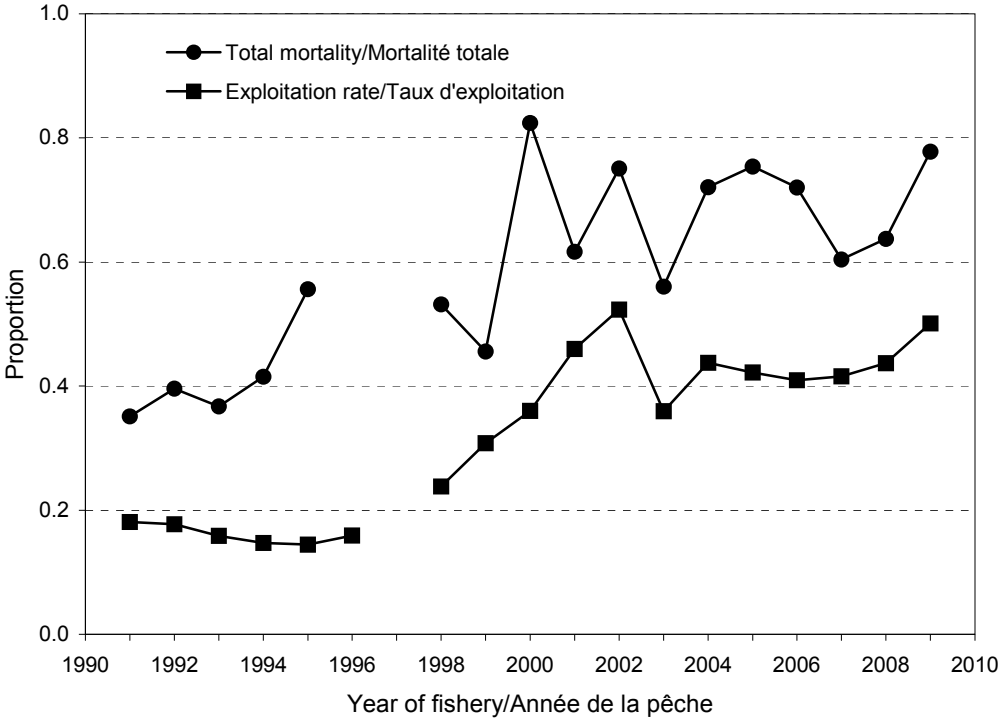


Figure 17. Estimated annual rates of exploitation and total loss of commercial-sized adult male snow crab in the southern Gulf of St. Lawrence, 1990 to 2009.
Figure 17. Taux annuels estimés d'exploitation et la perte totale des crabes mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2009.

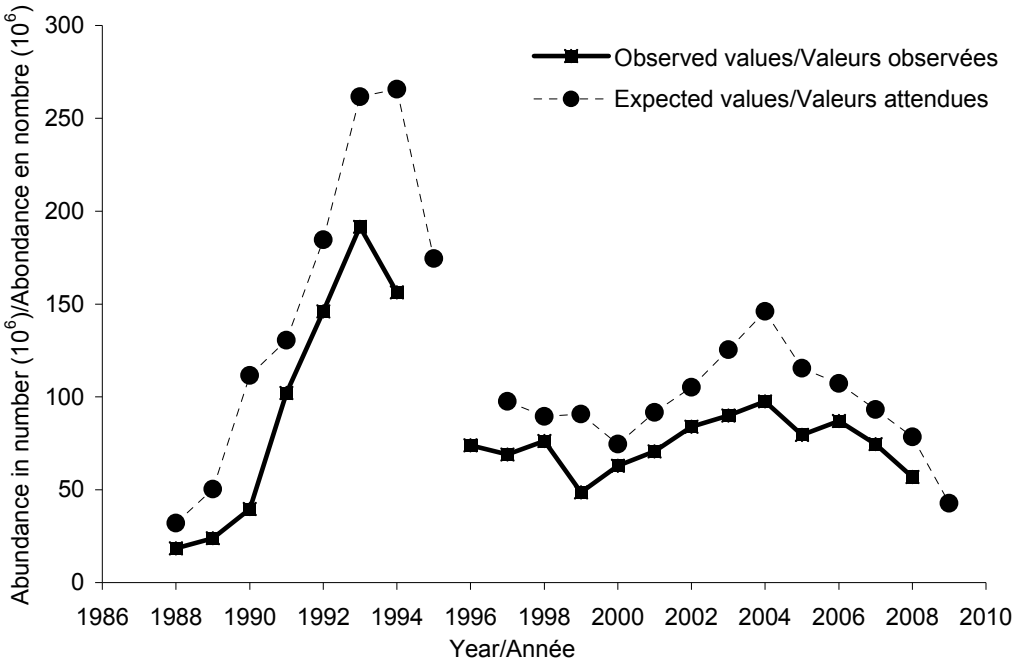


Figure 18. Difference between the post-fishery calculated biomass (residual biomass plus the landings in year t+1) and the pre-fishery commercial-sized adult male biomass (recruitment plus residual biomass in year t) in the southern Gulf of St. Lawrence.
Figure 18. Différence entre la biomasse calculée après la pêche (sommation de la biomasse résiduelle et les débarquements à l'année t+1) et la biomasse avant la pêche des mâles adultes de taille commerciale (la sommation du recrutement et la biomasse résiduelle à l'année t) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

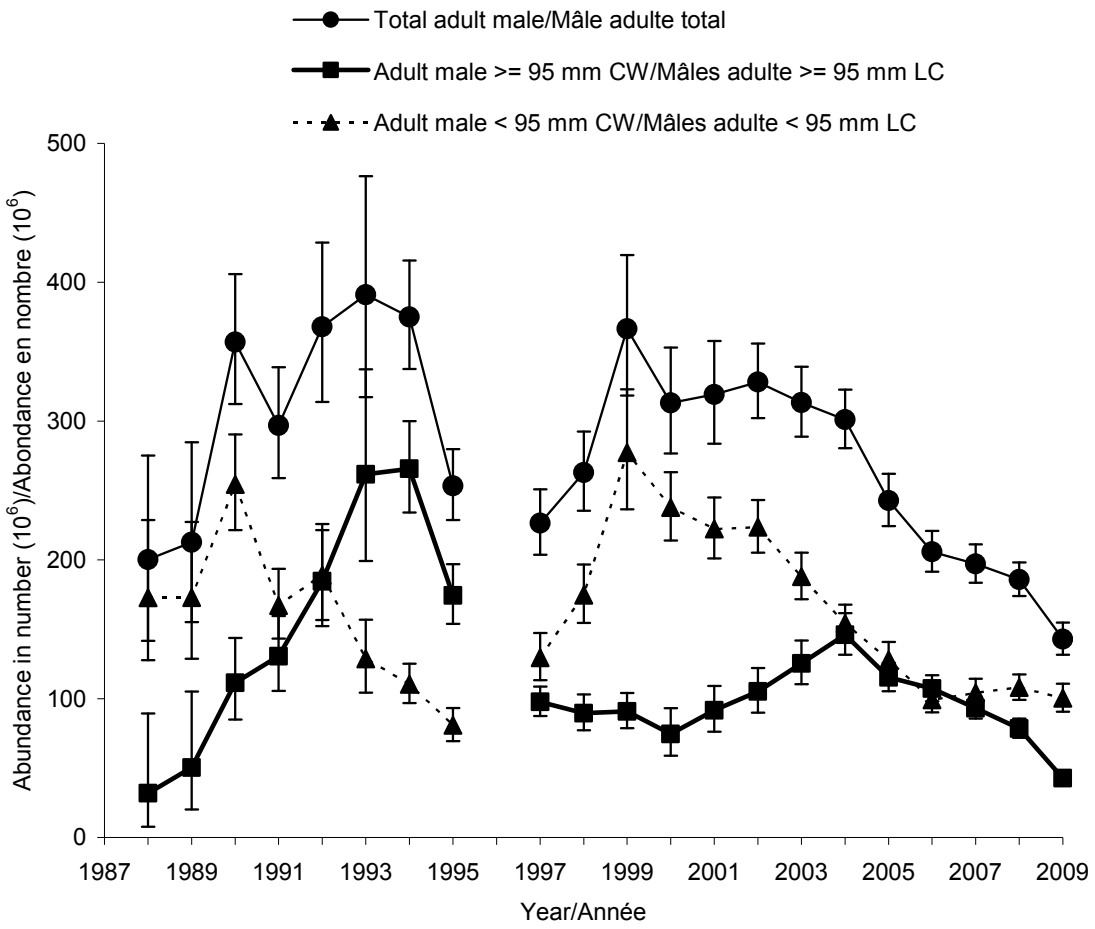


Figure 19. Estimated abundance of adult males in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2009.
Figure 19. Abondance estimée des mâles adultes dans le sud du golfe du Saint-Laurent 1988 à 2009.

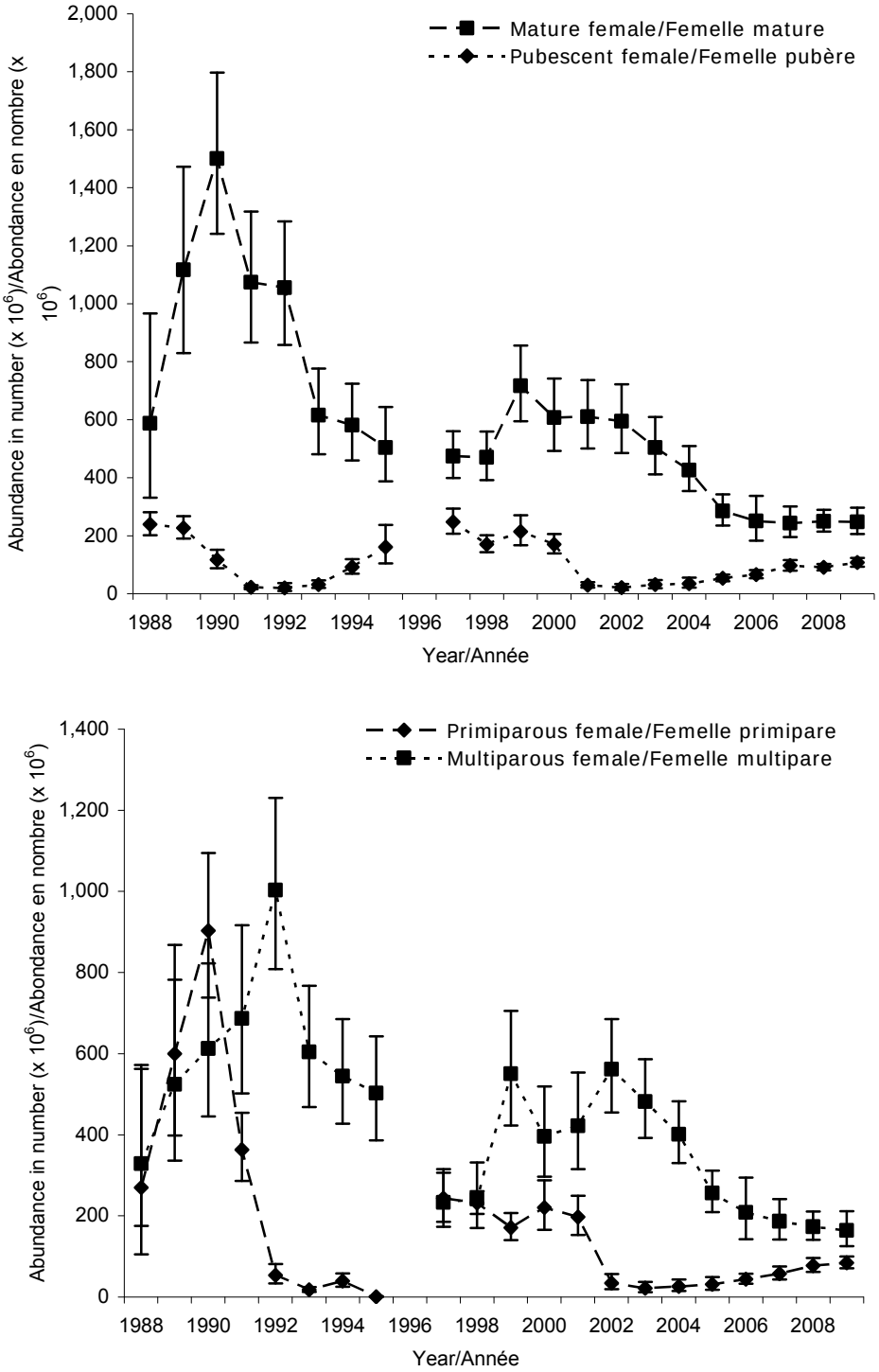


Figure 20. Abundance of pubescent, primiparous, multiparous and mature females in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2009.
Figure 20. Abondance des femelles pubères, primipares, multipares et matures dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2009.

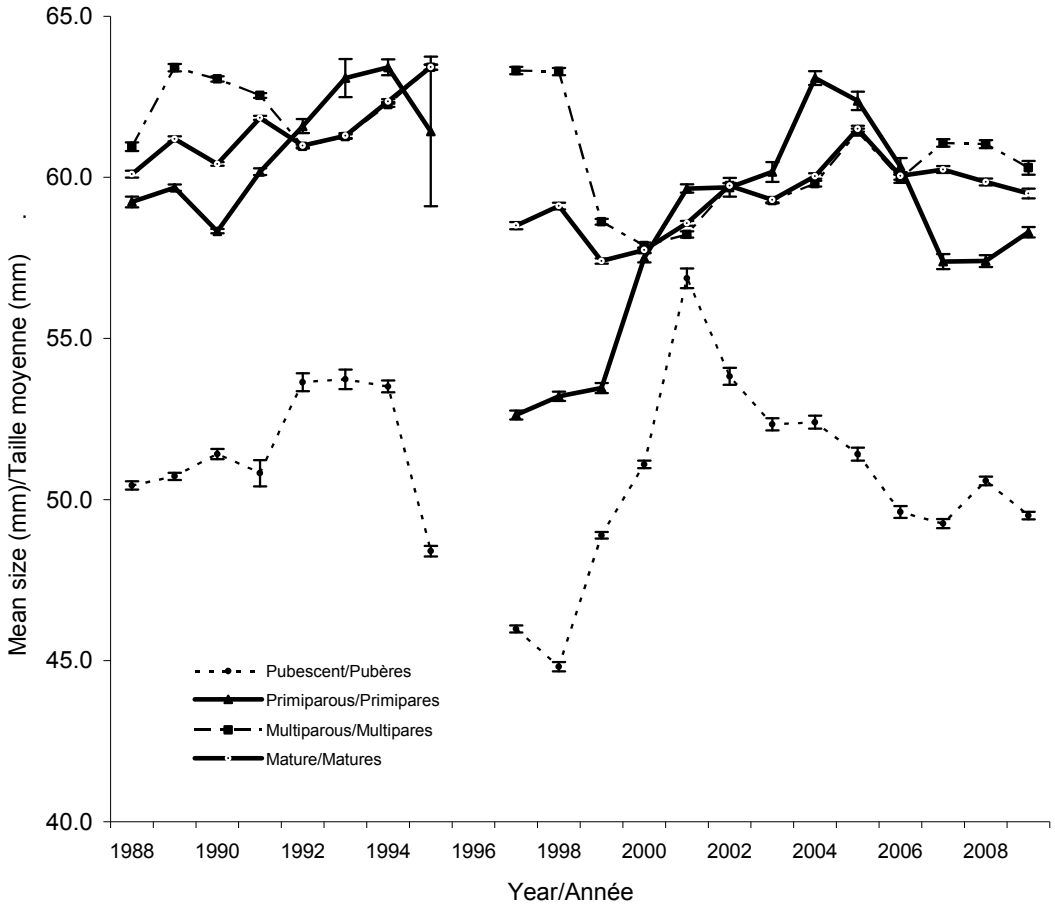


Figure 21. Mean size (mm) with standard errors (SE) of pubescent, primiparous, multiparous and mature females based on samples from the trawl surveys, 1988 to 2009.
Figure 21. Taille moyenne (mm) avec erreurs-types (ES) des femelles pubères, primipares, multipares et matures basée sur les échantillons provenant des relevés au chalut, 1988 à 2009.

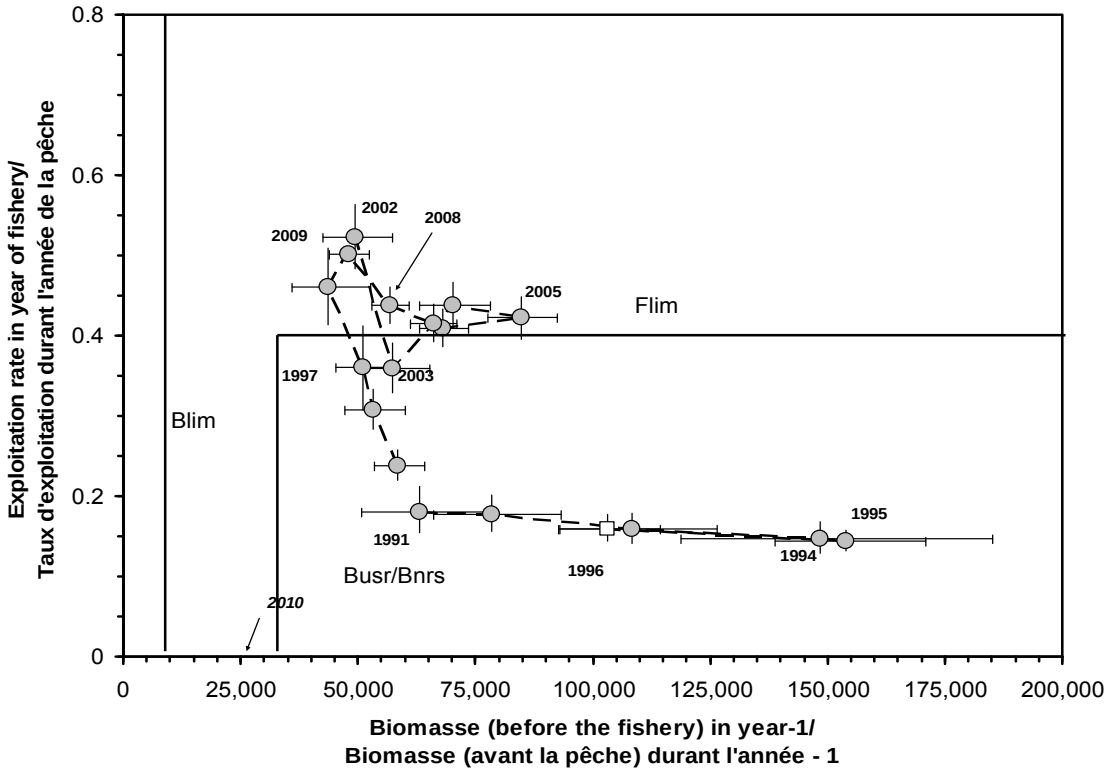


Figure 22. Trajectory of stock abundance (biomass of commercial-sized adult male crabs as estimated from the trawl survey in year t – 1) versus exploitation rate of this biomass in the fishery of year t. Year of the fishery is labelled on the figure. Error bars are 90% confidence interval ranges. Biomass reference points are shown as vertical lines and the removal rate reference point is shown as a horizontal line (cited from DFO, 2010).

Figure 22. Trajectoire de l'abondance du stock (biomasse des crabes adultes de taille commerciale estimée d'après les résultats du relevé au chalut effectué à l'automne de l'année t – 1) par rapport au taux d'exploitation pour cette biomasse au cours de l'année t. Les années de pêche sont identifiées sur la figure. Les barres d'erreur correspondent à des plages d'intervalle de confiance de 90%. Les points de référence de la biomasse sont indiqués par les lignes verticales et le point de référence du taux d'exploitation est indiqué par la ligne horizontale (citée de MPO, 2010).

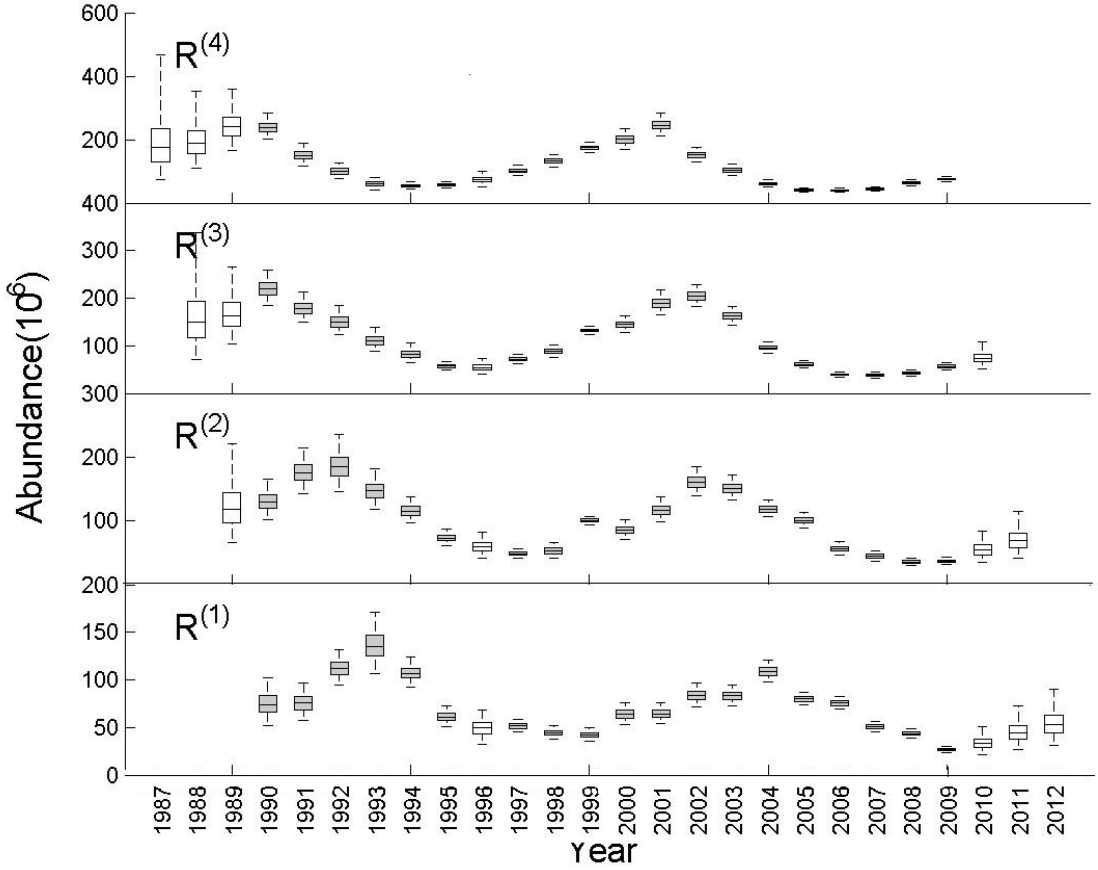
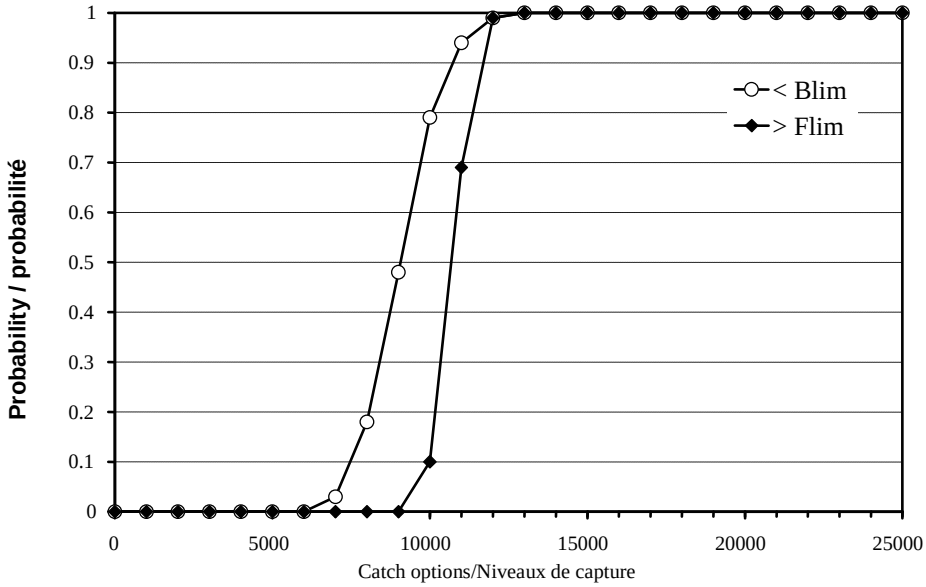


Figure 23. Box plots of recruitment abundance for R (j), where j =1,…,4 years until recruitment to the fishery. The middle line shows the posterior median, the boxes show the 1 st (lower bound) and 3rd (upper bound) quartiles, and the whiskers show the 95% credibility interval. Shaded boxes stem directly from data estimates while white boxes are forecasted abundance from the Bayesian model (Surette and Wade 2006).

Figure 23. Graphique montrant les abondances de recrutement pour R(j), où j =1,…,4 années avant le recrutement à la pêcherie. La ligne du milieu démontre la médiane, les boîtes démontrent les quartiles des 1ière (limite inférieure) et 3ième (limite supérieure), et les moustaches démontrent les intervalles de confiances à 95 %. Les boîtes grises représentent les données observées tandis que les boîtes blanches représentent les projections d'abondance à partir du modèle Bayésien (Surette et Wade 2006).



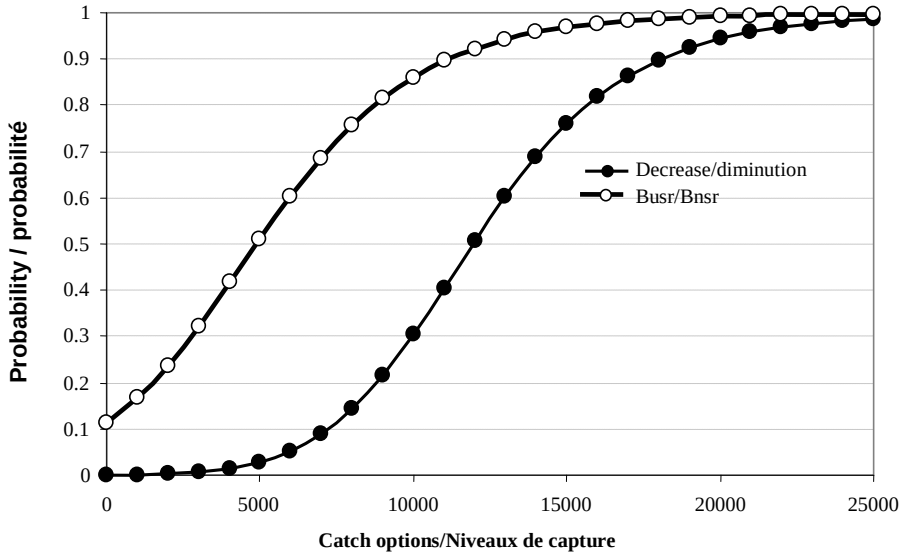


Figure 24. Risk analysis for the southern Gulf of St. Lawrence snow crab fishery showing probabilities relative to the reference points (F_{lim}, B_{lim} and B_{USR}) and relative to a decrease in the commercial biomass in 2010 relative to 2009 for different catch levels in 2010.
Figure 24. Analyse de risque pour la pêche du crabe des neiges dans le sud du golfe indiquant les probabilités associés aux points de référence limite (F_{lim}, B_{lim} et B_{NSR}) et d'une diminution de la biomasse commerciale en 2010 par rapport à 2009 selon différentes options de prises en 2010.

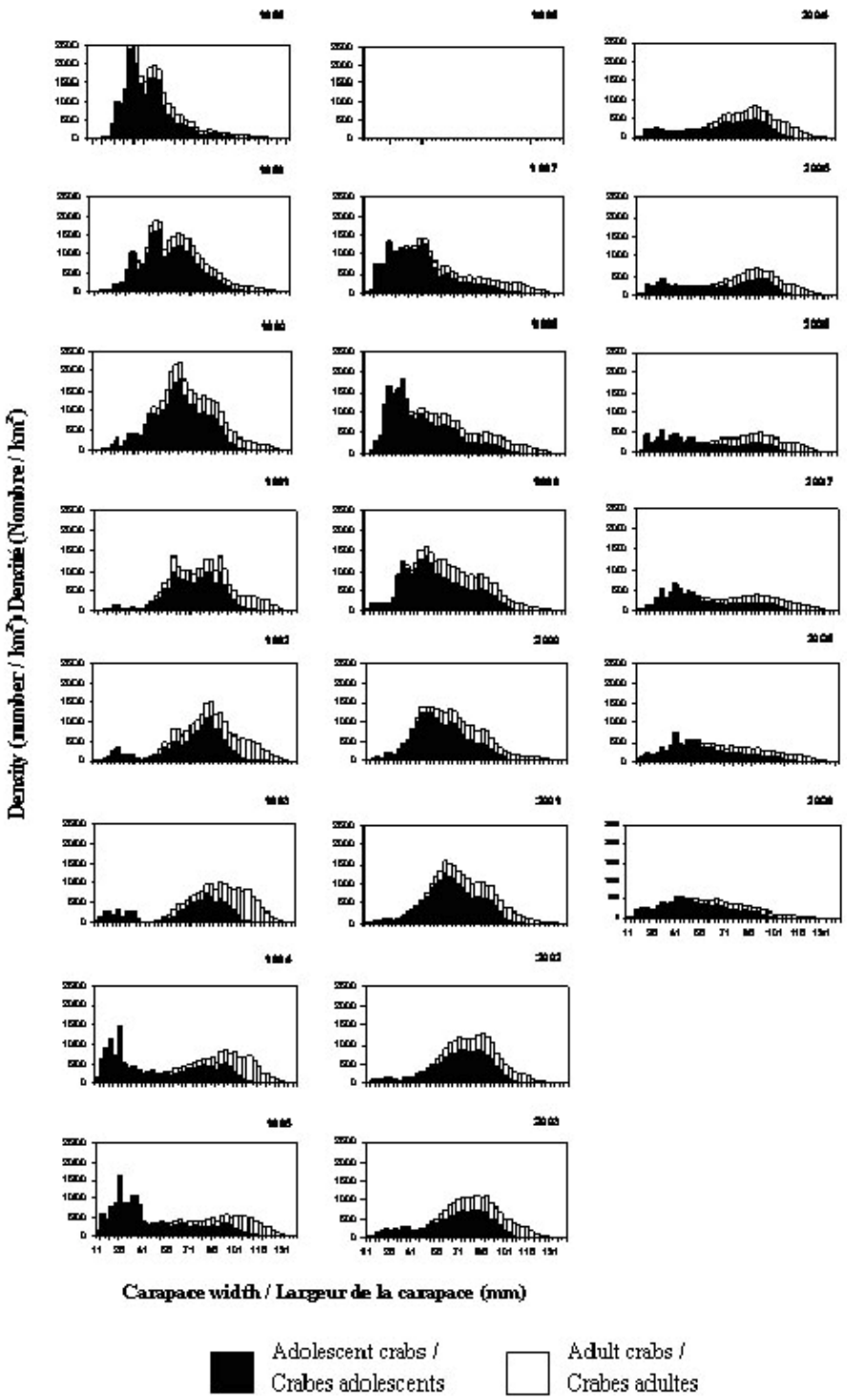


Figure 25. Size frequency distributions for male snow crabs based on samples from the post-fishery trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2009. There was no survey in 1996.
Figure 25. Distributions de fréquences de taille des crabes des neiges mâles basées sur les échantillons à partir des relevés au chalut effectués après la pêche dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2009. Il n'y a pas eu de relevé en 1996.

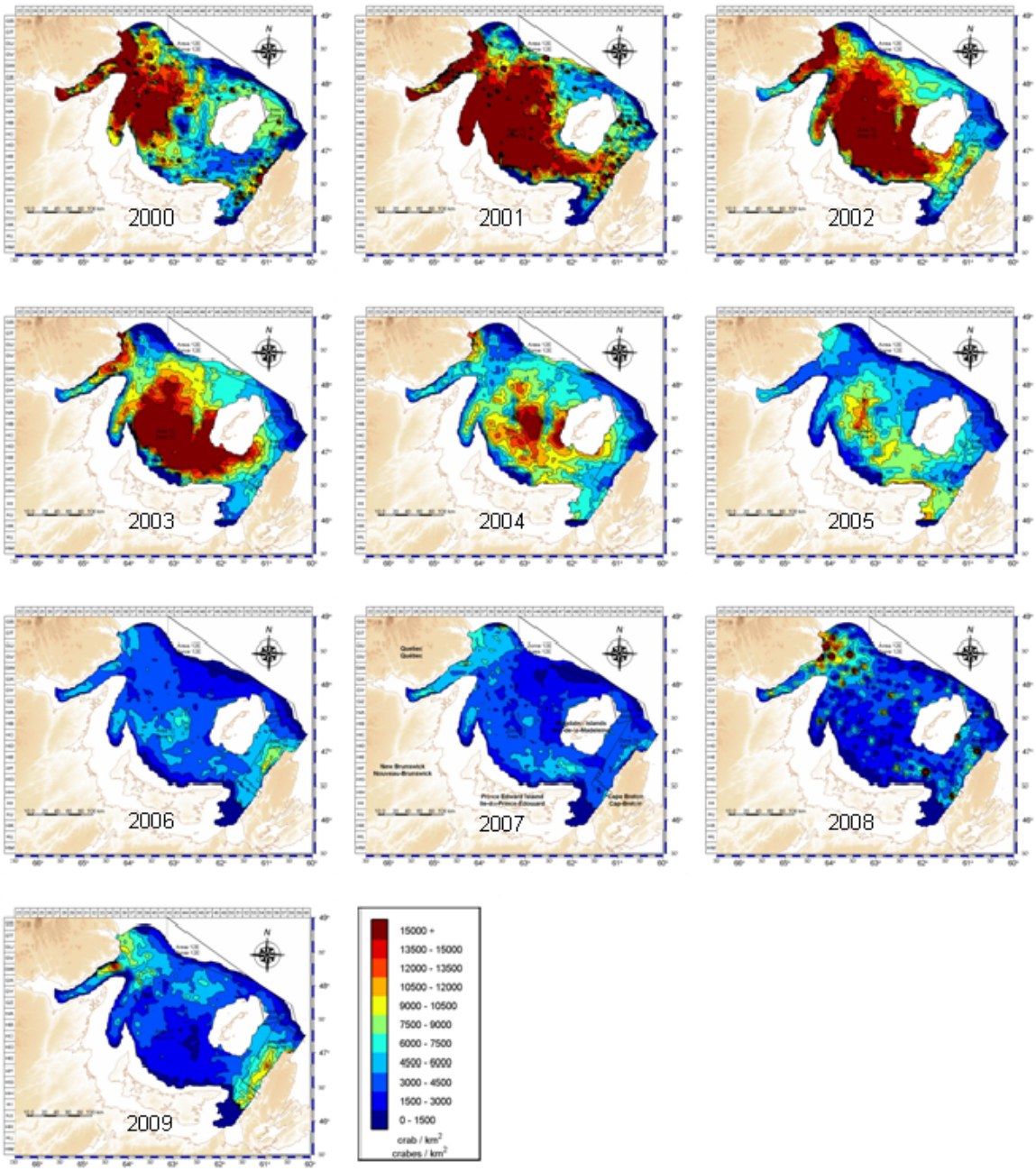


Figure 26. Density (number per km²) contours of adolescent male snow crab ≥ 56 mm CW based on the trawl surveys conducted in the southern Gulf of St. Lawrence, 2000 to 2009.
Figure 26. Contours de densités (nombre par km²) des crabes des neiges adolescents mâles ≥ 56 mm LC à partir du relevé au chalut effectué dans le sud du golfe du Saint Laurent, 2000 à 2009.

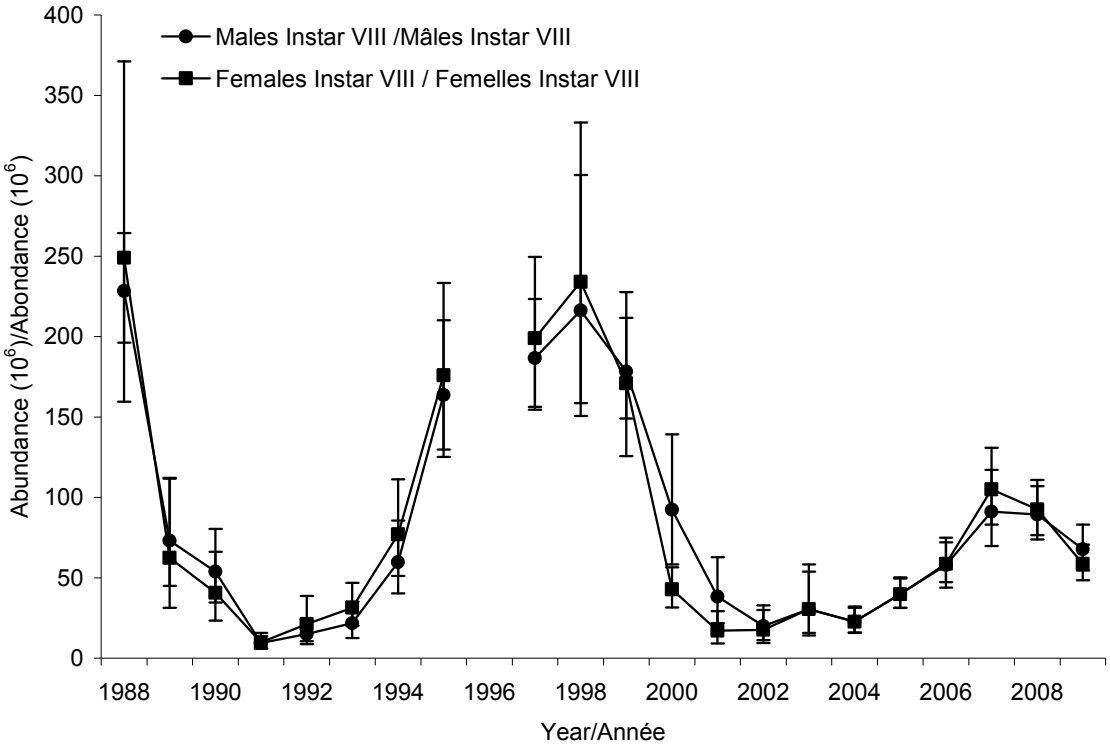


Figure 27. Abundance indices of adolescent males and females (Instar VIII) estimated from the trawl survey data in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2009.
Figure 27. Indices d'abondances des mâles et femelles adolescents (Instar VIII) estimées à partir des données des relevés au chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2009.

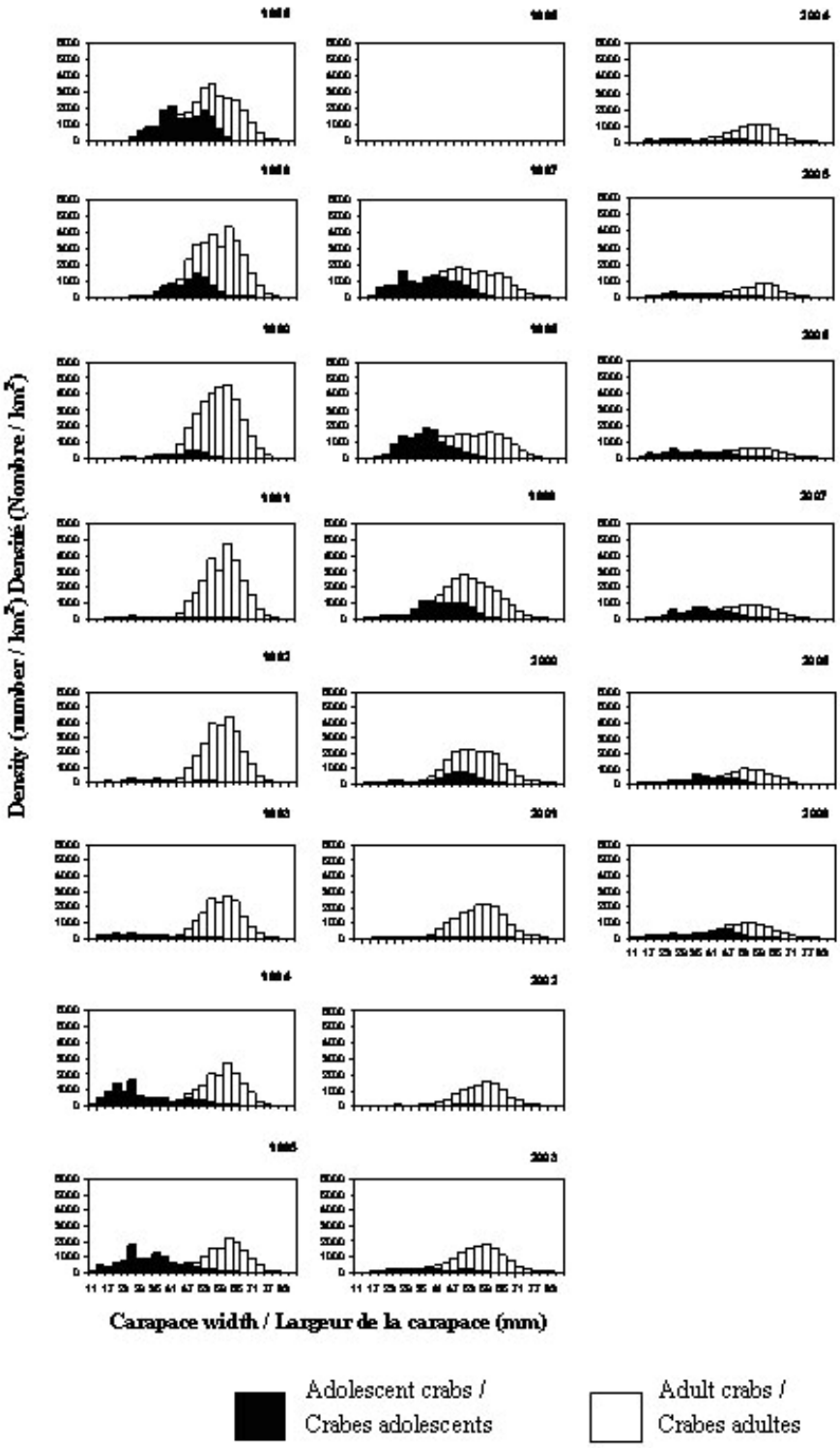


Figure 28. Size frequency distributions for female snow crabs based on samples from the post-fishery trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2009. There was no survey in 1996.
Figure 28. Distributions de fréquence des tailles des femelles de crabe des neiges basées sur les échantillons à partir des relevés au chalut effectués après la pêche dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2009. Il n'y a pas eu de relevé en 1996.

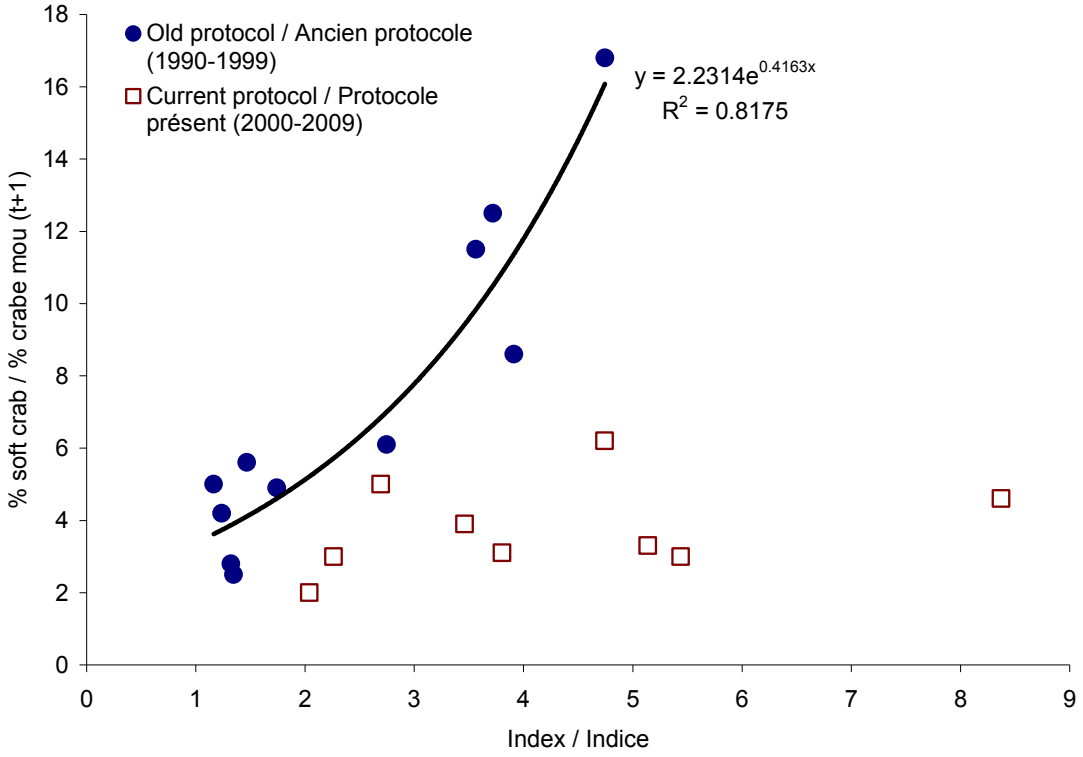


Figure 29. Percentage of soft-shelled crab in the catch relative to the index of potential soft-shell crab in the stock for two time periods, 1990 to 1999 versus 2000 to 2009.
Figure 29. Pourcentage de crabes à carapace molle dans les prises par rapport à un indice du potentiel de crabes à carapace molle dans la population pour deux périodes, 1990 à 1999 versus 2000 à 2009.

Appendix A. Results of the June 2009 trawl survey estimate of commercial sized male snow crab biomass in Area 19.

This survey was requested by DFO Fisheries and Aquaculture Management Branch and conducted by DFO Oceans and Science Branch (Gulf Region) using the vessel “Marco Michel”, the same used vessel since 2004. The survey used the same design and sampling protocols for categorizing snow crab as in previous years (Biron et al. 2009). The trawl survey began on June 13 and was completed on June 18, 2009. Seventy stations were sampled with the standard trawl gear used in the regular annual snow crab trawl survey of the southern Gulf of St. Lawrence (Hébert et al. 2009). Kriging with external drift (KED) with depths as a secondary variable was used to estimate the biomass. Due to time constraints, the estimation procedure in June is based on the current year variogram, as in previous years.

As stated in the recent advisory report (DFO 2009), snow crab in management Areas 12, 12E, 12F and 19 are part of a larger biological population and the southern Gulf should be considered as one unit for biological and assessment purposes.

The fall 2008 survey biomass of commercial-sized adult crabs in the southern Gulf of St. Lawrence was estimated at 48,000 t (43,800 t – 52,400 t), 16% lower than in 2007. The recruitment to the fishery is expected to remain low into 2010 (DFO 2009).

The end of June 2009 biomass of exploitable commercial sized male crab for Area 19 only is estimated at 5,000 t (C.I.: 3,900 - 6,400 t), of which 76.3% is new hard carapace crab

Annexe A. Résultats du relevé au chalut de juin 2009 sur l'évaluation de la biomasse des crabes des neiges males de taille commerciale de la zone 19.

Ce relevé a été demandée par la Direction de la Gestion des Pêches et de l'Aquaculture du MPO et réalisé par la Direction des Océans et de la Science du MPO (Région du Golfe) à l’aide du navire "Marco Michel", le même navire depuis 2004. Le relevé a utilisé le même design et protocoles d'échantillonnage pour catégoriser le crabe de neige que durant les années précédentes (Biron et al. 2009). Le relevé au chalut a commencé le 13 juin et a été complété le 18 juin 2009. Soixante-dix stations ont été échantillonnées avec le chalut standard utilisé durant le relevé au chalut de crabe de neige annuelle régulier du sud du Golfe du St-Laurent (Hébert et al. 2009). Le krigeage avec dérive externe (KDE) ayant la profondeur comme une variable secondaire a été utilisée pour évaluer la biomasse. En raison des contraintes de temps, la procédure d'évaluation de juin est basée sur le variogramme de l'année actuelle, comme dans les années précédentes.

Tel qu’exposé dans le rapport consultatif récent (DFO 2009), les crabes des neiges dans les zones de gestion 12, 12E, 12F et 19 font partie d'une seule population biologique et le sud du Golfe doit être considéré comme une unité aux fins biologiques et d'évaluation.

La biomasse du relevé d'automne 2008 de crabes adultes de taille commerciale dans le sud du Golfe du St-Laurent a été évaluée à 48 000 t (43 800 t – 52 400 t), soit 16 % plus bas qu'en 2007. On s'attend à ce que le recrutement à la pêcherie reste bas en 2010 (DFO 2009).

La biomasse à la fin de juin 2009 des crabes mâles de taille commerciaux pour la zone 19 seulement est évaluée à 5 000 t (C.I. : 3 900 – 6 400 t), dont 76,3 % sont de nouveau

(carapace condition 3), 23.2% of old hard carapace crab (carapace condition 4), and 0.5% of very old hard carapace crab (carapace condition 5) (Tables 1 and 2).

The mean value of the exploitable commercial biomass for June 2009 is 18% lower than the value from the June 2008 trawl survey but was not statistically different between the two years.

The estimate in June 2009 was 61% higher and was statistically different than the fall 2008 survey biomass estimate for Area 19 (Fig. 1).

The geographic distribution of commercially exploitable crabs has a similar distribution in June 2008 and June 2009, but with smaller concentrated patches in 2009 (Fig. 2).

The ratio (%) of white crab in commercial sized male crab is higher than the previous two years, and comparable to the percent white crab from the 2005 June survey (Table 1). These white crabs are concentrated in the central part of area 19, outside of the high concentration of the commercially exploitable biomass (Figs. 2 and 3).

An apparent increase in crabs, due to movements into Area 19 from neighboring areas (12, 12F), occurs between the fall survey in a given year and the June survey of the following year (Biron et al. 2008).

A loss of crabs, due to movements out of Area 19 or mortality, occurs between the June and fall surveys of the same year. The loss is greater than can be accounted for by fisheries landings (Fig. 1).

crabe à carapace dur (condition de carapace 3), 23,2 % de vieux crabe à carapace dur (condition de carapace 4) et 0,5 % de très vieux crabe à carapace dur (condition de carapace 5) (tableaux 1 et 2).

La valeur moyenne de la biomasse commerciale exploitable pour juin 2009 est 18 % plus basse que la valeur du relevé au chalut de Juin 2008, mais n'était pas statistiquement différent entre les deux ans.

L'évaluation de juin 2009 était 61 % plus haut et était statistiquement différente que l'évaluation de biomasse de l'automne 2008 de la zone 19 (fig. 1).

La distribution géographique des crabes commercialement exploitables a une distribution semblable en juin 2008 et juin 2009, mais avec des concentrations plus petites qu’en 2009 (fig. 2).

La proportion (%) de crabe blanc pour les crabes mâle de taille commerciale est plus haute que pour les deux ans précédents et comparables avec le pourcentage de crabe blanc du relevé de juin 2005 (tableau 1). Ces crabes blancs sont concentrés dans la partie centrale de la zone 19, à l'extérieur de la haute concentration de la biomasse commercialement exploitable (figs. 2 et 3).

Une augmentation apparente de crabes, en raison des mouvements vers la zone 19 des zones environnantes (12, 12F), arrive entre le relevé d'automne d’une année donnée et le relevé de juin de l'année suivante (Biron et al. 2008).

Une perte de crabes, en raison des mouvements hors de la zone 19 ou de la mortalité, arrive entre juin et les relevés d'automne de la même année. La perte est plus grande que ce qui est débarqué lors de la pêche (fig. 1).

References / Références

Biron, M., Ferron, C., and Moriyasu, M. 2008. Movement of adult male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southern Gulf of St. Lawrence and eastern Nova Scotia, Canada. Fish. Res. 91: 260-270.

Biron, M., Wade, E., Hébert, M. and Moriyasu, M. 2009. Review of the snow crab abundance surveys in Area 19 from 2002 to 2008. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. (In prep.).

DFO. 2009. 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. 2009/006.

Hébert, M., Wade, E., Biron, M., DeGrace, P., Sonier, R. and Moriyasu, M. 2009. The 2008 assessment of snow crab, *Chionoecetes opilio*, stocks in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/053.

Table 1. Comparison of June and fall survey estimates of commercial sized male biomass (≥95 mm) of Area 19 and percent white crab (by number) as estimated from the survey catches, since 2003. For the fall survey, the biomass estimate consists of crab of all carapace conditions which are considered hard-shell crab (carapace conditions 3, 4, 5) on January of the year of the fishery. For the June survey, the biomass estimate is of hard-shell crab only (carapace conditions 3, 4, 5).
Tableau 1. Comparaison des estimés de biomasse exploitable de mâles de taille commerciale (≥95 mm) des relevés de juin et d'automne de la zone 19, et pourcentage de crabe blanc (en nombre) tel qu'estimé à partir des prises du relevé, depuis 2003. Pour le relevé d'automne, l'estimé de la biomasse consiste à des crabes de toutes conditions de carapace qui sont considérés crabes à carapace dure (conditions de carapace 3, 4, et 5) en janvier de l'année de la pêche. Pour le relevé de juin, l'estimé de la biomasse est de carapace dure seulement (conditions de carapace 3, 4, et 5).

Year / Année	Period / Période	Commercial biomass (mean value, t) / Biomasse commerciale (valeur moyenne, t)	Percent white crab in commercial sized males/ Pourcentage de crabe blanc chez les males de taille commerciale (≥95 mm CC 1,2 / ≥95mm CC 1,2,3,4,5)	Percent white crab in all catchable size groups / Pourcentage de crabe blanc à partir de toutes les tailles de crabes capturables (≥76mm CC 1,2 / ≥76mm CC 1,2,3,4,5)
2003	Fall/automne	8,816		
2004	June/juin	4,852		
	Fall/automne	4,842		
2005	June/juin	6,684	37%	64%
	Fall/automne	3,793		
2006	June/juin	4,436	46%	72%
	Fall/automne	4,393		
2007	June/juin	6,784	26%	57%
	Fall/automne	5,532		
2008	June/juin	6,003	30%	67%
	Fall/automne	3,101		
2009	June/juin	5,017	40%	69%

Table 2. Commercial biomass (t) estimates (with 95% confidence intervals) of male snow crab from Area 19 from the June and fall surveys, 2003 to 2009.
Tableau 2. Estimés de la biomasse (t) commerciale exploitable (intervalles de confiance de 95%) de crabe des neiges mâles de la zone 19 des relevés de juin et d'automne, 2003 à 2009.

	June / juin			Fall / automne		
Year / Année	Mean / moyenne	Lower C.I. / I.C. inférieure	Upper C.I. / I.C. supérieure	Mean / moyenne	Lower C.I. / I.C. inférieure	Upper C.I. / I.C. supérieure
2003	-	-	-	8,816	7,462	9,897
2004	4,852	4,096	5,707	4,842	3,604	6,370
2005	6,684	4,947	8,835	3,793	2,658	5,253
2006	4,436	3,560	5,463	4,393	2,987	6,235
2007	6,784	5,298	8,557	5,532	4,297	7,012
2008	6,003	5,125	6,989	3,101	2,261	4,153
2009	5,017	3,879	6,386	-	-	-

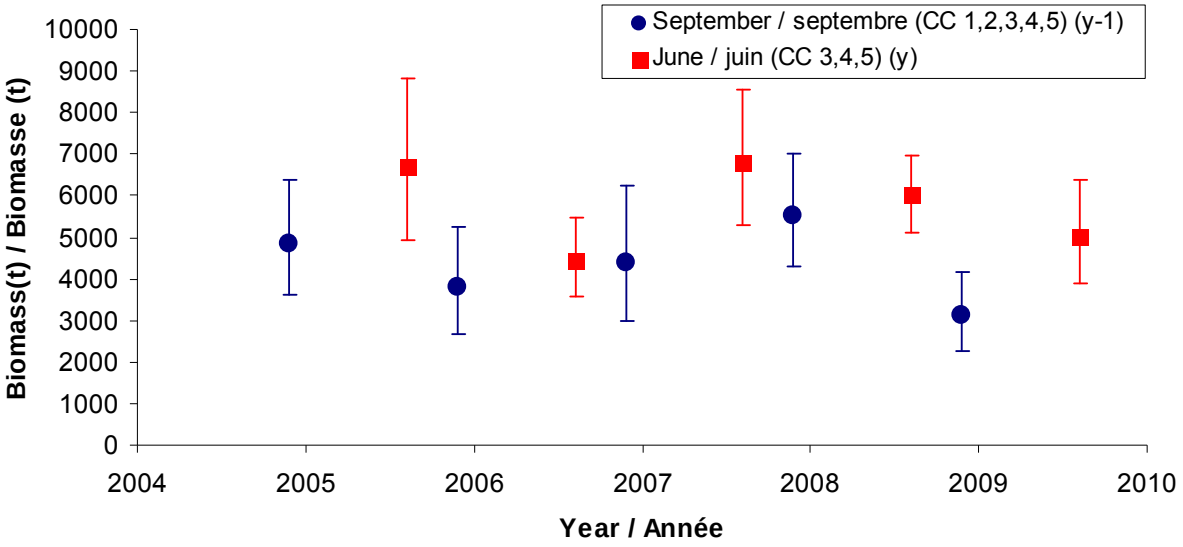


Figure 1. Comparison of the estimates of the exploitable commercial-sized biomass of male snow crab in Area 19 from the fall survey of year y relative to the estimate of biomass from the same Area 19 in June of year y+1. Symbols are mean value; bars are 95% confidence interval range.
Figure 1. Comparaison des estimés de biomasse de taille commerciale exploitable de crabes des neiges mâles de la zone 19 du relevé d'automne de l'année y en relation avec l'estimé de biomasse de la même zone 19 de juin de l'année y+1. Les symboles sont des valeurs moyennes, les barres représentent l'écart des intervalles de confiance de 95%.

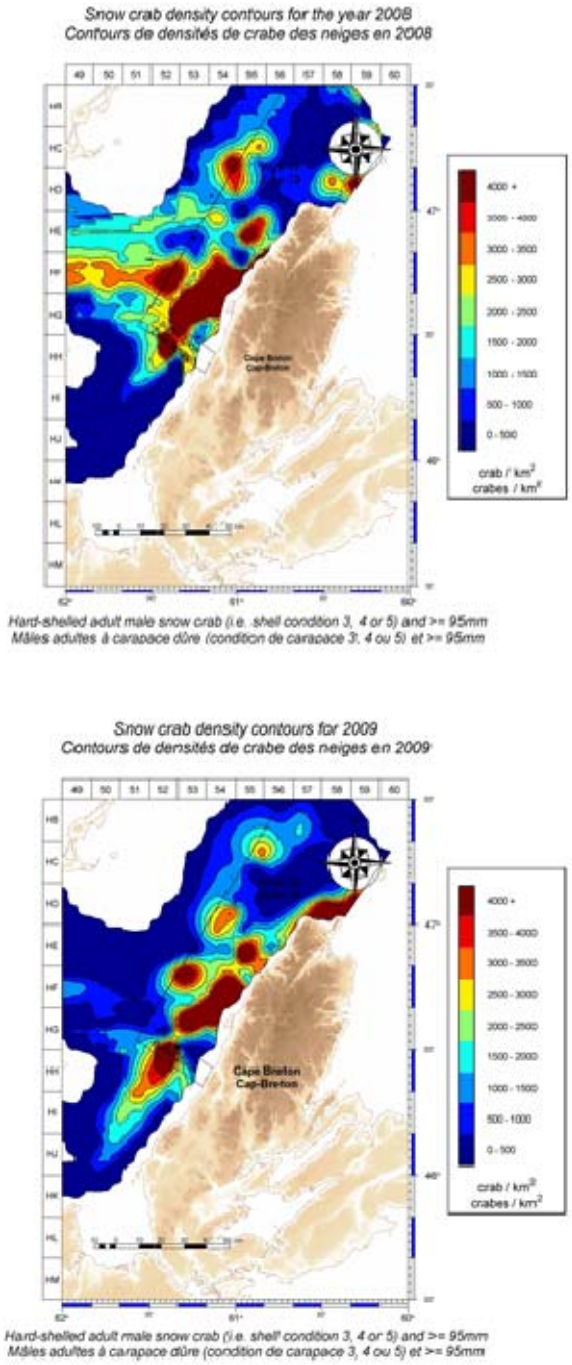
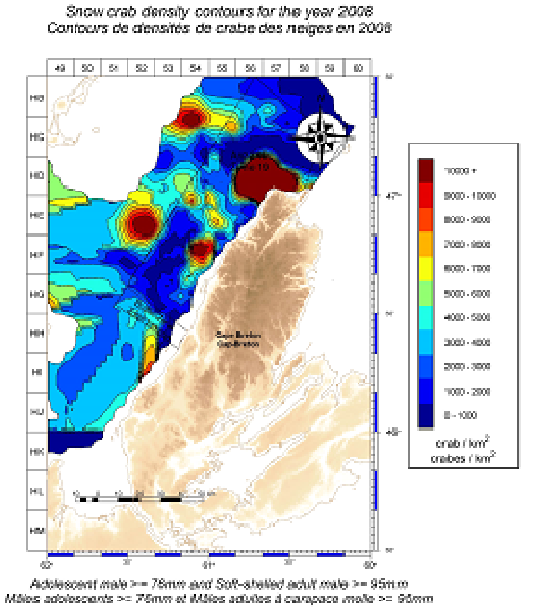


Figure 2. Snow crab density contour for hard-shelled adult males (carapace conditions 3, 4 and 5) in Area 19 from June 2008 (top) and June 2009 (bottom).
Figure 2. Contour de densité du crabe des neiges pour les mâles adultes à carapace dure (conditions de carapace 3, 4 et 5) dans la zone 19 en juin 2008 (ci-haut) et juin 2009 (ci-bas).



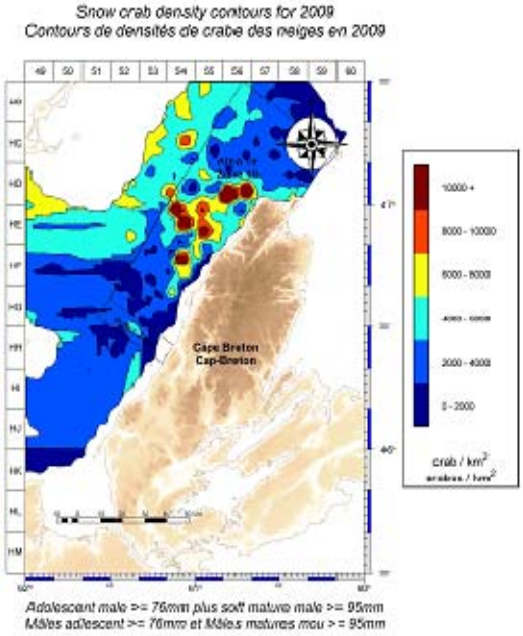


Figure 3. Snow crab density contours for combined adolescent males ≥76 mm and soft-shelled adult males ≥95 mm in June 2008 (top) and June 2009 (bottom).
Figure 3. Contour de densité du crabe des neiges regroupant les mâles adolescents ≥76 mm et les mâles adultes à carapace molle ≥95 mm de juin 2008 (ci-haut) et juin 2009 (ci-bas).