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 2011/082 | **Document de recherche 2011/082**

Gulf Region | **Région du Golfe**

The 2010 assessment of the snow crab (*Chionoecetes opilio)* stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, 12E and 12F)

Évaluation du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio)* dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) en 2010

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, 2011
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2011

Canada

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 sampling / Échantillonnage en mer 6
3.2.1. Sea sampling (before discarding) / Échantillonnage en mer (avant le triage) 6
3.2.2. Sea sampling (after discarding) / Échantillonnage en mer (après le triage) 7
3.2.3 Soft-shelled crab and white crab protocol monitoring / Suivi des protocoles de crabes à carapace molle et crabes blancs 7
3.3. Trawl Survey Biomass Estimation / Évaluation de l'indice de la biomasse du relevé au chalut 8
3.3.1. Trawl survey in 2010 / Relevé au chalut en 2010 9
3.3.2. Biological sampling / Échantillonnage biologique 10
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 13
4.0. RESULTS AND DISCUSSION / RÉSULTATS ET DISCUSSION 14
4.1. Fishery performance / Performance de la pêche 14
4.1.1. Area 12 / Zone 12 14
4.1.2. Area 19 / Zone 19 16
4.1.3. Area 12E / Zone 12E 17
4.1.4. Area 12F / Zone 12F 18
4.2. Estimates of biomass and exploitation in 2010 / Estimation de la biomasse et exploitation en 2010 19
4.2.1. Southern Gulf / Sud du golfe 20
4.2.2. Area 12 / Zone 12 22
4.2.3. Area 19 / Zone 19 22
4.2.4. Areas 12E and 12F / Zones 12E et 12F 22
4.2.5. Exploitation rate / Taux d'exploitation 23
4.2.6. Total mortality (Z) and difference in abundances of commercial-sized adult males / Mortalité totale (Z) et différences dans l'abondances des crabes adultes de taille commerciale 23
4.2.7. Reproductive potential / Potentiel reproducteur du stock 24
5.0. Risk Analysis of Catch Options and Prognosis / Analyse de risque des options de capture et pronostic 24
5.1. Risk analysis of catch options for 2011 / Analyse de risque des options de capture pour 2011 25
5.2. Prognosis / Pronostic 27
6.0. UNCERTAINTIES / INCERTITUDES 28
6.1. Change in the survey protocol / Changement au protocole du relevé 28
6.2. Growth / Croissance 28
6.3. Movement / Déplacement 29
6.4. Highgrading / Triage 31
6.5. Environmental factors / Facteurs environnementaux 31
7.0. ACKNOWLEDGMENTS / REMERCIEMENTS 33

8.0. REFERENCES / RÉFÉRENCES 34
TABLES 36
FIGURES 46

Correct citation for this publication:

Hébert, M., Wade, E., Biron, M., DeGrâce, P., Landry, J.-F., and Moriyasu, M. 2011. The 2010 assessment of the 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. 2011/082. vi + 73 p.

ABSTRACT

The 2010 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 2010 were 9,549 t out of a quota of 9,547.6 t. The 2010 exploitation rate in the sGSL was 36.6%. 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 2010. In management Areas 12E and 12F, the fishery performance indicators were poor. The 2010 post-fishery survey biomass of commercial-sized adult male crab in the sGSL was 30,500 t (27,400 t – 33,700 t), an increase of 17% from the 2009 estimate of 26,100 t (23,400 t – 29,000 t). Fifty six percent (56%) of the 2010 biomass was composed of new recruitment estimated at 17,000 t (14,900 t – 19,200 t), an increase of 10% relative to 2009. The 2010 residual (hard-shelled crab) biomass was estimated at 13,500 t (11,600 t – 15,700 t), an increase of 26% compared to 2009. The recruitment to the fishery is expected to increase until the 2015 fishery. The abundance of mature females increased in 2010 relative to the low values during 2005 to 2009. The 2010 commercial-sized adult male biomass level is within the cautious zone of the Precautionary Approach framework but close to the upper stock reference point of 34,000 t. A risk analysis of catch options relative to the biomass and removal rate reference points for the 2011 fishery is provided.

La présente publication doit être citée comme suit :

Hébert, M., Wade, E., Biron, M., DeGrâce, P., Landry, J.-F., et Moriyasu, M. 2011. Évaluation du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio)* dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, 12E et 12F) en 2010. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2011/082. vi + 73 p.

RÉSUMÉ

L'évaluation de stock du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (sGSL) est présentée (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 dans le sGSL en 2010 ont atteint 9 549 t sur un quota de 9 547,6 t. Le taux d'exploitation en 2010 dans le sGSL était de 36,6%. 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 2010. Dans les zones de gestion 12E et 12F, les indicateurs de la performance de la pêche étaient faibles. La biomasse de 2010 des mâles adultes de taille commerciale dans le sGSL à partir du relevé au chalut effectué après la pêche a été de 30 500 t (27 400 t – 33 700 t), une augmentation de 17% par rapport à l'estimé de 2009 de 26 100 t (23 400 t – 29 000 t). Cinquante-six pourcent (56%) de la biomasse du relevé de 2010 était composé du nouveau recrutement à la pêcherie estimée à 17 000 t (14 900 t – 19 200 t), une augmentation de 10% par rapport à 2009. La biomasse résiduelle (crabes à carapace dure) en 2010 a été estimée à 13 500 t (11 600 t – 15 700 t), une augmentation de 26% comparativement à 2009. Une augmentation du recrutement à la pêcherie est prévue jusqu'à la pêche de 2015. L'abondance des femelles matures a augmenté en 2010 par rapport aux faibles valeurs observées entre 2005 et 2009. Le niveau de la biomasse des mâles adultes de taille commerciale en 2010 est à l'intérieur de la zone de prudence du cadre de l'approche de précaution, mais près du point de référence supérieur du stock de 34 000 t. Une analyse de risque sur les niveaux de capture par rapport aux points de référence de biomasse et du niveau de prélèvement pour la pêche de 2011 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 in the sGSL (Chiasson and Hébert 1990; DFO 2009; 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.

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 dans le sGSL (Chiasson et Hébert 1990; MPO 2009; 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.

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

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 (by management area and distributed among licenses holders) and effort controls (number of licenses, trap allocations, trap dimensions, and seasons).

La gestion de ces pêches est basée sur des quotas (par zone de gestion et 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 sGSL 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. Different trap limits apply to each license depending on the group and fishing area.

Dans les zones 12, 12E et 12F, la saison de pêche débute généralement en avril-mai aussitôt que le sGSL est libre de glace pour une durée 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. Différentes limites de casiers sont assujetties à chaque permis dépendamment du groupe ou de la zone de pêche.

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. Another 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 en raison d'un 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 (TAC) ou contingent en fonction de la biomasse de crabes mâles adultes $\geq$ 95 mm (LC), estimée à partir du relevé au chalut. Une autre 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 lower 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

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

years (Dufour et al. 1997).

This report presents the 2010 assessment of the snow crab resource in the sGSL (Areas 12, 19, 12E and 12F). Fishery monitoring of the sGSL fisheries is based on logbook data, dockside monitoring of the catch and at-sea sampling by observers. 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 2011 fishery relative to the commercial biomass and removal reference points is also presented.

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. Generally, they mate immediately after their terminal molt, while their carapace is still soft, and extrude

molle et pourrait diminuer le recrutement à la pêcherie des années suivantes (Dufour et al. 1997).

Ce document présente l'évaluation de 2010 sur l'état de la ressource du crabe des neiges dans le sGSL (zones 12, 19, 12E et 12F). Le suivi des pêcheries du sGSL est basé sur les données des carnets de bord des pêcheurs et du suivi des débarquements à quai et de l'échantillonnage en mer par des observateurs. 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 2011 par rapport aux points de références de biomasse commerciale et du niveau de prélèvement est aussi présentée.

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. Généralement, ces femelles vont s'accoupler et produire des

fertilized eggs for the first time becoming primiparous females (Watson 1969; Moriyasu and Conan 1988). Multiparous refers to females which are repeat spawners (second brood or later). Their mating season occurs from late-May to early-June, after egg hatching (Conan and Comeau 1986; Moriyasu and Conan 1988; Sainte-Marie and Hazel 1992; Moriyasu and Comeau 1996; Sainte-Marie et al. 1999). The embryonic development takes approximately two years after the extrusion of fertilized eggs (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).

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).

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

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 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'éclosion des œufs fertilisés (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.

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 démontrée comme 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).

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 mâles adultes de taille commerciale avec une

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

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 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

3.1. 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 not all trap hauls were 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 the unadjusted mean CPUE: $TH_i = Y_i / CPUE_i$.

3.0. MÉTHODES

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 non pondérée: $CL_i = Y_i / PUE_i$.

3.2. SEA 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 (Fig. 2). Two types of sampling have been conducted on the commercial fishing vessels: before discarding and after discarding (retained catch). The sampling effort objective was two samples before discarding to one sample after discarding for the entire fishing activity of the sampled boat.

3.2.1. Sea sampling (before discarding)

Observers from the consultant company Biorex, were deployed randomly on fishing boats and the vessels sampled were distributed equally on fishing boats of different harvester groups (First Nations, traditional harvesters, and new entrants). While on a fishing vessel, the observer randomly selected traps during the entire period of fishing activity. For each trap sampled, a sub-sample of 40 males of all sizes was chosen at random from the total catch 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.

In Areas 12, 12E and 12F, crab of carapace conditions 1 and 2 and claw hardness less than 68 units on the durometer were

3.2. ÉCHANTILLONNAGE EN MER

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 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: avant le triage et après le triage (prises retenues). Ces deux échantillonnages (avant et après le triage) devaient se faire dans un ratio de deux échantillons avant le triage pour un échantillon après le triage durant toute l'activité de pêche du bateau échantillonné.

3.2.1. Échantillonnage en mer (avant le triage)

Les observateurs de la compagnie consultante Biorex ont été déployés au hasard et les bateaux échantillonnés ont été distribués également sur les bateaux de différentes flottilles (Première Nations, traditionnels et nouveaux entrants). Lorsque sur le bateau, l'observateur choisi au hasard des casiers durant toute l'activité de pêche du bateau. Un sous échantillon de 40 mâles de toutes tailles a été prélevé au hasard de la prise totale 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.

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

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.

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.

3.2.2. Sea sampling (after discarding)

The observer randomly selected traps during the entire fishing activity to determine the composition of the retained catch (landing composition). A random sub-sample of 20 male crabs in each sampled trap from the retained catch of the vessel was taken and the same measurements as described above for the sampling before discarding were taken. The following additional information was recorded for each sampled vessel: name of the boat, date of sampling, and total quantity landed.

3.2.2. Échantillonnage en mer (après le triage)

L'observateur choisi au hasard les casiers durant toute l'activité de pêche du bateau afin de déterminer la composition de la prise retenue par le bateau (composition du débarquement).Un sous-échantillon de 20 crabes mâles a été prélevé au hasard à partir des prises de chaque casier échantillonné et retenues par le bateau. Les mêmes mensurations décrites ci-haut pour l'échantillonnage avant le triage 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.

3.2.3 Soft-shelled crab and white crab protocol monitoring

A soft-shelled crab monitoring program was carried out in 2010 for Areas 12, 12E and 12F snow crab fisheries. This protocol allows the closure of smaller areas (grids or sectors) of the fishery with high incidence of soft-shelled males in the catch 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-

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 2010 pour les pêcheries au crabe des neiges des zones 12, 12E et 12F. Ce protocole permet la fermeture de petites régions (quadrilatères ou secteurs) de la pêcherie avec une incidence élevée de mâles à carapace molle dans les prises 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

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; 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. Sea samples are weighted by the landing of the individual sampled vessel. The mean percentage of soft-shelled or white crabs used to close grids or sectors is calculated using the ratio of the number of soft-shelled males and the total number of males caught in commercial traps.

3.3. TRAWL SURVEY BIOMASS ESTIMATION

There have been progressive changes in the procedures 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).

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.

3.3. ÉVALUATION DE L'INDICE DE LA BIOMASSE DU RELEVÉ AU CHALUT

Il y a eu des changements progressifs au niveau des procédures dans 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).

3.3.1. Trawl survey in 2010

In 2010, the post-fishery trawl survey was conducted between July 8 and September 14 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 2010 trawl survey has remained the same since 2006, and was in accordance with recommendations from the Assessment Framework Workshop on the 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).

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.

When the net is damaged or there was no signal from the Netmind© system at the

3.3.1. Relevé au chalut en 2010

Un relevé scientifique au chalut après la saison de pêche en 2010 a été effectué du 8 juillet au 14 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 2010 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 (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).

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.

Lorsque le filet est déchiré ou qu'il n'y avait pas de signal du système Netmind© au début

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).

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.

A total of 354 tows with fully usable data were completed (Table 1). All stations were trawled during daylight hours. The number of tows, the mean swept area, the 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 summarized in Table 1.

3.3.2. Biological sampling

The trawl catches were sorted on the vessel deck. Snow crabs were put 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, CH to the nearest 0.1 mm and carapace condition, and from females, CW, width of the 5th abdominal segment to the nearest 0.1 mm, 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 (km²) of each corresponding tow.

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).

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.

Un total de 354 traits de chalut ont été complété avec des données entièrement utilisables (tableau 1). Toutes les stations ont été chalutées durant le jour. Le nombre de trait, la surface moyenne chalutée, le nombre de traits rejetés et le nombre de traits lorsque le système Netmind ne fonctionnait pas bien ou qu'il y avait peu de données pour analyser la surface balayée sont présentés au tableau 1.

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, HP au 0,1 mm près et la condition de la carapace, et pour les femelles; LC, largeur du 5^{ième} segment de l'abdomen au 0,1 mm près 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 (km^2) de chaque trait correspondant.

3.3.3. Estimation of snow crab abundance

The techniques used for abundance and biomass estimates follow the decisions and recommendations made at the Snow crab Assessment Framework Workshop in the sGSL (DFO 2006). 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 depth 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).

One of the critical factors in the geostatistical method is 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 are defined by their management lines, as well as by shallow depths near the coastline (40 m for Areas 12 and 19) or by very deep water (240 m in the case of Areas 12E and 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

3.3.3. Estimation de l'abondance de crabe des neiges

Les techniques utilisées pour les estimés d'abondance et de biomasse suivent les décisions et les recommandations faites lors de l'Atelier de Travail sur l'Évaluation du stock du crabe des neiges du sGSL (DFO 2006). 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. Il a été démontré par validation croisée que le KDE avait une une meilleure performance que le krigeage ordinaire ou le krigeage ordinaire avec des pseudo-zéros (Surette et al. 2007).

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

Un des points critiques de 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 (40 m pour zones 12 et 19) ou par les eaux très profondes (240 m dans le cas des zones 12E et 12F).

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 effectuer une analyse géostatistique. Un menu d'application sur commande permet à l'utilisateur de transformer les données, analyser le variogramme, interpoler le krigeage ordinaire et les fonctions de cartographie. Le dernier

depth as a secondary variable, as well as the kriged size frequency histograms.

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) and the carapace width distributions (mm) from sampling.

L'indice d'abondance des crabes mâles adulte 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) et les distributions de largeur de la carapace (mm) provenant de l'échantillonnage:

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

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

Where W is the weight in gr. 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 gr. 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), 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.

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 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.

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

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 varie de 56-68 mm, 69-83 mm et supérieure à 83 mm, respectivement et qui 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.

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

The exploitation rate (traditional exploitation rate) was calculated as the ratio of the catch in the fishery of year *t*, ($C_t^{3,4,5}$) and the commercial biomass estimated from the previous year *t – 1*.

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

The traditional exploitation rate does not consider any changes in unfished biomass due to natural mortality.

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,

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 traditionnel) a été calculé comme étant le ratio entre les débarquements de la pêche à l'année *t*, ($C_t^{3,4,5}$) et la biomasse commerciale estimée à l'année précédente *t - 1*.

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

Le taux d'exploitation traditionnel ne tient pas compte d'aucun changements sur la biomasse non-pêchée en raison de la mortalité naturelle.

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

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).

chalut, trois, deux et une année dans le futur, respectivement. Le modèle a inclus les incertitudes comme les erreurs d'observation, les erreurs de processus et les distributions à priori diffuses (Surette et Wade 2006).

L'estimation d'abondance du recrutement à la pêcherie à l'année *t*+1 à partir de celle 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 in the sGSL since 1969 show three periods of high landings (exceeding 20,000 t): 1981-1986, 1994-1995, and more recently from 2002 to 2009 (Fig. 4). The highest landings were reported in 2005 (36,118 t) while the lowest landings were recorded in 1975 (4 632 t). The landings in the sGSL were 9,549 t in 2010 (quota of 9,547.6 t) while they were 23,642 t in 2009 (quota of 23,998 t) (Fig. 4).

4.1.1. Area 12

The 2010 fishing season in Area 12 opened on April 21 and closed on July 18 with reported landings of 7,719 t (quota of 7,700 t). Harvesters participating in the fishery were from New-Brunswick, Québec, Nova-Scotia and Prince-Edward-Island. The number of participating boats decreased from 370 to 288 between 2009 and 2010.

4.0. RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1. PERFORMANCE DE LA PÊCHE

Les débarquements dans le sGSL depuis 1969 montrent trois périodes de débarquements élevés (supérieurs à 20 000 t): 1981-1986, 1994-1995, et plus récemment de 2002 à 2009 (fig. 4). Les débarquements les plus élevés ont été rapportés 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 9 549 t en 2010 (quota de 9 547,6 t) comparativement à 23 642 t en 2009 (quota de 23 998 t) (fig. 4).

4.1.1. Zone 12

La saison de pêche de 2010 dans la zone 12 a eu lieu entre le 21 avril et le 18 juillet avec des débarquements rapportés de 7 719 t (contingent de 7 700 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 a diminué de 370 à 288 entre 2009 et 2010.

Main fishing grounds are shown in Figure 1. The estimated fishing effort in Area 12 decreased from 508,053 to 353,775 trap hauls (th) from 2004 to 2007, it then increased to 433,527 th in 2009 and decreased to 161,148 th in 2010 (Table 2). During the 2010 fishing season, fishing effort in Area 12 was concentrated mostly in Chaleur Bay, Shediac Valley, Orphan Bank, Bradelle Bank and the southern part of the Magdalen Channel (Fig. 5). The majority of landings were from the Chaleur Bay, Bradelle Bank, Shediac Valley, the Orphan Bank and the Magdalen Channel (Fig. 6).

Les principaux fonds de pêche sont présentés dans la figure 1. L'estimé de l'effort de pêche dans la zone 12 a diminué entre 2004 à 2007 passant de 508 053 à 353 775 casiers levés (cl). L'effort de pêche a par la suite augmenté à 433 527 cl en 2009 et a diminué à 161 148 cl en 2010 (tableau 2). L'effort de pêche dans la zone 12 durant la saison de pêche de 2010 a été concentré principalement dans la baie des Chaleurs, la vallée de Shédiac, le banc Orphelin, le banc Bradelle et la partie sud du canal des Iles-de-la-Madeleine (fig. 5). La grande partie des débarquements provenait de la baie des Chaleurs, du banc Bradelle, le banc des Orphelins, la vallée de Shédiac et le canal des Îles-de-la-Madeleine (fig. 6).

The unadjusted mean CPUE (called CPUE hereafter) in Area 12 was 47.9 kg/th in 2010, which is comparable to 2009 (48.2 kg/th) but decreased from 2007 (65.7 kg/th) (Table 2). High CPUEs were observed in Bradelle Bank, American Bank, the Magdalen Channel and in the Cape Breton Corridor (Fig. 7). The mean size of commercial adult males increased from 109.0 mm CW in 2002 to 115.2 mm CW in 2010 (Fig. 8).

La PUE moyenne non pondérée (appelée PUE pour la suite) a été de 47,9 kg/cl en 2010, ce qui est comparable à 2009 (48,2 kg/cl, mais a diminué depuis 2007 (67,5 kg/cl) (tableau 2). Les PUE élevées ont été observées dans le banc Bradelle, le banc des Américains, le canal des Îles-de-la-Madeleine et dans le corridor du Cap-Breton (fig. 7). La taille moyenne des mâles adultes de taille commerciale a augmenté passant de 109,0 mm LC en 2002 à 115,2 mm LC en 2010 (fig. 8).

In 2010, the target at-sea observer coverage was 25% of the total number of trips. The number of trips sampled was 327 consisting of 1,848 traps sampled and 70,968 crabs measured. In accordance with the soft-shelled crab protocol, the Chaleur Bay area and 9 other grids in Area 12, totaling 74 of 323 grids, were closed during the 2010 fishing season (Fig. 9).

En 2010, la couverture en mer ciblée par les observateurs était de 25% du nombre total de voyages. Le nombre de bateaux échantillonnés était de 327 comprenant 1 848 casiers échantillonnés et 70 968 crabes mesurés. Selon le protocole de crabe mâle à carapace molle, la région de la baie des Chaleurs et 9 autres quadrilatères, totalisant 74 des 323 quadrilatères, ont été fermés dans la zone 12 au cours de la saison de pêche de 2010 (fig. 9).

The incidence of soft-shelled crabs (Table 3) in the catches (all sizes, prior to discarding) was higher in 2010 (6.5%) compared to 2009 (5.0%) but has remained low since 2000 (12.5%). Within the commercial-sized adult male catch, the percentage with carapace conditions 1 and 2 (prior to discarding) decreased from 2000 (11.5%) to 2007 (3.2%),

Le pourcentage des crabes à carapace molle (tableau 3) dans les captures (toutes tailles, avant le triage) a augmenté en 2010 (6,5%) comparativement à 2009 (5,0%) 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 (avant le triage) a diminué

but increased in 2008 (7.2%) and was the highest of recent years in 2009 and 2010 at 16.8 and 14.1%, respectively (Table 4). The percentage of crabs with carapace condition 3 in 2010 was 72.4%, the second 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 13.5% and 20% in the last three years (Table 4).

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%) (tableau 4). Le pourcentage des crabes avec condition de carapace 3 a été de 72,4% en 2010, le deuxième 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 13.5% et 20% lors des trois dernières années (tableau 4).

4.1.2. Area 19

The 2010 fishing season in Area 19 opened on July 14 and ended on July 30 (last date of landings) with reported landings of 1,360 t from a quota of 1,360.6 t. The number of boats fishing in Area 19 in 2010 was 99 (all from Cape Breton) while the number of licenses was 162.

The fishing effort during the 2010 in Area 19 was distributed in the southern and central parts of the zone (Fig. 5). The highest landings were taken from the southern part and highest CPUEs were observed in the southern and central parts of the zone (Figs. 6 and 7). The fishing effort decreased from 42,553 th in 2007 to 11,138 th in 2010 (Table 2).

The mean CPUE in 2010 (122.1 kg/th) increased compared to 2009 (71.4 kg/th) and represents the highest observed since 1986 (Table 2). The mean size of commercial adult males decreased from 120.5 mm CW in 1995 to 110.0 mm CW in 2002, increased to 117.3 CW in 2007 and has remained high since (Fig. 8).

In 2010, the target at-sea observer coverage was 10% of the total number of trips. The number of trips sampled was 71 consisting of 177 traps sampled and 6,431 crabs measured. Four sectors within Area 19 were closed during the 2010 fishing season due to high incidences of soft-shelled and white crabs in

4.1.2. Zone 19

La saison de pêche de 2010 dans la zone 19 a eu lieu entre le 14 juillet et le 30 juillet (dernier jour de débarquements) avec des débarquements reportés de 1 360 t sur un quota de 1 360,6 t. Le nombre de bateaux pêchant dans la zone 19 en 2010 était de 99 (tous provenant du Cap-Breton) alors que le nombre de permis alloués était de 162.

L'effort de pêche dans la zone 19 en 2010 était distribué dans les parties sud et centrale de la zone (fig. 5). Les plus grands débarquements ont été pris dans la partie sud de la zone alors que les PUEs élevées ont été observées dans les parties sud et centrale de la zone (figs. 6 et 7). L'effort de pêche a diminué passant de 42 553 cl en 2007 à 11 138 cl en 2010 (tableau 2).

La PUE moyenne en 2010 (122,1 kg/cl) a augmenté comparativement à 2009 (71,4 kg/cl) et représente la plus haute observée depuis 1986 (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 pour atteindre 117,3 mm LC en 2007 et a demeuré élevée depuis (fig. 8).

En 2010, la couverture ciblée par les observateurs en mer dans la zone 19 était de 10% du nombre total de sorties en mer. Le nombre de bateaux échantillonnés a été de 71, comprenant 177 casiers échantillonnés et 6 431 crabes mesurés. Quatre secteurs à l'intérieur de la zone 19 ont été fermés au

the catch (Fig. 10).

The percentage of white crabs in the catches increased from 8.3% in 2007 to 13.2% in 2009 but decreased to 7.7% in 2010 (Table 3). Within the commercial-sized adult male catch, the percentage of carapace conditions 1 and 2 was 12.2% in 2010, comparable to the 2009 value (13.2%) but below the high value (16.6%) observed in 2000 (Table 4). The percentage of crabs with carapace condition 3 was 67.6% in 2010, the second lowest value since 2001. The percentage of commercial-sized adult males with carapace condition 5 remained low in 2010 (Table 4).

4.1.3. Area 12E

In Area 12E, the 2010 fishery opened on May 5 and ended on July 18, with reported landings of 50 t, which represents 74.6% of the quota of 67 t. Only three of eight fish harvesters (6 from New-Brunswick, 1 from Québec and 1 from Prince Edward Island) were active for the 2010 fishing season.

Harvesters concentrated their fishing effort in the southeastern part of the area adjacent to Areas 12 and 12F (Fig. 5). The fishing effort decreased from 9,232 th in 2008 to 1,825 th in 2010.

The Area 12E mean CPUE in 2010 was 27.4 kg/th, an increase compared to 2009 (14.4 kg/th) (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 109.3 mm CW by 2010 (Fig. 8).

In 2010, the target at-sea observer coverage was 25% of the total number of trips. The number of trips sampled was seven,

cours de la saison de 2010 en raison de l'incidence élevée de crabes à carapace molle et de crabes blancs dans les prises (fig. 10).

Le pourcentage annuel de crabes blancs dans les prises a augmenté passant de 8,3% en 2007 à 13,2% en 2009 mais a diminué à 7,7% en 2010 (tableau 3). Parmi les prises des mâles adultes de taille commerciale, le pourcentage avec conditions de carapace 1 et 2 a été de 12,2% en 2010, ce qui est comparable à la valeur de 2009 (13,2%), mais en dessous de la valeur élevée (16,6%) observé en 2000 (tableau 4). Le pourcentage des crabes avec condition de carapace 3 a été de 67,6% en 2010, soit la deuxième plus basse depuis 2001. Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 5 est demeuré bas en 2010 (tableau 4).

4.1.3. Zone 12E

Dans la zone 12E, la pêche en 2010 a eu lieu entre le 5 mai et le 18 juillet avec des débarquements reportés de 50 t, ce qui représente 74,6% du contingent de 67 t. Seulement trois des huit pêcheurs (6 provenant du Nouveau-Brunswick, 1 du Québec et 1 de l'Île-du-Prince-Édouard) ont été actifs lors de la pêche.

Les pêcheurs ont concentré leur effort 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 1 825 cl en 2010.

La PUE moyenne dans la zone 12E a été de 27,4 kg/cl en 2010, une augmentation comparativement à 2009 (14,4 kg/cl) (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 109,3 mm LC en 2010 (fig. 8).

En 2010, la couverture ciblée par les observateurs en mer était de 25% du nombre total de voyages. Le nombre de bateaux

consisting of 32 traps sampled and 1,254 crabs measured. According to the soft-shelled protocol, none of the eight grids were closed (Fig. 11).

The percentage of soft-shelled males in the catches was 14.7% in 2010, an increase from 2009 (7.8%) and 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 decreased in 2010 to 8.5% from the high value of 27.7% in 2009 (Table 4). The percentage of commercial-sized adult males with carapace condition 3 increased to 89.7% compared to 66.1% in 2009. 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 1.8% in 2010 (Table 4).

4.1.4. Area 12F

In Area 12F, the 2010 fishery opened on April 14 and closed on June 26 with reported landings of 420 t (quota of 420 t). There were 18 permanent harvesters in 2010; 11 were from the Magdalen Islands and 7 from Cape Breton.

The fishing effort was concentrated in the central 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 14,335 th in 2010 (Table 2).

The Area 12F mean CPUE in 2010 (29.3 kg/th) increased compared to 2009 (22.0 kg/th) but was among the lowest values of the time series of the fishery beginning in 1995 (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, decreased to 108.5 mm CW by 2009 but increased to 110.4 mm CW in 2010 (Fig. 8).

In 2010, the target at-sea observer coverage

échantillonnés a été de sept, comprenant 32 casiers échantillonnés et 1 254 crabes mesurés. Selon le protocole de crabe à carapace molle, aucun des huit quadrilatères ont été fermés (fig. 11).

Le pourcentage de crabes à carapace molle dans les prises a été de 14,7%, une augmentation par rapport à 2009 (7,8%) et le plus haut observé de la série 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 diminué à 8,5% en 2010 de la valeur élevée de 27,7% en 2009 (tableau 4). Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 3 a augmenté à 89,7% en 2010 comparativement à 66,1% en 2009. 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%), pour augmenter en 2008 (8,4%) puis diminuer à 1,8% en 2010 (tableau 4).

4.1.4. Zone 12F

Dans la zone 12F, la pêche en 2010 a eu lieu entre le 14 avril et le 26 juin, avec des débarquements reportés de 420 t (quota de 420 t). Il y avait 18 pêcheurs permanents en 2009 dont 11 provenaient des Îles-de-la-Madeleine et 7 du Cap-Breton.

L'effort de pêche a été concentré dans les parties centrale 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 14 335 cl en 2010 (tableau 2).

La PUE moyenne dans la zone 12F en 2010 (29,3 kg/cl) a augmenté comparativement à 2009 (22,0 kg/cl) mais a été parmi les plus basses valeurs depuis le début de cette pêche en 1995 (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, a diminué à 108,5 mm LC par 2009 mais a augmenté à 110,4 mm LC en 2010 (fig. 8).

En 2010, la couverture ciblée par les

was 20% of the total number of trips. The number of trips sampled was 30 consisting of 182 traps sampled and 6,556 crabs measured.

The percentage of soft-shelled males in the catches increased from 2.4% in 2007 to 11.4% in 2009 but decreased to 8.6% in 2010 (Table 3). Two of the three sectors within Area 12F were closed in 2010 due to the high incidence of soft-shelled crabs in catches (Fig. 12). The percentage of commercial-sized males of carapace conditions 1 and 2 was 40.7% in 2010, the highest since 2000 (Table 4). The percentage of commercial-sized adult males of carapace conditions 4 and 5 decreased in 2010 (1.0%) 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 58.5% by 2010, the lowest since 2000 (Table 4).

4.2. ESTIMATES OF BIOMASS AND EXPLOITATION IN 2010

Of the 354 stations sampled during the 2010 trawl survey, 47 tows were rejected and repeated (Fig. 3). This represents 13.3% of the total number of stations sampled in 2010, (Table 1). The number of tows for which the Netmind® system data were deemed unusable to estimate the trawl swept area was 39, representing 11% of the total, lower than the time series mean of 12.1% (Table 1). The average tow swept area in 2010 (2,734 m^2) is within the range of the time series average of 2,636.1 ± 236.7 m^2 (Table 1).

The mean weight of commercial-sized adult males in 2010 was 606.5 grams, a similarly high value since 2006 compared to the time series mean of 585.5 ± 21.7 g (Table 1). The mean density of commercial-sized adult males (number per km^2) decreased from 1,772.6 in

observateurs en mer était de 20% du nombre total de voyages. Le nombre de bateaux échantillonnés a été de 30, comprenant 182 casiers échantillonnés et 6 556 crabes mesurés.

Le pourcentage de crabes à carapace molle dans les prises a augmenté passant de 2,4% en 2007 à 11,4% en 2009 mais a diminué à 8,6% en 2010 (tableau 3). Deux des trois secteurs à l'intérieur de la zone 12F ont été fermés en 2010 en raison de l'incidence élevée de crabes à carapace molle dans les captures (fig. 12). Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 1 et 2 a été de 40,7% en 2010, le plus haut niveau depuis 2000 (tableau 4). Le pourcentage des mâles avec conditions de carapace 4 et 5 a diminué en 2010 (1,0%) 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 58,5% par 2010, le plus bas niveau depuis 2000 (tableau 4).

4.2. ESTIMATION DE LA BIOMASSE ET EXPLOITATION EN 2010

Sur les 354 stations échantillonnées durant le relevé au chalut de 2010, 47 traits de chalut ont été rejetés et répétés (fig. 3). Ceci représente 13,3% du nombre total de stations échantillonnés en 2010 (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 39, ce qui représente 11% du nombre total, ce qui est plus bas que la moyenne de la série chronologique de 12,1% (tableau 1). La surface chalutée moyenne en 2010 (2 734 m^2) est à l'intérieur de la marge de la moyenne de la série chronologique de 2 636,1 ± 236,7 m^2 (tableau 1).

Le poids moyen des crabes adultes de taille commerciale en 2010 était de 606,5 grammes, une valeur particulièrement élevée depuis 2006 comparativement à la moyenne de la série chronologique de 585,5 ± 21,7 g (tableau 1). La densité moyenne des mâles

2008 to 965.0 crabs per km^2 in 2009 (Table 1) but increased to 1,133.4 crabs per km^2 in 2010. The mean density in 2010 was the second lowest of the time series beginning in 1989 (Table 1).

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 mais a augmenté à 1 133,4 crabes par km^2 en 2010 (tableau 1). La densité moyenne en 2010 a été la deuxième plus basse de la série chronologique débutant en 1989 (tableau 1).

4.2.1. Southern Gulf

The 2010 sGSL trawl survey kriging estimate of the commercial biomass was 30,500 t (95% confidence interval (C.I.) range of 27,400 to 33,700 t), an increase of 17% relative to 2009 (Table 5). The highest concentrations of the commercial biomass from the 2010 trawl survey were mainly observed in Chaleur Bay, Bradelle Bank, the southern part of the Magdalen channel and in Area 19 (Fig. 13).

The recruitment to the fishery at the time of the 2010 survey was estimated at 17,000 t (14,900– 19,200 t), an increase of 10% relative to 2009 and represents 56% of the commercial biomass (Table 5). The 2010 residual biomass (adult commercial-sized males with carapace conditions 3, 4 and 5) was estimated at 13,500 t (11,600 – 15,700 t), an increase of 26% compared to the 2009 estimate (Table 5).

A comparison between the Bayesian model predicted fishery recruitment in 2010 based on the abundance of prerecruits in 2009 and the estimated abundance of this recruitment from the 2010 survey indicated that the estimated recruitment abundance in 2010 was within the 95% confidence interval of the predicted value (Fig. 14). The relationship between the abundance of prerecruits R-2 at year *t* and the recruitment to the fishery at year *t* + 1 is shown in Figure 15. 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 variations in the molting schedule of

4.2.1. Sud du golfe

Le relevé au chalut de 2010 a révélé une biomasse commerciale dans le sGSL, estimé à partir du krigeage, de 30 500 t (intervalle de confiance (I.C.) de 95% variant de 27 400 à 33 700 t), une augmentation de 17% par rapport à 2009 (tableau 5). Les hautes concentrations de la biomasse commerciale provenant du relevé de 2010 ont été observées principalement dans la baie des Chaleurs, le banc Bradelle, la partie sud du canal des Îles-de-la-Madeleine et dans la zone 19 (fig. 13).

Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé de 2010 a été estimé à 17 000 t (14 900 – 19 200 t), une augmentation de 10% par rapport à 2009 et représente 56% de la biomasse commerciale (tableau 5). La biomasse résiduelle (mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 3, 4 et 5) a été estimée à 13 500 t (11 600 – 15 700 t), une augmentation de 26% comparativement à l'estimer de 2009 (tableau 5).

Une comparaison entre la prédiction du recrutement à la pêcherie pour 2010 selon le modèle Bayésien (à partir de l'abondance des prérecrues en 2009) et l'estimé de l'abondance du recrutement observé à partir du relevé de 2010 indique que celle-ci se situait dans la gamme inférieure des intervalles de confiance (95%) de la valeur prédite (fig. 14). 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 à la figure 15. Un 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

precreruits (skip molting, molting to adolescent phase or molting to adult phase) especially if density-dependent phenomena occur.

accidentelles non-reportées, les incertitudes en raison de l'échantillonnage, la mortalité naturelle et des variations dans 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 2010 as in 2009, there was a considerable increase relative to previous years in the estimated numbers of landed commercial-sized adult soft-shelled and white crab. These crabs are normally considered as recruitment for the next year fishery. They comprised an estimated 10.5% (by numbers) of the landed catch in the sGSL (Fig. 16), and are equivalent to 5.9% of the 2011 estimated recruitment post-fishery for the sGSL. This estimate, obtained from sea sampling of retained catch, does not concord with the observations and experience of some participants from industry on the extent of white crab in the landings. The discordance could be due to a number of factors including: different interpretations by science compared to the fishing industry of soft-shell / white crab categorization, variation in the identification of these crab by observers (despite standardized training and protocols), to localized differences in the composition of the catches, to sampling coverage, to variations in industry performance, among other factors. There was sufficient concern at the peer review meeting to recommend that these data be reviewed in more detail to ensure that the methods and training were consistently applied and to better understand the source of the discrepancies.

En 2010 comme en 2009, il y a eu une augmentation considérable comparativement aux années antérieures du nombre estimatif de crabes à carapace molle et de crabes blancs (principalement du crabe blanc) adultes de taille commerciale dans les débarquements. Ces crabes sont normalement considérés comme le recrutement à la pêche de l'année suivante. Selon les estimations, ces crabes constituaient 10,5% (en nombre) des prises débarquées provenant du sGSL (fig. 16), ce qui est équivalent à 5,9% du recrutement estimé pour la pêche de 2011 dans le sGSL. Cet estimé, obtenu par l'échantillonnage en mer des prises retenues, ne concorde pas avec les observations et l'expérience de quelques participants de l'industrie sur l'ampleur de crabes blancs dans les débarquements. Cette dissension peut être attribuée aux différences dans l'interprétation des caractéristiques utilisées pour définir le crabe à carapace molle et le crabe blanc par les sciences comparativement à celles utilisées par l'industrie de la pêche, aux variations dans l'identification de ces crabes par les observateurs, aux différences localisées dans la composition des prises et la couverture d'échantillonnage, parmi d'autres facteurs. Cette divergence a été jugée suffisament importante durant la revue par les pairs qu'il a été recommandé d'entreprendre des analyses plus approfondies des données, afin de s'assurer que les méthodes et la formation sont consistantes dans leur application, et pour mieux connaître les sources de ces divergences.

Unaccounted fishing mortality affects the model predictions of recruitment to the fishery based on the abundance of precrecruits R-2. Fishing induced mortality of soft-shelled or white crabs can also be considered as a factor

La mortalité induite par la pêche non-comptabilisée affecte le modèle sur les prévisions du recrutement à la pêche basée sur l'abondance des prérecrues R-2. La mortalité induite par la pêche sur les crabes à

that may reduce the yield of the resource and the reproductive potential of the stock.

carapace molle ou les crabes blancs peut aussi être considérée comme un facteur qui peut réduire le rendement de la ressource et le potentiel reproducteur du stock.

4.2.2. Area 12

The 2010 trawl survey estimate of commercial biomass for Area 12 was 25,200 t (22,500 – 28,100 t), an increase of 14% relative to the 2009 estimate of 22,100 t (19,700 – 24,700 t) (Table 6). The 2010 Area 12 biomass estimate corresponds to 80.41% of the sum of the independently estimated commercial biomass in the four management areas. The recruitment to the fishery at the time of the survey was estimated at 14,400 t (12,700 – 16,400 t), representing 57% of the 2010 commercial biomass (Table 5). The 2010 residual biomass (Table 6) was estimated at 10,800 t (9,100 – 12,700 t).

4.2.2. Zone 12

Le relevé au chalut de 2010 a révélé une biomasse commerciale dans la zone 12 de 25 200 t (22 500 – 28 100 t), une augmentation de 14% par rapport à 2009 qui était de 22 100 t (19 700 – 24 700 t) (tableau 6). La biomasse de 2010 dans la zone 12 correspond à 80,41% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion. Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé a été estimé à 14 400 t (12 700 – 16 400 t), ce qui représente 57% de la biomasse commerciale de 2010 (tableau 5). La biomasse résiduelle (tableau 6) en 2010 a été estimée à 10 800 t (9 100 – 12 700 t).

4.2.3. Area 19

The 2010 post-fishery trawl survey estimate of the commercial biomass was 5,000 t (4,300 – 5,700 t), an increase of 47% compared to the 2009 estimate of 3,400 t (2,800 – 4,000 t) (Table 6). The 2010 Area 19 biomass estimate corresponds to 15.95% of the sum of the independently estimated commercial biomass in the four management areas. The recruitment was estimated at 2,400 t (2,000 – 2,900 t) similar to the 2009 estimate (Table 6). The residual biomass was estimated at 2,600 t (2,200 – 3,000 t), an increase of 160% compared to the 2009 estimate of 1,000 t (700 – 1,400 t) (Table 6).

4.2.3. Zone 19

Le relevé au chalut post-saison de 2010 a révélé une biomasse commerciale estimée à 5 000 t (4 300 – 5 700 t), une augmentation de 47% comparativement à l'estimer de 2009 qui était de 3 400 t (2 800 – 4 000 t) (tableau 6). La biomasse de 2010 dans la zone 19 correspond à 15,95% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion. Le recrutement à la pêcherie a été estimé à 2 400 t (2 000 – 2 900 t), ce qui est similaire à celui de 2009 (tableau 6). La biomasse résiduelle a été estimée à 2 600 t (2 200 – 3 000 t), une augmentation de 160% comparativement à l'estimer de 2009 qui était de 1 000 t (700 – 1 400 t) (tableau 6).

4.2.4. Areas 12E and 12F

In both areas 12E and 12F, crab concentrations were found near the boundaries of the concentrations in the sGSL and the biomass estimates had very large confidence intervals and are consequently uncertain.

4.2.4. Zones 12E et 12F

Dans les deux zones, les concentrations de crabes sont à la limite de la distribution de l'espèce dans le sGSL et les estimés de la biomasse commerciale ont des intervalles de confiance larges, et par conséquemment incertaines.

Area 12E

The Area 12E commercial biomass from the 2010 trawl survey was estimated at 220 t (50 – 600 t), which corresponds to 0.7% of the sum of the independently estimated biomass in the four management areas (Table 7). The recruitment to the fishery of 90 t (10 – 330 t) represents 41% of the 2010 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 2010 dans la zone 12E a été estimée à 220 t (50 – 600 t), ce qui correspond à 0,7% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion (tableau 7). Le recrutement à la pêcherie estimé à 90 t (10 – 330 t) représente 41% de la biomasse commerciale de 2010 (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 2010 survey was estimated at 920 t (500 – 1,500 t), which corresponds to 2.94% of the sum of independently estimated biomass in the four management areas (Table 7). The recruitment to the fishery of 500 t (200 – 900 t) represents 54% of the 2010 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 2010 a été estimée à 920 t (500 – 1 500 t), ce qui correspond à 2,94% de la somme des biomasses estimées dans les quatre zones de gestion (tableau 7). Le recrutement à la pêcherie estimé à 500 t (200 – 900 t) représente 54% de la biomasse commerciale de 2010 (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 2010, which is the ratio between the landings of the 2010 fishery and the commercial biomass estimated from the 2009 trawl survey, was 36.6%. Exploitation rates have been relatively stable since 2000 at a level of about 40% (Fig. 17).

4.2.5. Taux d'exploitation

Le taux d'exploitation dans le sGSL en 2010, qui est le rapport entre les débarquements de 2010 et la biomasse commerciale estimée d'après le relevé au chalut de 2009, était de 36,6%. Les taux d'exploitation ont été relativement stable depuis 2000 à un niveau d'environ 40% (fig. 17).

4.2.6. Total mortality (Z) and difference in commercial-sized adult males

The total mortality (Z), expressed as a percentage, of commercial-sized adult male

4.2.6. Mortalité totale (Z) et différence des crabes adultes de taille commerciale

La mortalité totale (Z), exprimée en pourcentage, des crabes mâles adultes de

snow crab in the sGSL was estimated at 48% in 2010 and varied between 35% and 88% since 1991 (Fig. 17). The commercial biomass estimate from the survey of 2009 was 11% (Wade et al. 2003) higher than the sum of the residual biomass from the fall survey and the landings in 2010 (Fig. 18). In previous years, the average difference over the time series has been 29% (Fig. 18). This difference (termed non-fishing directed mortality) of commercial-sized males could be attributed to a number of factors, including variability in survey estimates, natural mortality, fishing induced mortalities, and emigration.

taille commerciale dans le sGSL a été estimée à 48% en 2010 et a varié entre 35% et 88% depuis 1991 (fig. 17). La biomasse commerciale d'après le relevé au chalut de l'automne 2009 était 11% (Wade et al. 2003) plus élevée que la somme de la biomasse résiduelle d'après le relevé au chalut de l'automne 2010 et les débarquements de 2010 (fig. 18). Au fil des ans, la différence moyenne a été de 29% (fig. 18). Cette différence des mâles de taille commerciale pourrait être attribuable à plusieurs facteurs notamment les écarts entre les estimations découlant des relevés, la mortalité naturelle, les mortalités induites par la pêche, et à l'émigration.

4.2.7. Reproductive potential

The fluctuations in abundance of hard-shelled adult males and mature females are not synchronized because of differences in size and age at terminal molt (Figs. 19 and 20). For example, when the abundance of mature females was high, the abundance of 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 abundance of mature females increased in 2010 relative to the low values observed during 2005 to 2009 (Fig. 20). The annual mean size of mature females since 1988 varied from 57.4 mm in 1999 to 63.4 mm CW in 1995 (Fig. 21). The mean size of mature females was 59.6 mm CW in 2010 (Fig. 21).

4.2.7. Potentiel reproducteur du stock

Les fluctuations dans les abondances annuelles des mâles adultes à carapace dure et des femelles matures ne sont pas 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 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. L'abondance des femelles matures a augmenté en 2010 par rapport aux faibles valeurs observées durant 2005 à 2009 (fig. 20). La taille moyenne annuelle des femelles matures a varié entre 57,4 (1999) et 63,4 mm LC (1995) depuis 1988 (fig. 21). La taille moyenne a été de 59,6 mm LC en 2010 (fig. 21).

5.0. RISK ANALYSIS OF CATCH OPTIONS AND PROGNOSIS

Within the Precautionary Approach framework (DFO 2009), the limit reference point for biomass (B_{lim}) defines the critical / cautious zones and an upper stock reference point

5.0. ANALYSE DE RISQUE DES OPTIONS DE CAPTURE ET PRONOSTIC

Dans le cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution (DFO 2009), le niveau de référence limite pour la biomasse (B_{lim}) établit la ligne de démarcation

(B_{USR}) delimits the cautious / healthy zones on the stock status axis. A removal rate limit reference point (F_{lim}) defines the maximum removal rate in the healthy zone. Reference points which conform to the Precautionary Approach have been developed for the snow crab biological unit of the sGSL (DFO 2010).

The upper stock reference point (B_{USR}) is 34,000 t of commercial-sized adult males of all carapace conditions as estimated from the trawl survey (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 (B_{lim}) value is 9,400 t (Fig. 22). 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 (F_{lim}) 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). The sGSL commercial biomass estimate should be used for evaluating catch options relative to the defined reference points.

5.1. RISK ANALYSIS OF CATCH OPTIONS FOR 2011

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 2011 fishery. As well, the probabilities of the commercial-sized adult male biomass estimated from the post-fishery trawl survey being under than B_{USR} for catch options in the 2011 fishery were also provided. The choice of catch options and the decision

entre la zone critique et la zone de prudence, et le niveau de référence supérieur pour le stock (B_{NSR}) établit la ligne de démarcation entre la zone de prudence et la zone saine sur l'axe de l'état d'un stock. Le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation (F_{lim}) définit le taux d'exploitation maximum dans la zone saine. Les points de référence conforment à l'approche de précaution ont été développés pour l'unité biologique du crabe des neiges du sGSL (DFO 2010).

Le point de référence du niveau supérieur du stock (B_{NSR}) 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). Ces crabes seront des mâles adultes de taille commerciale à carapace dure en janvier suivant, l'année du relevé au chalut. La valeur du niveau de référence de la biomasse limite (B_{lim}) est de 9 400 t (fig. 22). 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 (F_{lim}) 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* (DFO 2010). La biomasse commerciale du sGSL devrait être utilisée pour évaluer les niveaux de capture par rapport aux points de référence définis.

5.1. ANALYSE DE RISQUE DES OPTIONS DE CAPTURE POUR 2011

L'analyse de risque 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 2011. Aussi, les probabilités que la biomasse des mâles adultes de taille commerciale estimée à partir de relevé au chalut post-saison soit plus basse que B_{NRS} selon les options de capture pour la pêche de

on the risk levels are left to fisheries management and the stakeholders.

2011 ont été produites. Le choix des options de capture et les décisions par rapport aux niveaux de risque sont laissés aux gestionnaires des pêches et aux intervenants de la pêche.

The estimated commercial-sized adult male biomass available for the 2011 fishery is 30,500 t (27,400 to 33,700 t). The estimated commercial biomass (30,500 t) in the sGSL in 2010 is 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 des mâles adultes de taille commerciale disponible pour la pêche de 2011 est de 30 500 t (27 400 – 33 700 t). L'estimation de la biomasse commerciale (30 500 t) dans le sGSL en 2010 est 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}.

The mean weight of commercial-sized adult male crab available to the fishery in 2011 was predicted at 606.5 g (Table 8). The recruitment of commercial-sized adult male crab in 2011, 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 2011 is 45.5 million commercial-sized adult male crab (95% C.I. range of 28.9 to 65.7 million), representing a recruitment biomass equivalent to 27,600 t (95% C.I. range of 17,500 to 39,800 t).

Le poids moyen des mâles adultes de taille commerciale disponible pour la pêche de 2011 a été prévu d'être 606,5 g (tableau 8). Le recrutement des mâles adultes de taille commerciale en 2011, 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 2011 est de 45,5 millions de crabes mâles adultes de taille commerciale (I.C. de 95% variant de 28,9 à 65,7 millions), représentant une biomasse de recrutement équivalent à 27 600 t (I.C. de 95% variant de 17 500 à 39 800 t).

Based on these projections for 2011, the risk analysis of catch options relative to the management objectives are summarized in Table 9, Figure 24.

En se basant sur ces projections pour 2011, une analyse de risque des options de capture par rapport aux objectifs de gestion sont résumés au tableau 9 et à la figure 24.

The sGSL commercial biomass estimate is the value which should be used for evaluating catch options relative to the defined reference points. The commercial biomass in the sGSL, which was estimated at 30,500 t (27,400 - 33,700), does not equal the sum of the commercial biomass estimated independently for the four management areas (31,340 t). The main reason for this is that the commercial biomass in each management area was analyzed independently and the kriging variability in each management area is much

L'estimé de la biomasse commerciale du sGSL est la valeur que l'on doit utiliser pour évaluer les options de capture par rapport aux points de référence définis. La biomasse commerciale dans le sGSL qui a été estimée à 30 500 t (27 400 – 33 700) n'est pas égale à la somme des estimés de biomasse commerciale calculés indépendamment pour les quatre zones de gestion (31 340 t). La raison principale est que la biomasse commerciale dans chaque zone de gestion a été analysée de manière indépendante et la

higher than for the whole sGSL. One simple and direct method of distributing the southern Gulf TAC among the four management areas is to apply the proportions of the commercial biomass in each management area to catch options based on the sGSL commercial biomass estimate (80.41% for Area 12, 15.95% for Area 19, 0.7% in Area E and 2.94% in Area F). As an example, if 11,000 t is the catch option for the 2011 fishery in the sGSL, the TAC in each management area would be as follows: 8,845.1 t (80.41% of 11,000 t) in Area 12, 1,754.5 t in Area 19, 77 t in Area 12E and 323.4 t in Area 12F.

variabilité du krigeage dans chaque zone de gestion est beaucoup plus grande que celle calculée pour l'ensemble du sGSL. Une méthode directe et simple de répartir le TAC du sud du golfe parmi les zones de gestion est d'appliquer les proportions de la biomasse commerciale dans chacune des zones basées sur l'estimé de la biomasse commerciale du sGSL (80,41% pour la zone 12, 15,95% pour la zone 19, 0,7% pour la zone E et 2,94% pour la zone F). Comme exemple, si 11 000 t est l'option de capture pour la pêche de 2011 dans le sGSL, le TAC dans chaque zone de gestion serait répartie comme suit : 8 845 t (80,41% de 11 000 t) dans la zone 12, 1 754,5 t dans la zone 19, 77 t dans la zone 12E et 323,4 t dans la zone 12F.

5.2. PROGNOSIS

An increasing trend in recruitment of commercial-sized adult male crab to the fishery is anticipated until the 2015 fishery based on the 2010 survey abundances of adolescent males of sizes larger than 83 mm (R-2), between 69 and 82 mm (R-3) and between 56 and 68 mm CW (R-4), (Table 8; Fig. 25). The surface area occupied by the prerecruits ≥ 56 mm CW was larger in 2010, comparable to 2009, and was mostly observed in Area 19, the southeastern part of Area 12, Shediac Valley, Bradelle bank and Chaleur Bay (Fig. 26). The abundance of males and females instar VIII with a CW between 34 and 44 mm has decreased since the peak in 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 wave of 1995 to 1999 (Fig. 27).

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 increasing, 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).

5.2. PRONOSTIC

Une augmentation du recrutement des mâles adultes de taille commerciale à la pêcherie est anticipée jusqu'à la pêche de 2015 en se basant sur les abondances des mâles adolescents de tailles plus grand que 83 mm (R-2), entre 69 et 82 mm (R-3) et entre 56 et 68 mm (R-4) observées dans le relevé de 2010 (tableau 8; fig. 25). La surface occupée par les prérecrues ≥ 56 mm LC a été plus grande en 2010 comparativement à 2009 et a été surtout observés dans la zone 19, la partie sud-est de la zone 12, la vallée de Shédiac, le banc Bradelle et la baie des Chaleurs (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). L'abondance des instars VIII observée de 2006 à 2009 a été 42% plus bas que celle observée lors de la précédente vague de recrutement de 1995 à 1999 (fig. 27).

L'abondance des femelles immatures et pubères durant les dernières années ont été basse (figs. 20 et 28). L'abondance des femelles matures est en augmentation 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. 21 et 28).

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-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). Nevertheless, without a comparative survey, it is not possible to estimate the potential effect of these vessel changes on abundance and biomass estimates.

6.2. GROWTH

Recruitment to the fishery for snow crab is highly variable from year to year (Comeau and Conan 1992; Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Moriyasu et al. 1998) depending on environmental conditions. In sGSL 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 male 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

6.0. INCERTITUDES

6.1. CHANGEMENT AU PROTOCOLE DU RELEVÉ

Différents bateaux ont été utilisés pour effectuer le relevé au chalut au cours des ans. Entre 1988 et 1998, le “Emy-Serge”, un chalutier en bois de 65 pieds ayant une puissance de moteur de 375 forces avec déploiement sur le côté, a été utilisé. Entre 1999 et 2002, le “Den C. Martin”, un chalutier en acier de 65 pieds avec une puissance de moteur de 402 forces et déploiement par la poupe, a été utilisé. Depuis 2003, le “Marco-Michel’’, un chalutier en fibre de verre de 65 pieds ayant une puissance de moteur de 660 forces et déploiement par la poupe 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 sur les estimés d’abondance et de biomasse.

6.2. CROISSANCE

Le recrutement à la pêche chez le crabe des neiges est très variable d’une année à l’autre (Comeau et Conan 1992; Sainte-Marie et al. 1995; Comeau et al. 1998a; Moriyasu et al. 1998) et dépend des conditions environnementales et hydrologiques. Dans les stocks de crabe des neiges du sGSL, 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

found from late April to August in the sGSL (Hébert et al. 2002).

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).

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

Le mécanisme qui supporte la mue des adolescents pour la phase terminale est complexe. Conan et al. (1988), et 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. Ce taux élevé 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

6.3. DÉPLACEMENT

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

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

expanded and contracted in area similarly throughout the last decade.

sGSL qui ont augmenté et diminué en termes de surface de la même façon au cours de la dernière décennie.

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 study results includes: 1) the traveled distance is between the release and recapture positions, 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.

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 dans l'interprétation des résultats de marquage-recapture inclues : 1) la distance parcourue est celle entre le point de relâche et de recapture, 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 Îles-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 au 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 (1993-1996) et d'augmentation de la biomasse (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 se sont déplacés 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 Îles-de-la Madeleine) et la partie sud-est entre le Cap-Breton et les Îles-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 unaccounted fishing mortality.

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. 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.

Harvesting exclusively larger-sized males during 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 (Sainte-Marie et al. 2009).

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

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 augmenter l'effort de pêche et occasionner une mortalité par la pêche qui est non-comptabilisée.

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. 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.

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 (Sainte-Marie et al. 2009).

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 déplacements du crabe des

the sGSL were typically between -1 and 3 °C, which is considered suitable thermal habitat for snow crab. Water temperature data collected during research surveys indicated that the bottom 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 2010, near bottom temperatures over most of Area 12 and around Prince Edward Island were around to above normal while Areas 19 and 12F showed significantly above normal conditions. The western part of Area 12 cooled down compared to 2009 while Areas 19 and 12F slightly warmed up during the year. Compared to normal conditions, the warmer bottom waters of 2010 are consistent with a below normal Southern Gulf snow crab habitat index (bottom area with temperature from –1 to 3 °C). In 2010, the habitat index slightly increased from the 2009 by about 3,250 km^2 to reach 50,177 km^2 which is 1,793 km^2 below the 1970-2000 average of 51,970 km^2. However, the mean temperature within the habitat area in 2010 (1.3^{o}C) increased compared to 2009 (0.9^{o}C) by about 0.4^{o}C. The 2010 mean temperature was the second highest of the 40 year data series with only the year of 1982 exhibiting a warmer value. The 2010 value is then significantly higher than the long term mean and is above the 1999-2002 and 2005-2007 warm periods. The temperature conditions are not considered to be optimal for snow crab as the area index is below normal and the mean core-index temperature is higher than normal.

neiges. Les températures de fond pour la plus grande partie du sGSL ont typiquement été entre -1 et 3^{o}C, ce qui a été considéré comme étant un habitat thermique approprié pour le crabe des neiges. Les températures de fond dans les zones 12E et 12F sont plus élevées (1 à 5^{o}C) que celles dans la zone 12 (-1 à 2^{o}C). Les températures de fond dans la zone 19 sont typiquement de 1 à 2^{o}C plus élevées que celles observées dans les pêcheries traditionnelles du crabe des neiges de la zone 12 (Chassé et Pettipas 2009).

En 2010, les températures près du fond dans la plupart des eaux côtières de la zone 12 et près de l'Île-du-Prince-Édouard étaient autours ou plus haut de la normale, tandis que celles dans les zones 19 et 12F étaient au-dessus de la normale. Les eaux dans la partie ouest de la zone 12 se sont refroidit comparativement à 2009 alors que les eaux des zones 19 et 12F ont été légèrement plus chaudes au cours de l'année. Comparativement aux conditions normales, les températures au fond plus élevées en 2010 sont consistantes avec une baisse 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. En 2010, l'indice de l'habitat a légèrement augmenté par rapport à 2009 par environ 3 250 km^2 pour atteindre 50 177 km^2, ce qui est de 1 793 km^2 en dessous de la moyenne de 51 970 km^2 pour la période 1970-2000. Cependant, la température moyenne à l'intérieur de la superficie de l'habitat en 2010 (1,3^{o}C) a augmenté comparativement à 2009 (0,9^{o}C) par environ 0,4^{o}C. La température moyenne de 2010 a été la seconde plus élevée de la série chronologique (40 ans) où seulement l'année 1982 avait eu une température plus élevée. La valeur de 2010 est donc significativement plus élevée que la moyenne à long-terme et est au dessus des périodes chaudes de 1999-2002 et 2005-2007. Les conditions de température ne sont pas considérées optimales pour le crabe des neiges puisque l'indice de l'habitat est en dessous de la normale et la température moyenne à l'intérieur de la superficie de l'habitat est au dessus de la normale.

7.0. ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank Mrs. J. Chassé and B. Pettipas from the Department of Fisheries and Oceans for providing information on oceanographic condition in 2010. This research document was improved by comments from G. Chaput, H. P. Benoît and M. Comeau from the Department of Fisheries and Oceans.

7.0. REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier M. J. Chassé et B. Pettipas du minstère des Pêches et Océans pour les informations sur les conditions océanographiques en 2010. Ce document de recherche a été amélioré par les commentaires de G. Chaput, M. H. P. Benoît et M. Comeau du ministère des Pêches et des Océans.

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.

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.

Chassé, J., and R.G. Pettipas. 2009. Temperature Conditions in the southern Gulf of St. Lawrence during 2008 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.

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. 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. 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.

DFO. 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., 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.

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.

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.

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.

MPO, 2006. Compte rendu de l'atelier sur le cadre d'évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, E, F et 19), Processus consultatif régional du Golfe; du 11 au 14 octobre 2005. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu. 2006/042.

MPO. 2009. Évaluation du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F). Secr. can. de consult. Sci. du MPO, Avis sci. 2009/006.

MPO. 2010. Points de référence conformes à l'approche de précaution pour le crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/014.

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.

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.

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.

TABLES / TABLEAUX

Table 1. Annual trawl survey characteristics used for the snow crab (Chionoecetes opilio) stock assessment, (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 1990.
Tableau 1. Caractéristique du relevé annuel au chalut pour l'évaluation de stock de crabe des neiges (Chionoecetes opilio), (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 Saint-Laurent depuis 1990.

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 (g)/ Poids moyen (g)
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	-	-	-	-	-	-
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	610.20
2010	355	47	39	2734.0	1133.4	606.50
Mean/ Moyenne		30.0	42.9	2636.1	2673.0	585.5
Standard deviation/ Écart-type		13.0	30.5	236.7	1362.9	21.7

* These tows were successfully repeated/
Ces traits ont été répétés et réussis

** The swept area was estimated by using the mean swept area of the surrounding 10 stations/
La surface balayée a été estimée en utilisant la moyenne de la surface des 10 stations environnantes

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
2010	7719	1360	50	420	161148	11138	1825	14335	47.9	122.1	27.4	29.3

Table 3. Average percentage of soft-shelled males (all carapace sizes and stages) in catches (based on sea sampling, before discarding) 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 avant triage) pour les pêcheries de 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
2010	6.5	7.7	14.7	8.6

**In Area 19, the percentage is based on a durometer reading of 78 instead of 68 in Areas 12, 12E and 12F.*
Dans la zone 19, le pourcentage est basé sur une lecture de 78 sur le duromètre au lieu de 68 dans les zones 12, 12E et 12F.

Table 4. The percentage by carapace conditions of snow crab (Chionoecetes opilio) commercial-sized adult males, based on sea sampling (before discarding), by fishing area, 2000 to 2010.
Tableau 4. Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) par conditions de carapace, d'après l'échantillonnage en mer (avant triage), par zone de pèche, 2000 à 2010.

Year / Année	Carapace condition / Condition de la carapace									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	Zone 12					Zone 19				
2000	5.4	6.1	64.4	19.3	4.8	2.0	14.6	26.9	55.8	0.8
2001	2.5	3.5	82.7	9.5	1.8	1.8	6.5	31.3	60.1	0.3
2002	3.0	1.7	86.4	8.2	0.7	3.2	5.6	70.2	20.6	0.5
2003	2.3	1.4	87.6	8.1	0.6	2.4	2.5	80.4	14.5	0.2
2004	1.9	1.5	86.7	9.2	0.7	2.9	12.7	69.5	14.3	0.5
2005	2.0	2.4	89.6	5.5	0.5	0.9	14.3	73.9	10.6	0.3
2006	1.7	2.5	88.9	6.4	0.5	0.8	10.3	83.8	4.9	0.2
2007	0.8	2.4	89.1	7.0	0.7	1.9	8.2	75.1	14.1	0.7
2008	0.6	6.6	73.2	17.8	1.8	4.2	5.7	74.9	14.9	0.3
2009	1.1	15.7	65.5	15.8	1.9	3.7	10.1	63.1	21.7	1.4
2010	2.2	11.9	72.4	12.4	1.1	1.3	10.9	67.6	18.2	2.0
	Zone 12E					Zone 12F				
2000	1.2	3.1	77.1	13.9	4.7	0.3	6.2	84.4	8.11	1.0
2001	0.2	0.7	84.8	12.8	1.5	0.3	1.3	87.8	10	0.5
2002	0.1	0.6	91.7	7.1	0.5	0.0	14.7	79.8	5.4	0.1
2003	0.1	2.4	92.0	5.3	0.1	0.0	0.8	92.2	6.5	0.5
2004	0.1	0.2	95.0	4.1	0.6	0.1	1.6	87.1	10.7	0.5
2005	0.0	1.9	95.1	2.4	0.6	0.2	2.8	89.6	7.1	0.3
2006	0.9	1.0	92.9	4.7	0.5	2.0	1.8	91.6	3.6	0.9
2007	0.0	0.0	98.5	1.4	0.0	4.5	7.6	79.6	6.8	1.4
2008	2.0	4.6	85.1	7.5	0.9	2.9	16.7	70.8	8.3	1.3
2009	1.4	26.3	66.1	6.2	0.0	2.7	23.1	72.2	0.7	0.1
2010	0.0	8.5	89.7	1.8	0.0	3.2	37.5	58.5	0.7	0.1

Table 5. Estimated biomass (t, mean and 95% confidence interval range) of commercial-sized adult male snow crab, Chionoecetes opilio, in the southern Gulf of St. Lawrence, 1990 to 2010. 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, moyenne et intervalles de confiance de 95%) des mâles adultes de taille commerciale, Chionoecetes opilio, dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2010. 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
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)
2010	**30500** (27400-33700)	**17000** (14900-19200)	**13500** (11600-15700)

Table 6. Estimated biomass (t, mean 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, 1990 to 2010. 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, moyenne 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, 1990 à 2010. 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
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)
2010	**25200** (22500-28100)	**14400** (12700-16400)	**10800** (9100-12700)	**5000** (4300-5700)	**2400** (2000-2900)	**2600** (2200-3000)

**The sum of the commercial biomass in the four management areas does not correspond to the commercial biomass estimate in the southern Gulf of St. Lawrence/*
La somme des biomasses dans les quatre zones de gestion ne correspond pas à la biomasse commerciale estimée dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

Table 7. Estimated biomass (t, mean 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 2010. 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, moyenne 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, 1997 à 2010. 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)
2010	**220** (50-600)	**90** (10-330)	**135** (30-380)	**920** (500-1500)	**500** (200-900)	**430** (190-840)

**The sum of the commercial biomass in the four management areas does not correspond to the commercial biomass estimate in the southern Gulf of St. Lawrence/*
La somme des biomasses dans les quatre zones de gestion ne correspond pas à la biomasse commerciale estimée dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

Table 8. Point estimates of abundance (x 10^6) of snow crab (Chionoecetes opilio) 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 crabes des neiges (Chionoecetes opilio) 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
1990	258.9	223.5	135.6	61.8	-	-
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	129.0	91.1	57.6	28.0	42.6	610.5
2011					45.5	605

R-4: 69 > Carapace width (CW) ≥ 56 mm adolescent at the time of the survey.
69 > Largeur de la carapace (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.

Table 9. Risk analysis for different catch options in 2011 for the southern Gulf of St. Lawrence snow crab (Chionoecetes opilio) fishery showing probabilities of exceeding the fishing removal rate limit reference point (F_{lim}), of the hard-shelled commercial-sized male biomass falling below the limit reference point for biomass (B_{lim}), and of the total commercial-sized adult male biomass being below the upper stock reference point (B_{USR}) post-fishery in 2011.
Tableau 9. Analyse de risque pour la pêche du crabe des neiges (Chionoecetes opilio)dans le sud du golfe du Saint-Laurent indiquant les probabilités de dépasser le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation (F_{lim}), que la biomasse des crabes adultes de taille commerciale à carapace dure soit sous le niveau de référence limite pour la biomasse (B_{lim}), et que la biomasse totale des mâles adultes de taille commerciale soit sous le point de référence du niveau supérieur du stock (B_{NRS}) pour divers niveaux de capture pour la saison de pêche de 2011.

	Probability/Probabilité		
Catch options/Options de capture (t)	**> F_{lim}**	**< B_{lim}**	**< $B_{usr/NRS}$**
8,000	0	0.001	0.095
8,500	0	0.002	0.117
9,000	0	0.006	0.146
9,500	0	0.016	0.170
10,000	0	0.041	0.187
10,500	0.001	0.097	0.219
11,000	0.009	0.213	0.245
11,500	0.080	0.361	0.279
12,000	0.304	0.500	0.311
12,500	0.624	0.657	0.340
13,000	0.860	0.791	0.379
13,500	0.982	0.889	0.419
14,000	0.999	0.945	0.459
14,500	1	0.980	0.497
15,000	1	0.991	0.542
15,500	1	0.994	0.576
16,000	1	0.999	0.611

FIGURES

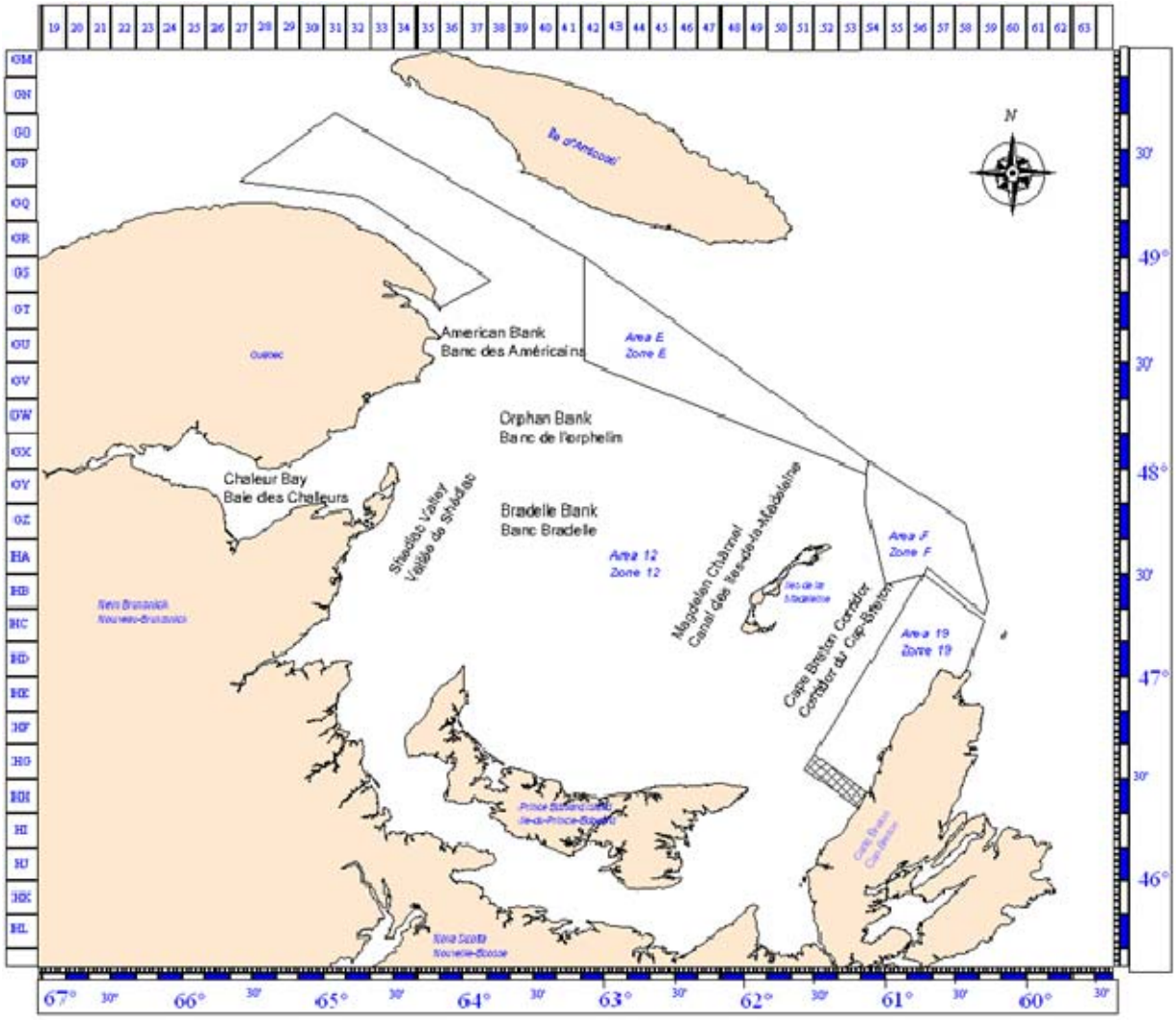


Figure 1. Locations of snow crab (Chionoecetes opilio) fishing grounds in the southern Gulf of St. Lawrence.
Figure 1. Lieux des fonds de pêches du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

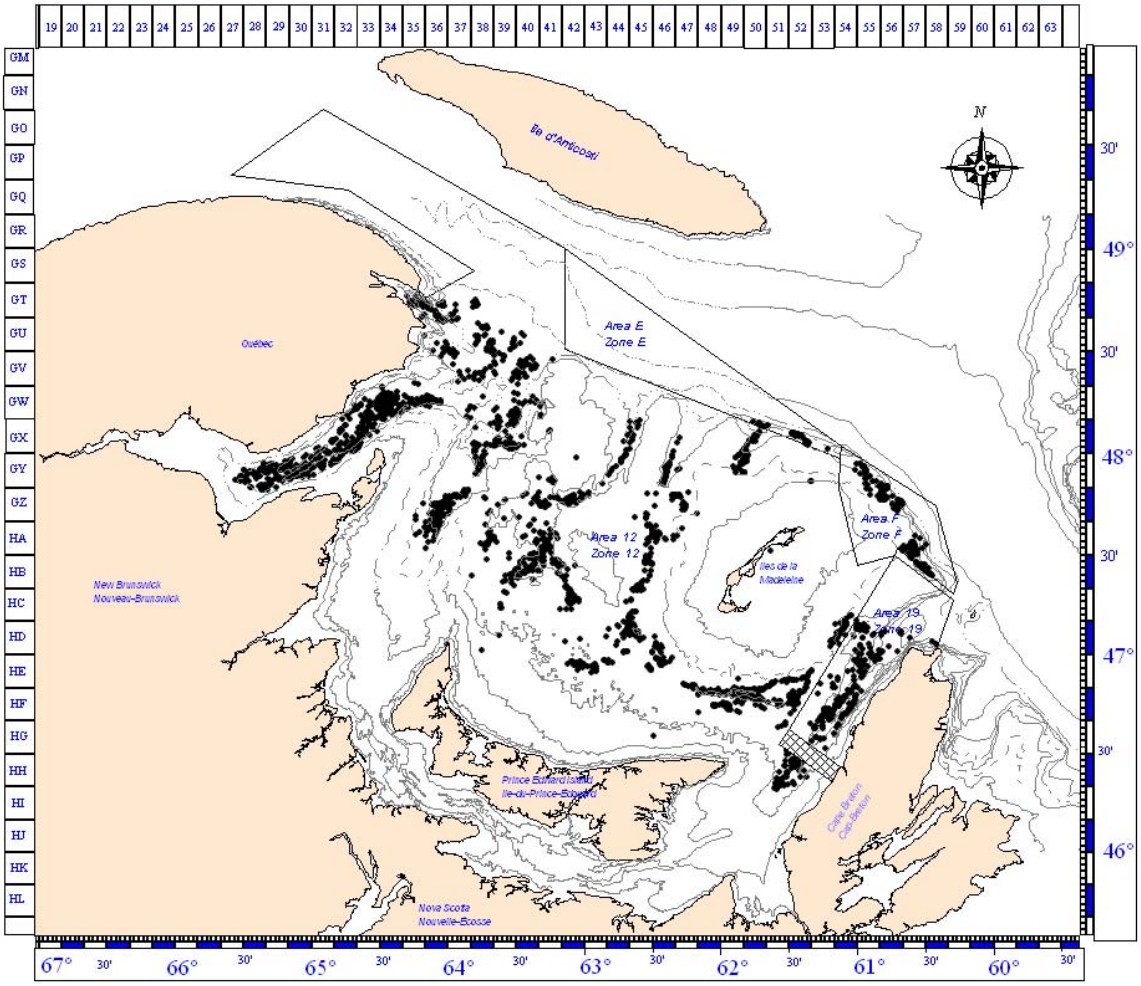


Figure 2. Locations of traps sampled aboard snow crab commercial fishing vessels within the management areas of the southern Gulf of St. Lawrence during the 2010 fishing season.
Figure 2. Positions des casiers échantillonnés à bord des bateaux commerciaux de crabe des neiges à l'intérieur des zones de gestion dans le sud du golfe du Saint-Laurent durant la pêche de 2010.

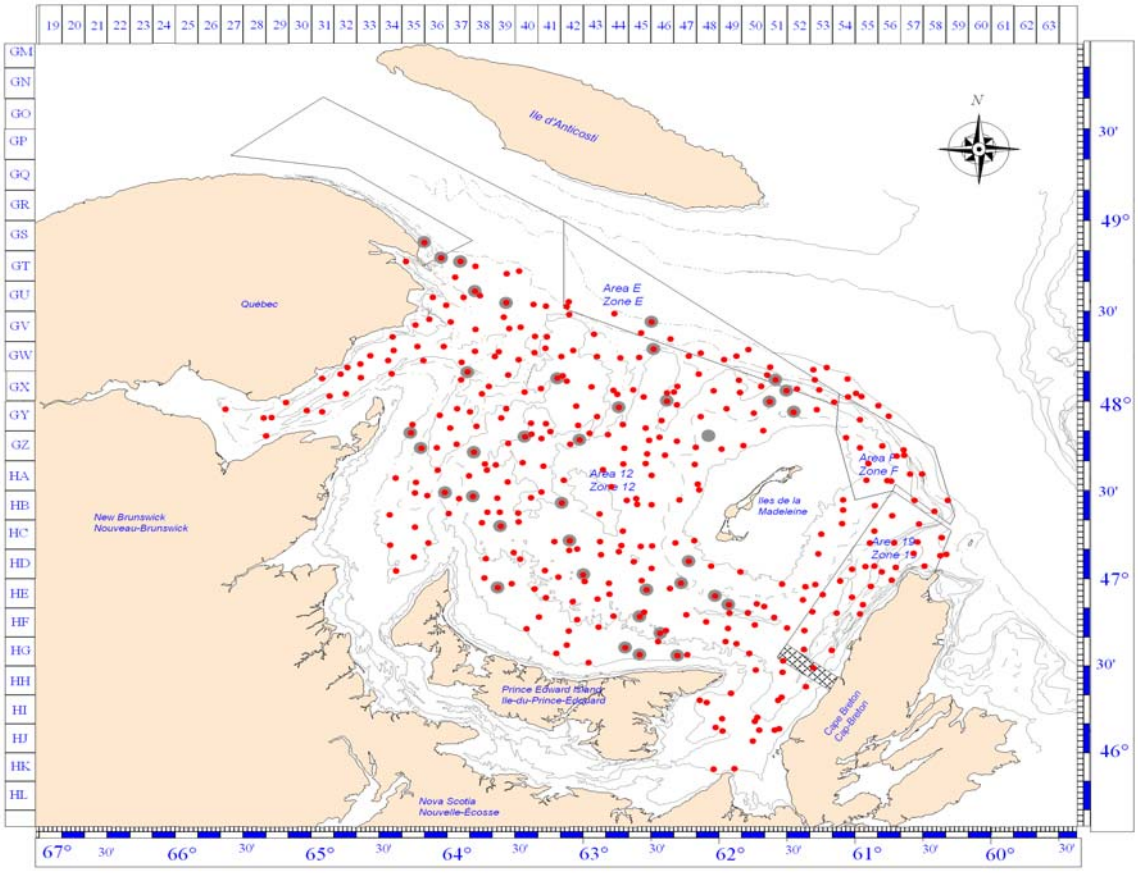


Figure 3. Locations of the 2010 snow crab (Chionoecetes opilio) trawl survey stations in the southern Gulf of St. Lawrence. The grey points are successful repeat tows.
Figure 3. Positions des stations du relevé au chalut au crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2010. Les points gris sont des traits qui ont été répétés et réussis.

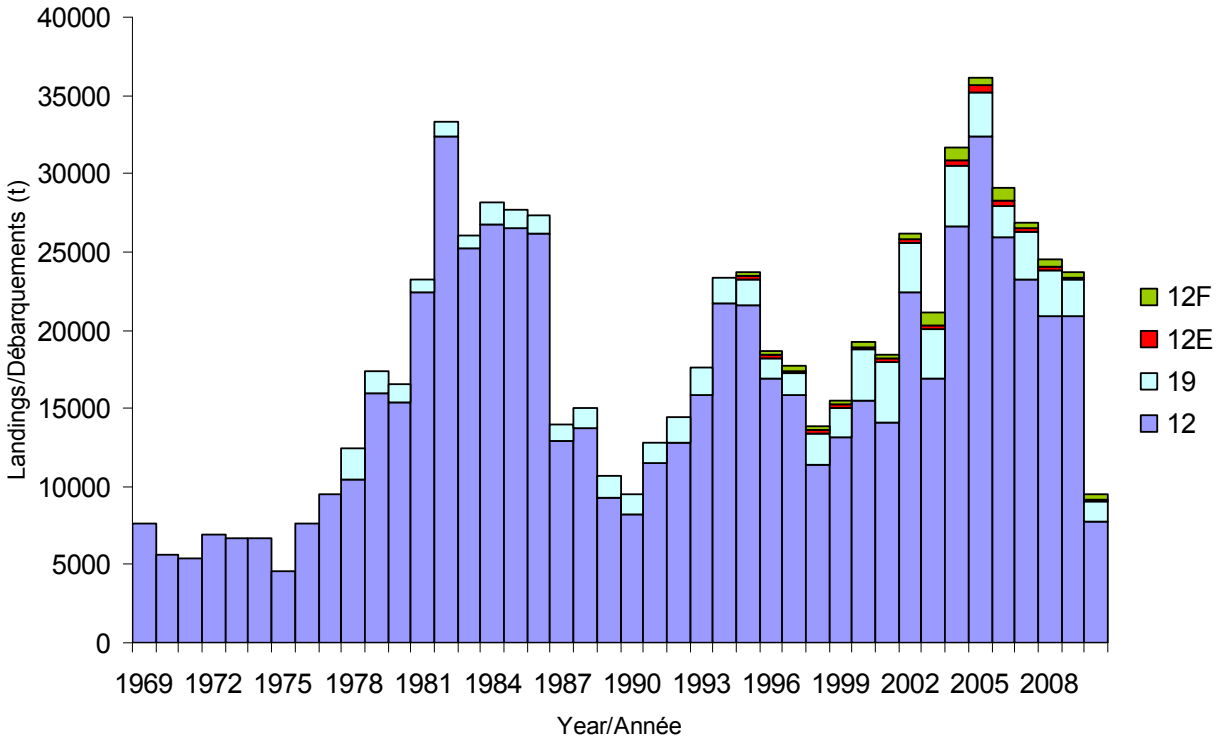


Figure 4. Landings in the southern Gulf of Saint Lawrence snow crab (Chionoecetes opilio) fishery since 1969.
Figure 4. Débarquements de crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis 1969.

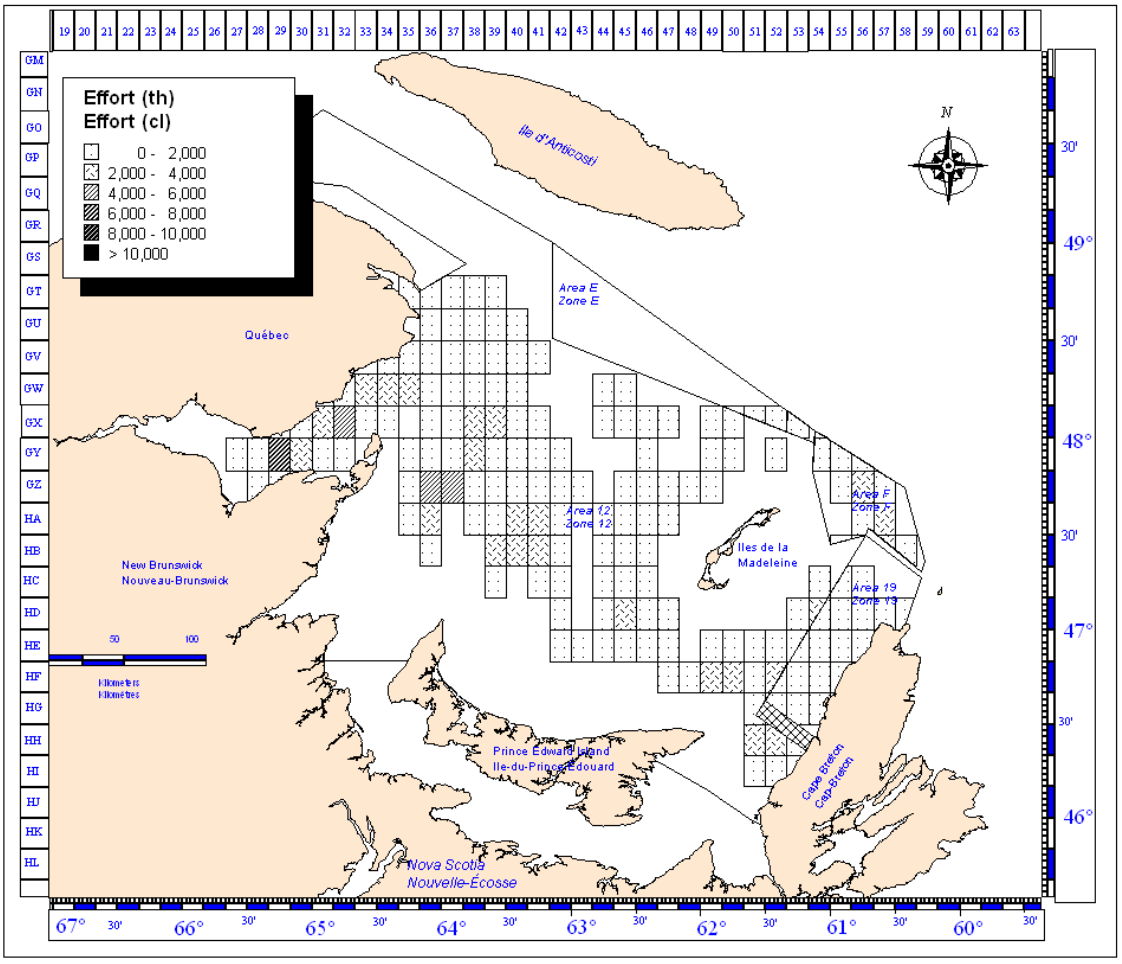


Figure 5. Geographic distribution of fishing effort (trap hauls) in snow crab (Chionoecetes opilio) management Areas 12, 19, 12E and 12F during the 2010 fishing season.
Figure 5. Répartition géographique de l'effort de pêche (casiers levés) dans les zones de gestion 12, 19, 12E et 12F pour la saison de pêche du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) en 2010.

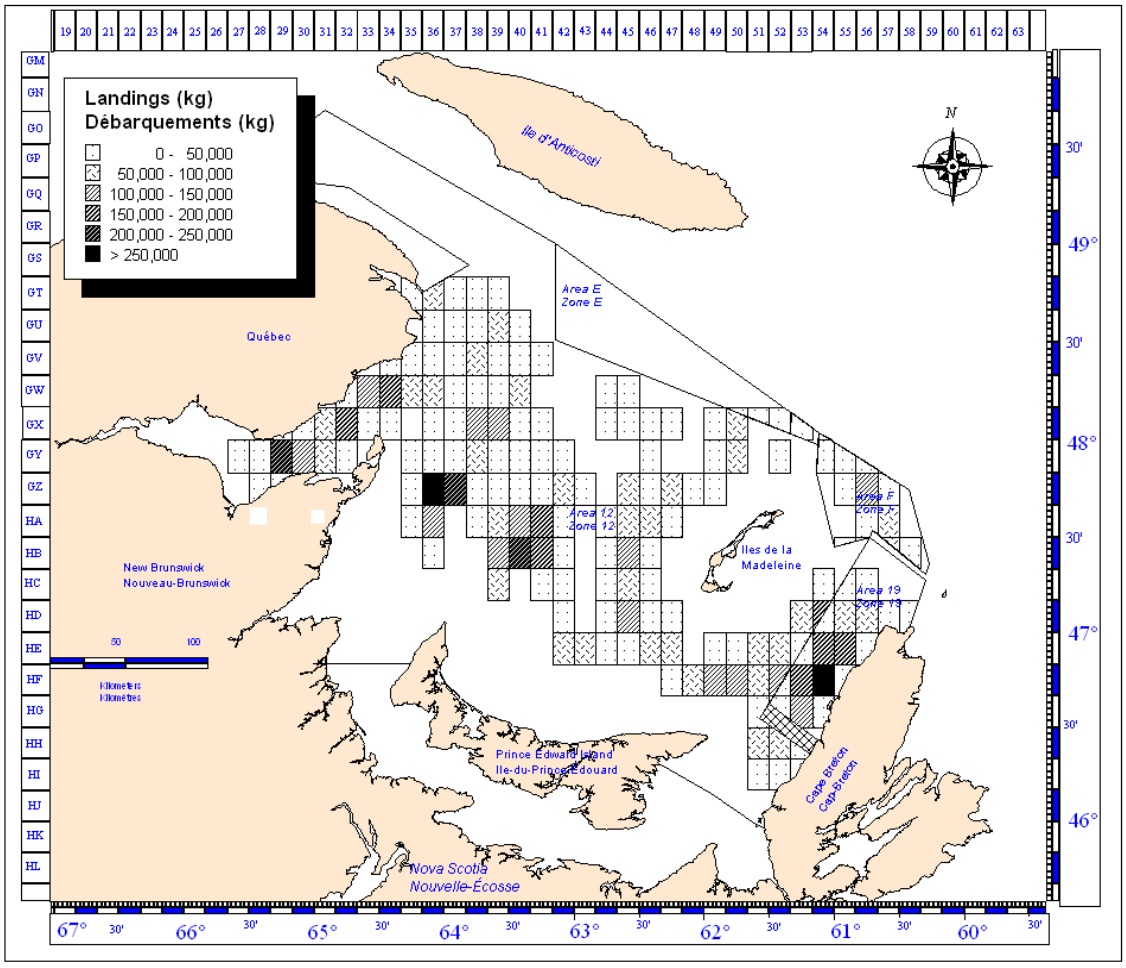


Figure 6. Geographic distribution of landings (kg) in snow crab (Chionoecetes opilio) management Areas 12, 19, 12E and 12F during the 2010 fishing season.
Figure 6. Répartition géographique des débarquements (kg) dans les zones de gestion 12, 19, 12E et 12F pour la saison de pêche du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) en 2010.

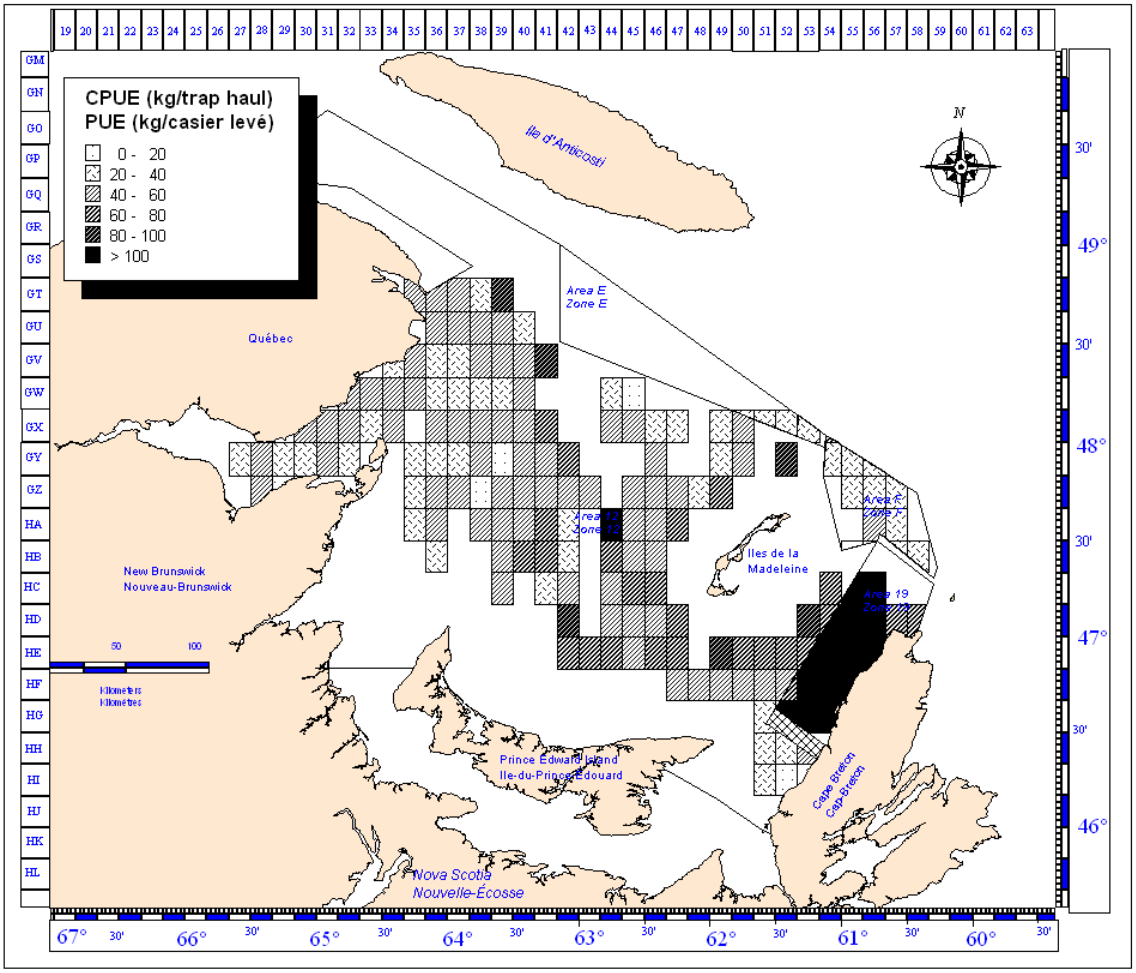


Figure 7. Geographic distribution of mean catch per unit of effort, CPUE (kg/th), in snow crab (Chionoecetes opilio) management Areas 12, 19, 12E and 12F during the 2010 fishing season.
Figure 7. Répartition géographique de la prise par unité d'effort, PUE (kg/cl), dans les zones de gestion 12, 19, 12E et 12F pour la saison de pêche du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) en 2010.

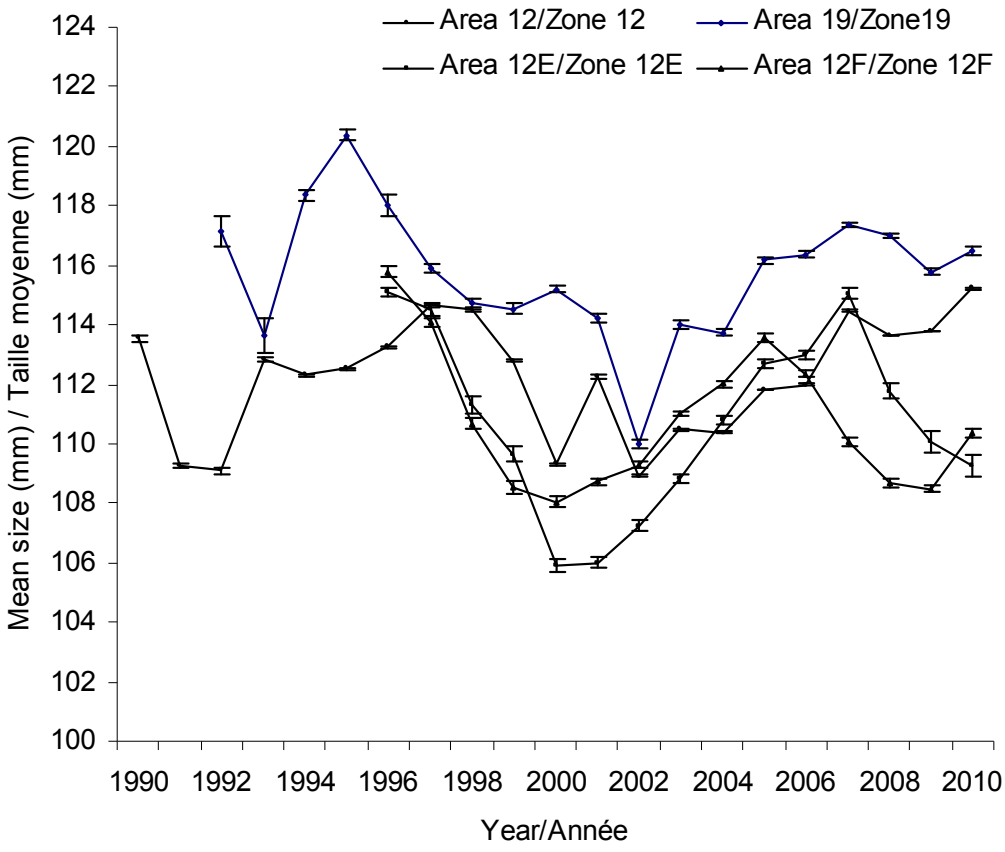


Figure 8. Annual carapace width (mm; mean and one standard error (SE)) of commercial-sized adult males in catches in snow crab (Chionoecetes opilio) in management areas 12, 19, 12E and 12F, 1989 to 2010.
Figure 8. Largeur de carapace annuelle (mm: moyenne avec un erreur-type (ES) des mâles adultes de taille commerciale dans les prises dans les zones de gestion 12, 19, 12E et 12F du crabe des neiges (Chionoecetes opilio), 1989 à 2010.

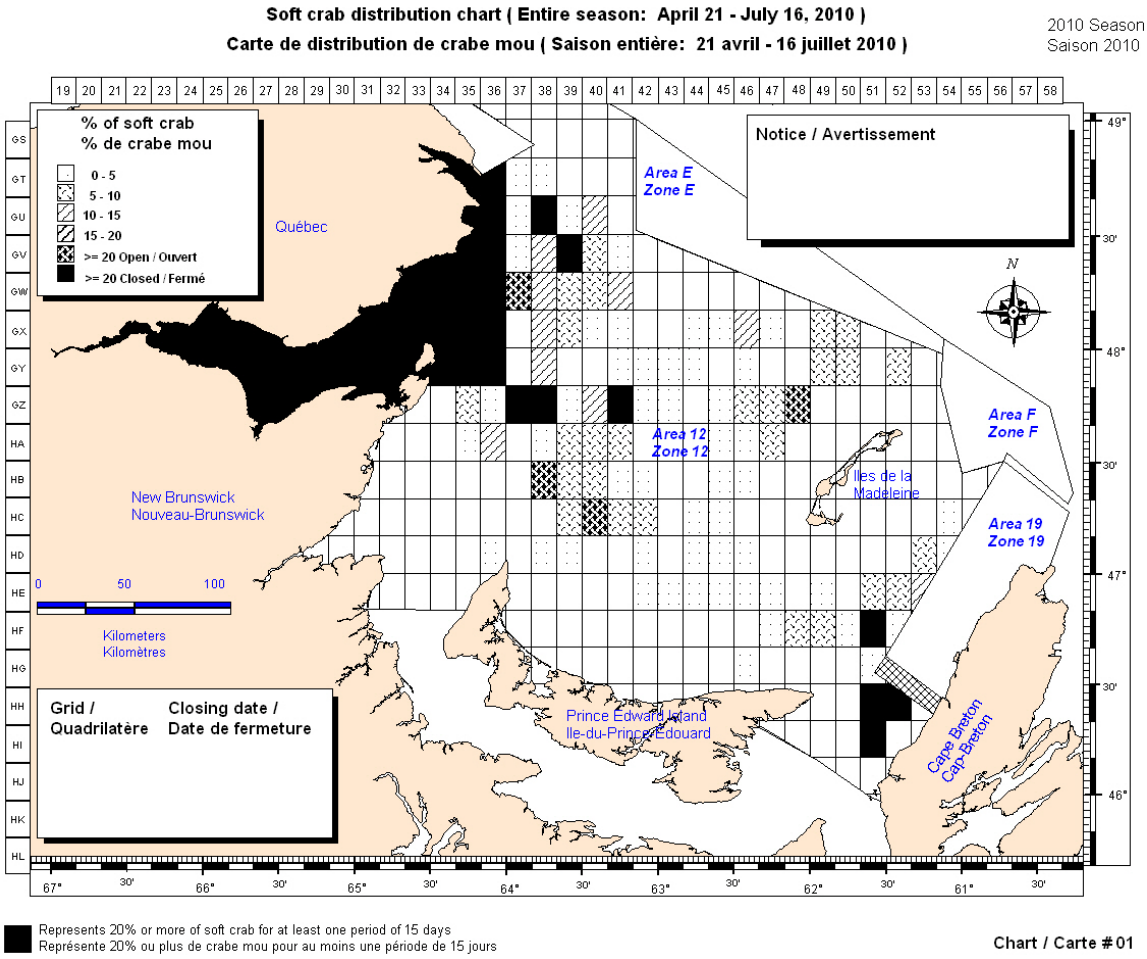


Figure 9. Seasonal report of percentage of soft-shelled males by grid in snow crab (Chionoecetes opilio) management Area 12 and locations of grids which were closed during the 2010 season.
Figure 9. Rapport saisonnier du pourcentage des mâles à carapace molle par quadrilatère dans la zone de gestion 12 et locations des quadrilatères fermés durant la saison de pêche du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) en 2010.

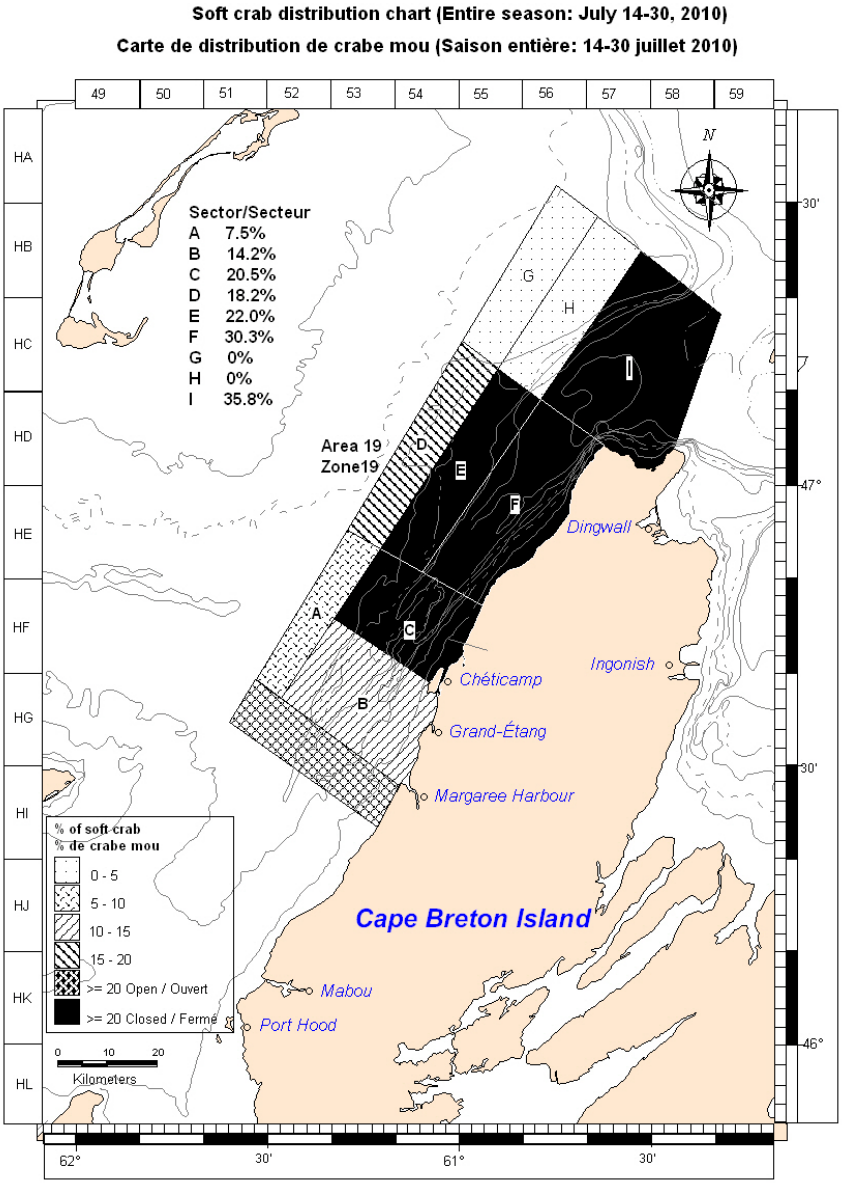


Figure 10. Seasonal report of percentage of white-shelled males in snow crab (Chionoecetes opilio) management Area 19 and the location of sectors closed during the 2010 season.
Figure 10. Rapport saisonnier du pourcentage de crabes blancs dans la zone de gestion 19 du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) indiquant les secteurs fermés durant la pêche en 2010.

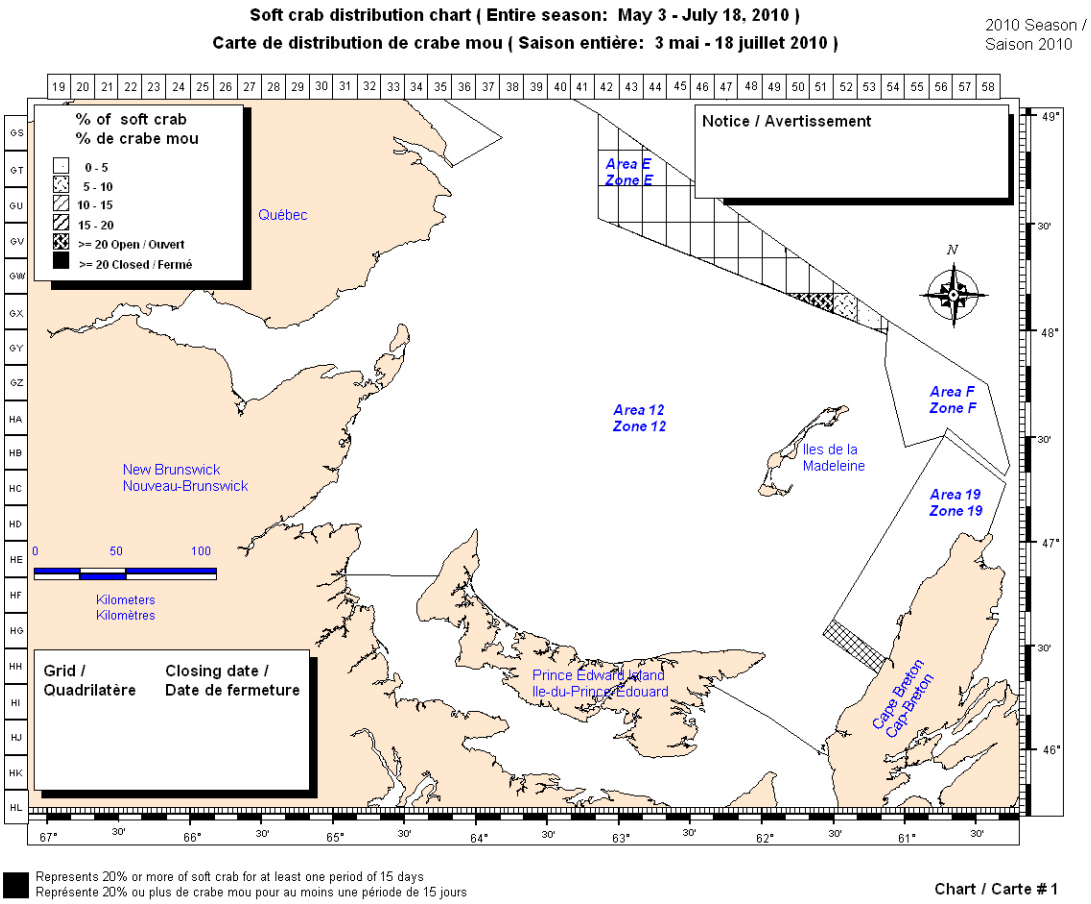
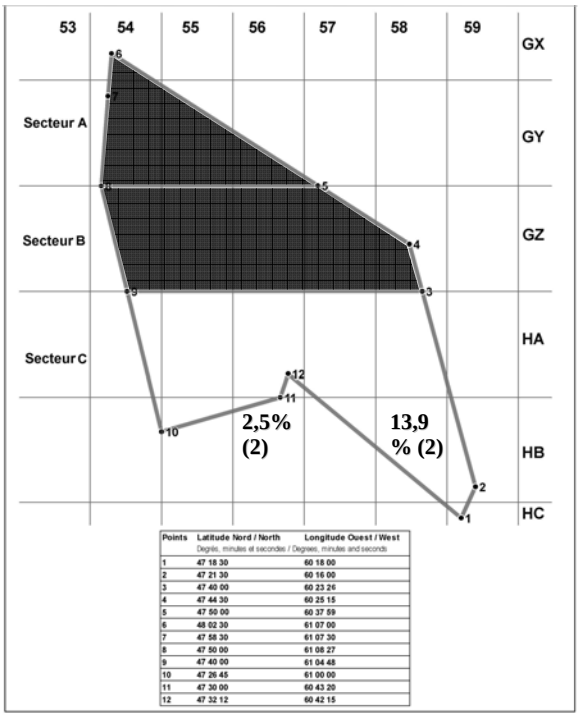


Figure 11. Seasonal report of percentage of soft-shelled males in snow crab management Area 12E and location of grids closed during the 2010 season.
Figure 11. Rapport saisonnier du pourcentage des crabes à carapace molle dans la zone de gestion 12E indiquant les quadrilatères fermés durant la pêche en 2010.



Points	Latitude Nord / North	Longitude Ouest / West
	Degrés, minutes et secondes / Degrees, minutes and seconds	
1	47 18 30	60 18 00
2	47 21 30	60 16 00
3	47 40 00	60 23 26
4	47 44 30	60 25 15
5	47 50 00	60 37 59
6	48 02 30	61 07 00
7	47 58 30	61 07 30
8	47 50 00	61 06 27
9	47 40 00	61 04 48
10	47 26 45	61 00 00
11	47 30 00	60 43 20
12	47 32 12	60 42 15

Pourcentage de crabe mou /
Soft-Shell Crab Percentage

Par quadrilatère / *Per quadrant*
Voir carte / See map

Par secteur / *Per sector*
A : **FERMETURE LE 24 MAI À 23h59**
A : **Closed May 24th at 11:59pm**
B : **FERMETURE LE 1er JUIN À 23h59**
B : **Closed June First at 11 :59pm**
C : 8,2 %

Figure 12. Seasonal report of percentage of soft-shelled males in snow crab management Area 12F and location of sectors closed during the 2010 season.
Figure 12. Rapport saisonnier du pourcentage de crabes à carapace molle dans la zone de gestion 12F indiquant les secteurs fermés durant la pêche en 2010.

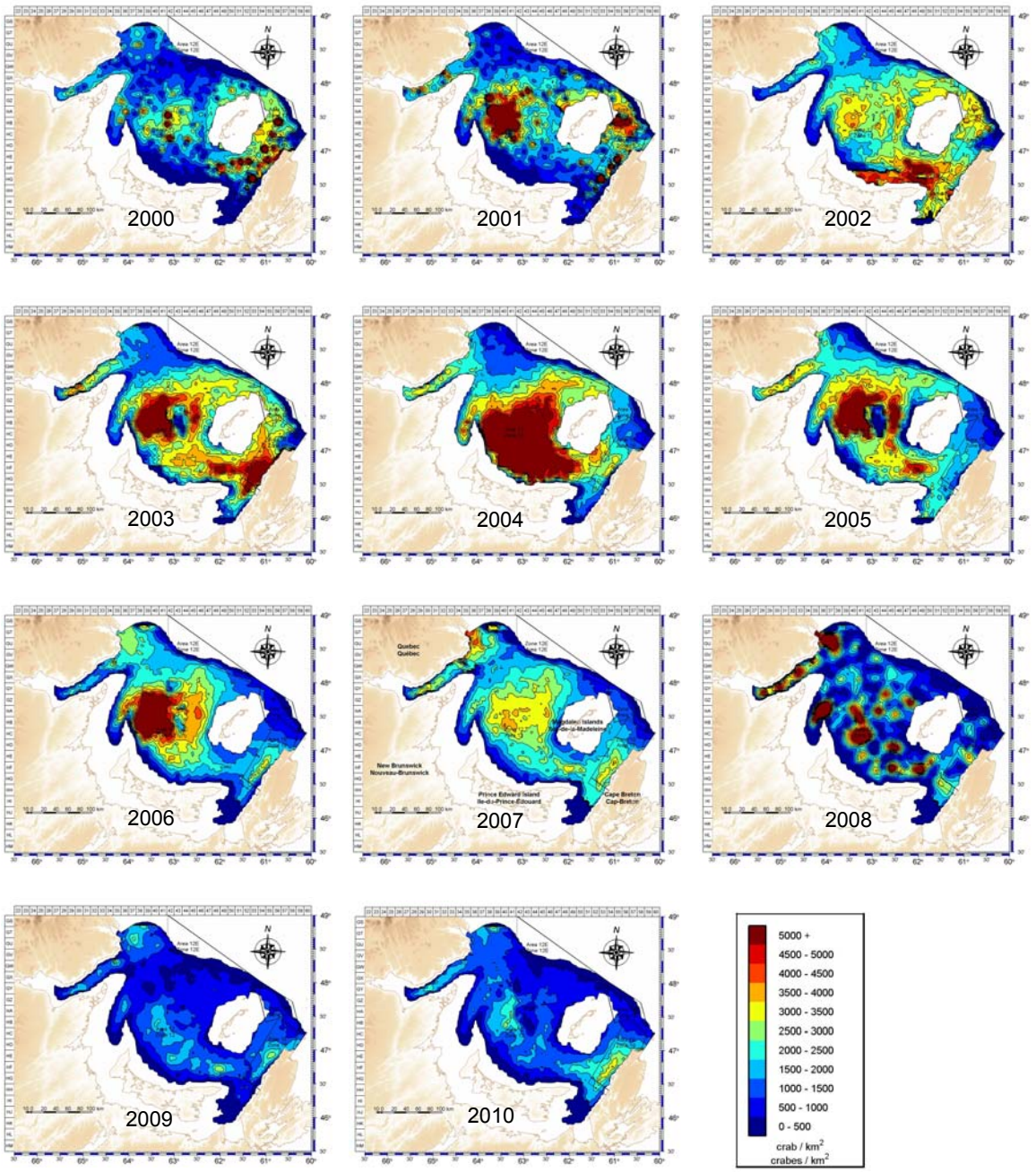


Figure 13. Density (number of crab per km²) contours of commercial-sized (≥ 95 mm of carapace width) adult male snow crab (Chionoecetes opilio) based on trawl survey data in the southern Gulf of St. Lawrence, 2000 to 2010.

Figure 13. Contours de densités (nombre de crabe par km^2) de crabes des neiges (Chionoecetes opilio) adultes mâles de taille commerciale (≥ 95 mm de largeur de carapace) à partir des données des relevés au chalut effectués dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2000 à 2010.

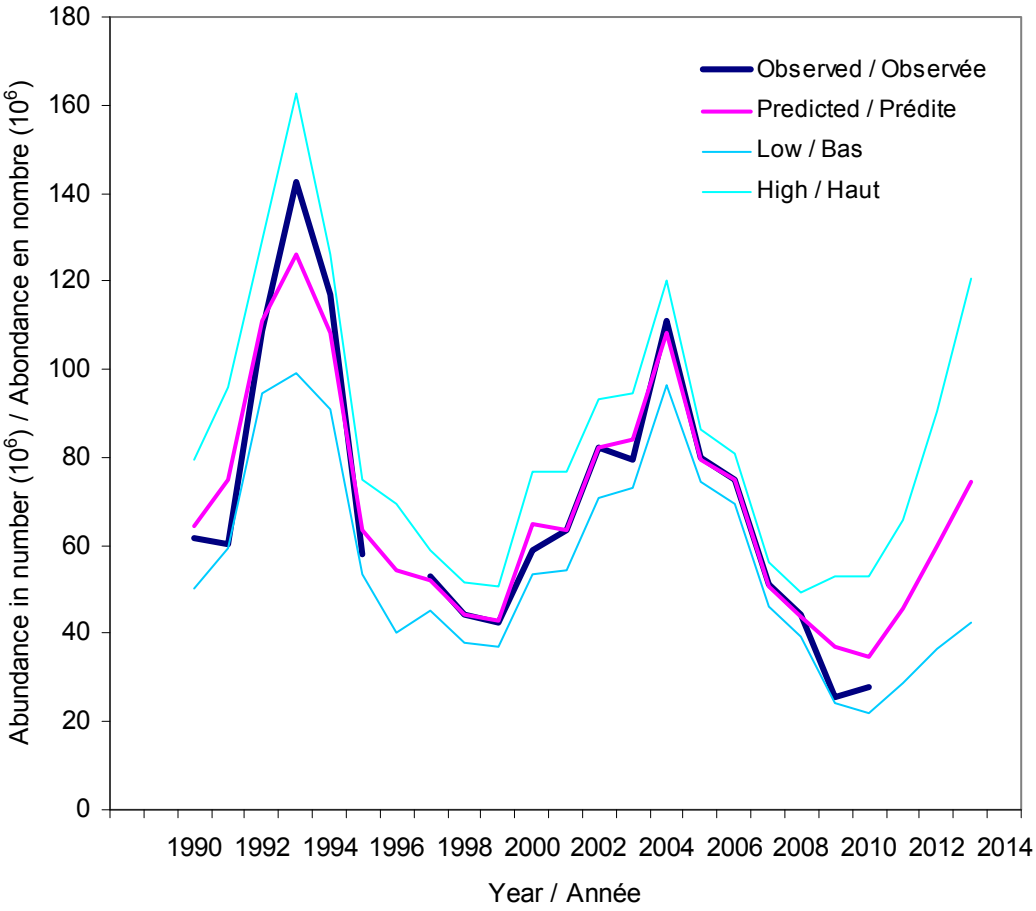


Figure 14. Comparison between the observed abundance from the trawl survey and the predicted abundance of the recruitment (R-1) of male snow crab (Chionoecetes opilio) in a given year based on the Bayesian model (Surette and Wade 2006).
Figure 14. Comparaison entre l'abondance observée à partir du relevé au chalut et l'abondance prédite du recrutement (R-1) du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) mâle selon le modèle Bayésien (Surette et Wade 2006).

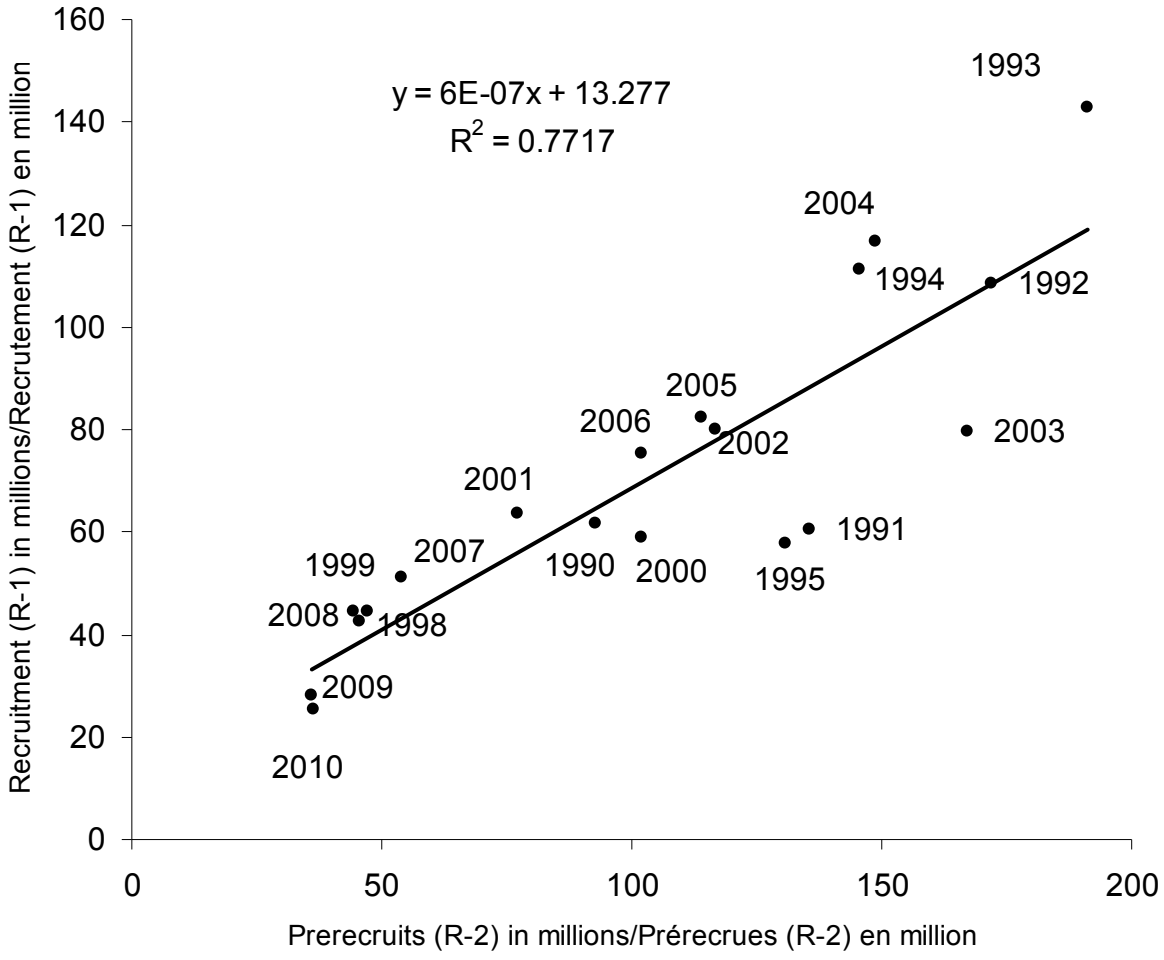


Figure 15. Relationship between the estimated abundance of prerecruits R-2 in year t and the estimated abundance of the recruitment to the fishery (R-1) in year t + 1 from the trawl survey data for the snow crab (Chionoecetes opilio) assessment in the southern Gulf of St. Lawrence.
Figure 15. Relation entre l'estimé de l'abondance des prérecrues R-2 à l'année t et de l'estimé de l'abondance du recrutement à la pêcherie (R-1) à l'année t + 1 provenant des données du relevé au chalut pour l'évaluation de stock de crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

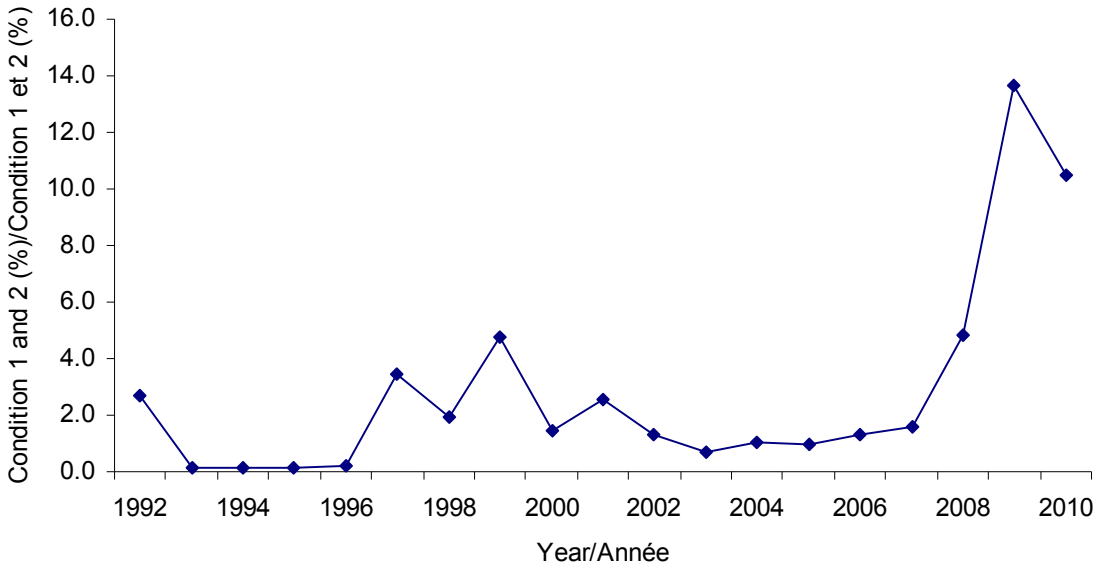


Figure 16. Estimated annual percentages of commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) with carapace conditions 1 and 2 in landings (based on sea sampling after discarding) in the southern Gulf of St. Lawrence, 1992 to 2010.
Figure 16. Pourcentages annuels estimés des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 1 et 2 dans les débarquements (selon l'échantillonnage en mer après triage)dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1992 à 2010.

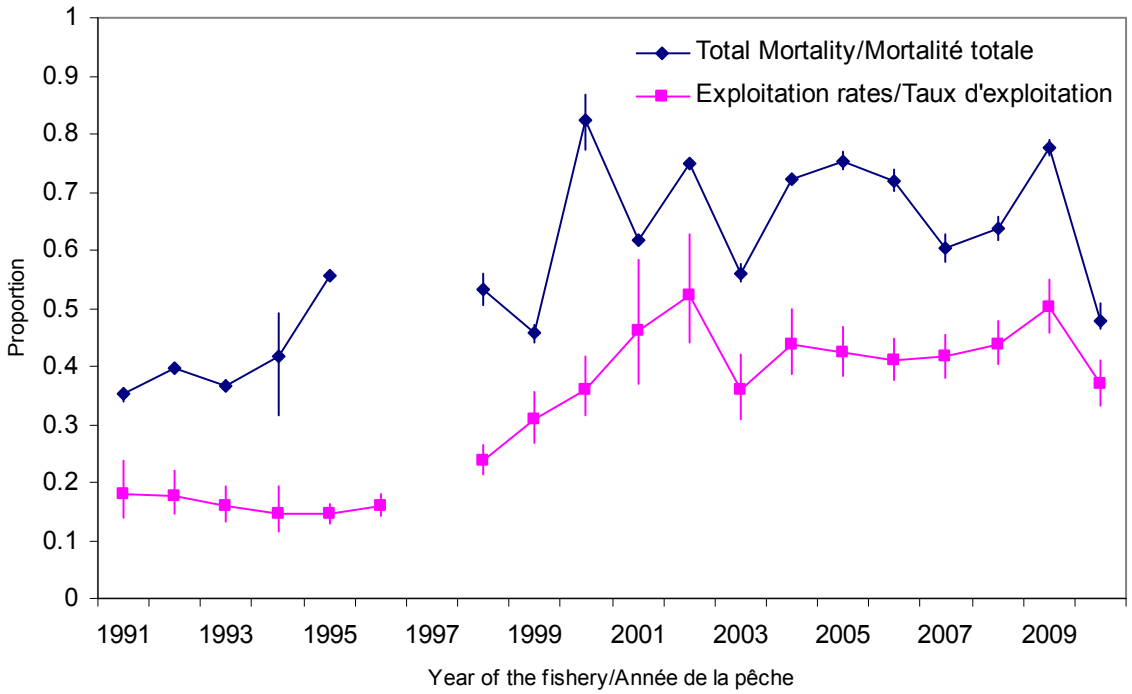


Figure 17. Estimated annual rates of exploitation and total loss of commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) in the southern Gulf of St. Lawrence, 1990 to 2010.
Figure 17. Taux annuels estimés d'exploitation et la perte totale des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1990 à 2010.

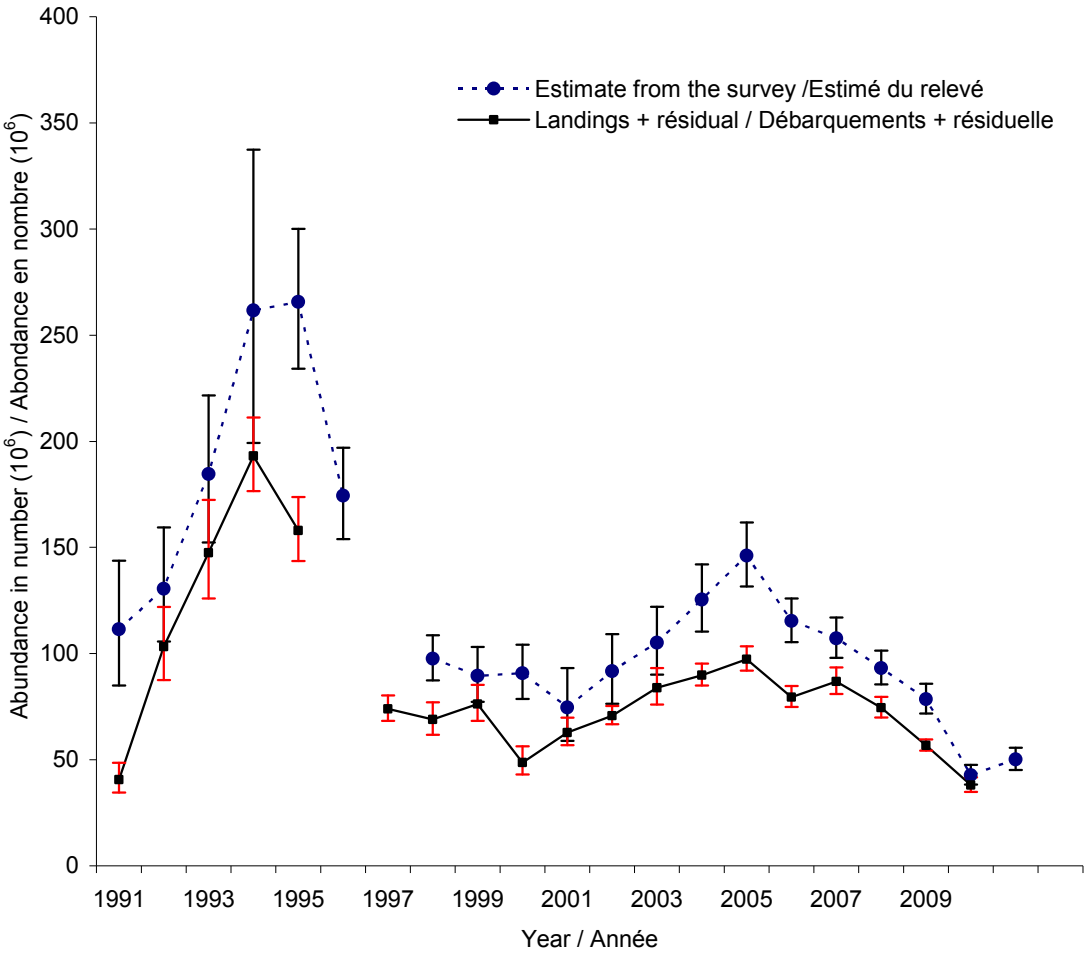


Figure 18. Difference between the post-fishery calculated biomass (residual biomass plus the landings in year t+1) and the pre-fishery commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) biomass (recruitment plus residual biomass in year t) estimated from the trawl survey in the southern Gulf 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 crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes de taille commerciale (la sommation du recrutement et la biomasse résiduelle à l'année t) estimées par le relevé au chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

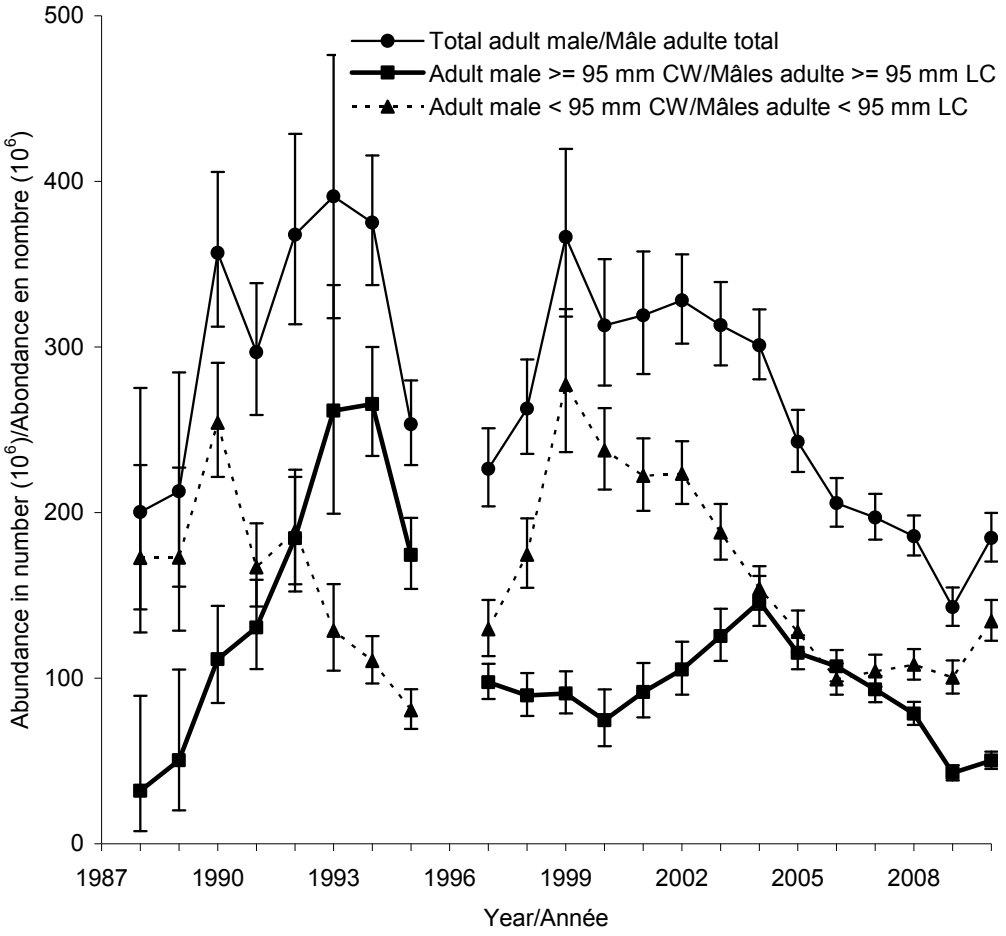


Figure 19. Estimated abundance of snow crab (Chionoecetes opilio) adult males in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2010. CW = Carapace width.
Figure 19. Abondance estimée des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) mâles adultes dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2010. LC = Largeur de carapace.

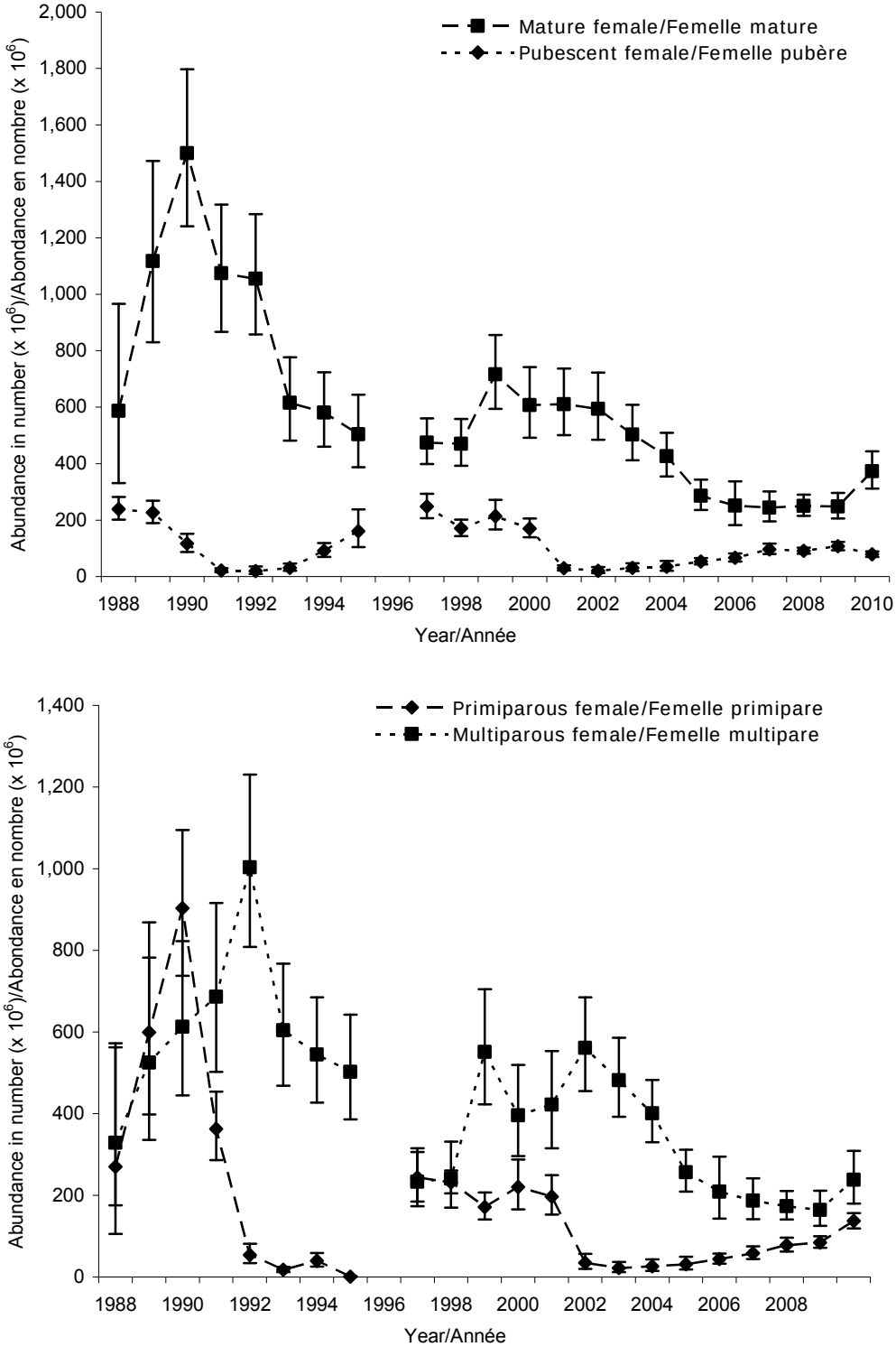


Figure 20. Abundance of pubescent, primiparous, multiparous and mature snow crab (Chionoecetes opilio) females in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2010.
Figure 20. Abondance des femelles pubères, primipares, multipares et matures du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2010.

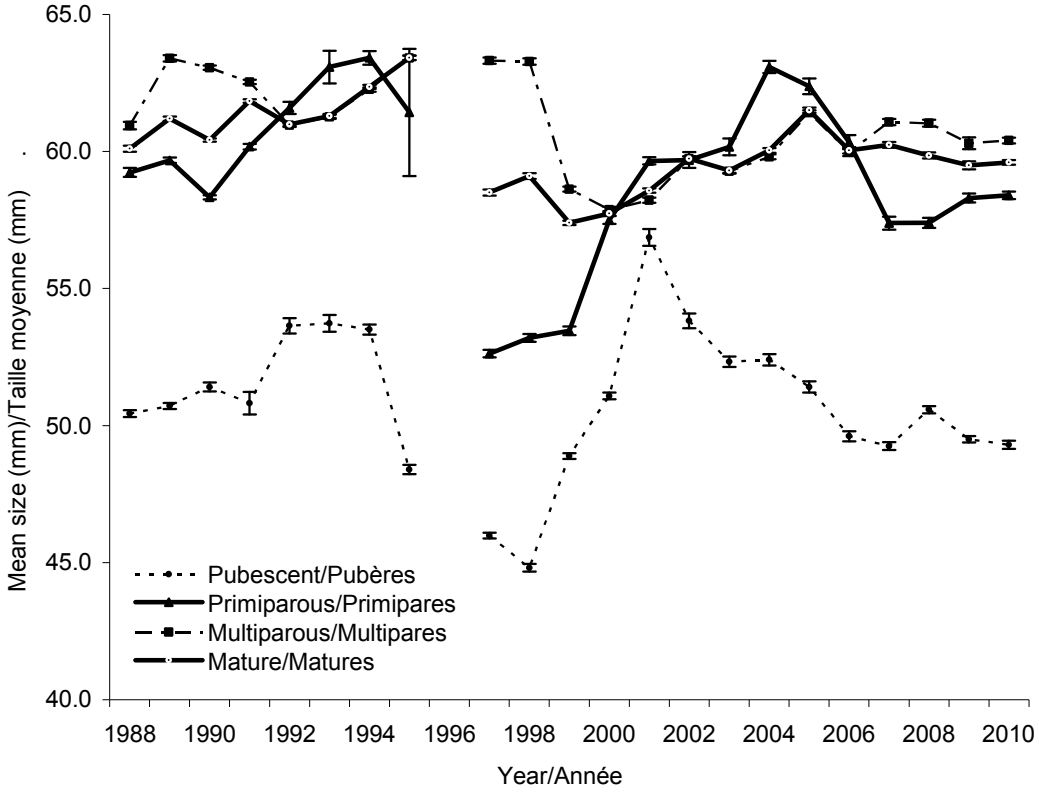


Figure 21. Mean size (mm) with standard errors (SE) of pubescent, primiparous, multiparous and mature snow crab (Chionoecetes opilio) females based on samples from the trawl surveys, 1988 to 2010.
Figure 21. Taille moyenne (mm) avec erreurs-types (ES) des femelles pubères, primipares, multipares et matures du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) basée sur les échantillons provenant des relevés au chalut, 1988 à 2010.

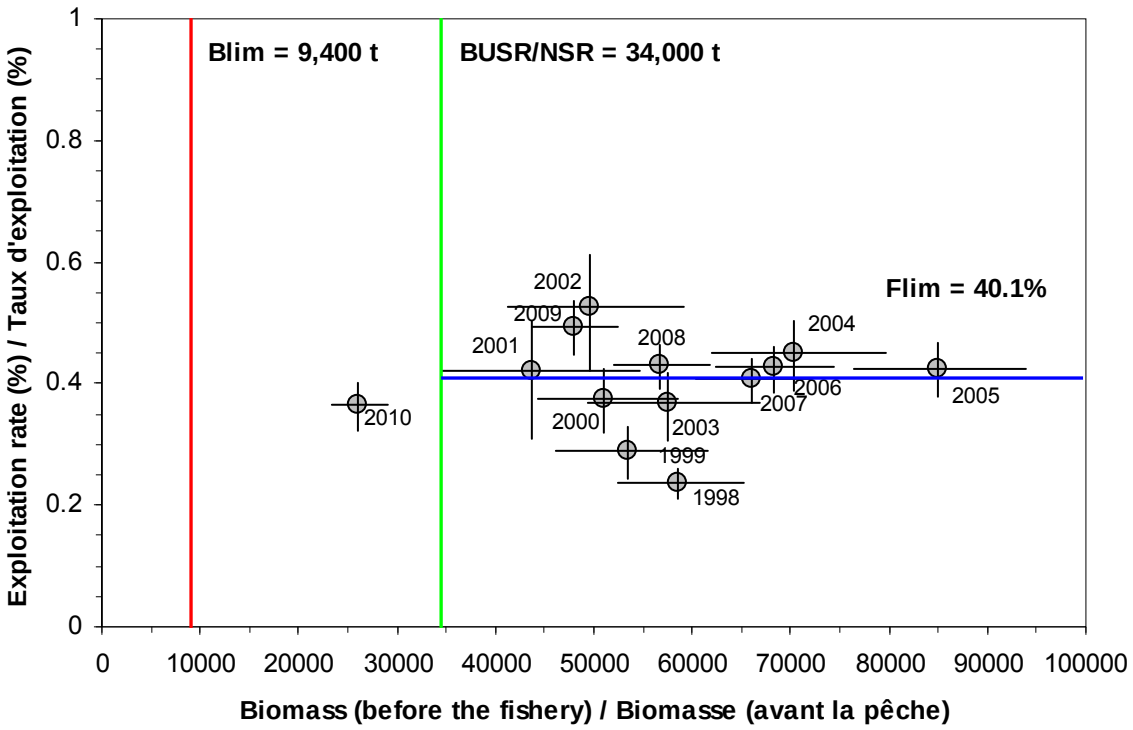


Figure 22. Trajectory of stock abundance (biomass of commercial-sized adult male snow crab (Chionoecetes opilio) as estimated from the trawl survey in year t – 1) versus exploitation rate of this biomass in the fishery of year t. Year of the fishery is labelled on the figure. Blim = The limit reference point for biomass; Flim = Fishing removal rate limit reference point; Busr = The upper stock reference point.

Figure 22. Trajectoire de l'abondance du stock (biomasse des crabes des neiges (Chionoecetes opilio) 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. Blim = Le niveau de référence limite pour la biomasse ; Flim = Le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation; Bnsr = Le point de référence du niveau supérieur du stock.

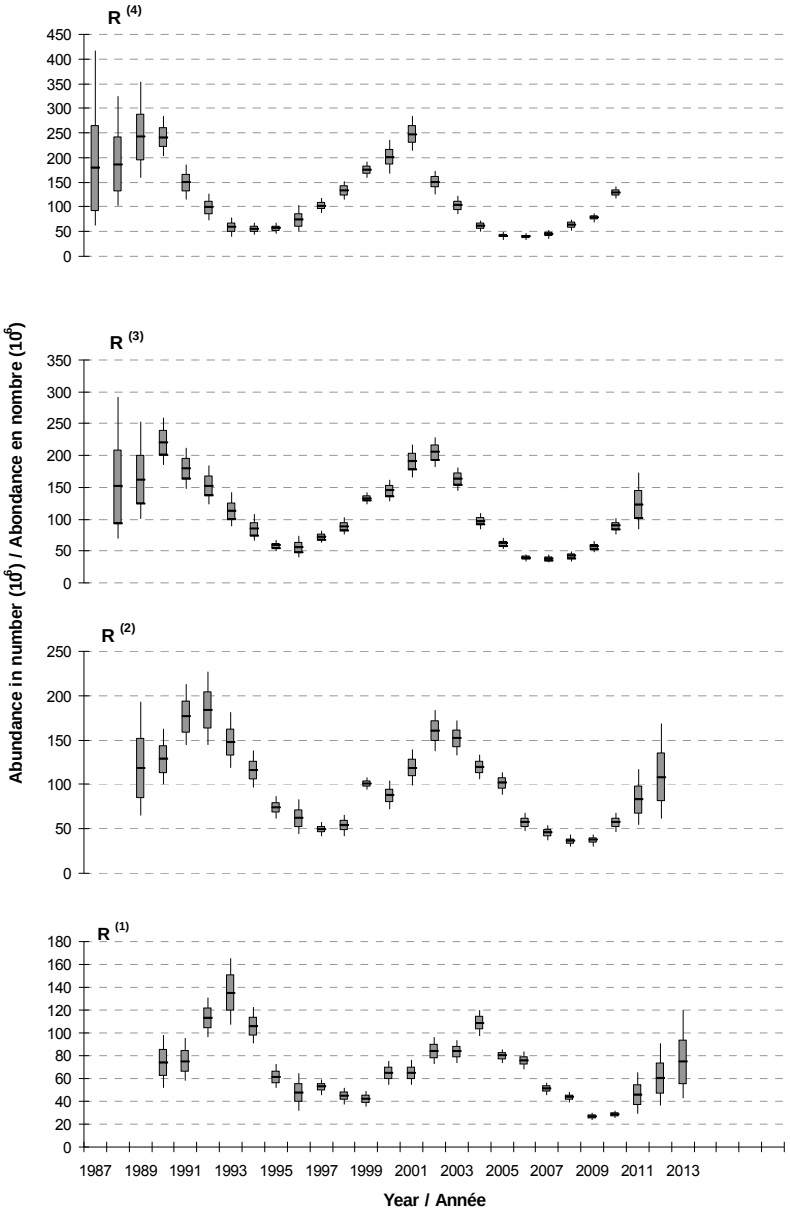
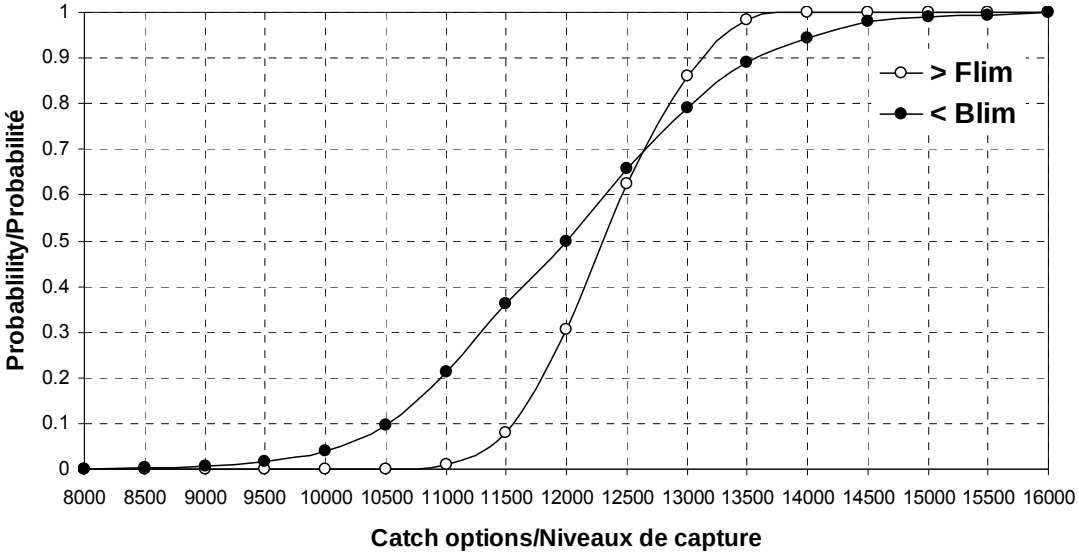


Figure 23. Snow crab (Chionoecetes opilio) recruitment (R) abundance for R (j), where j =1,…,4 years until recruitment to the fishery. The middle line shows the posterior median, the boxes show the 1 st (lower bound) and 3rd (upper bound) quartiles, and the whiskers show the 95% credibility interval.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

Figure 23. Abondances de recrutement (R) de crabe des neiges, (Chionoecetes opilio), 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).



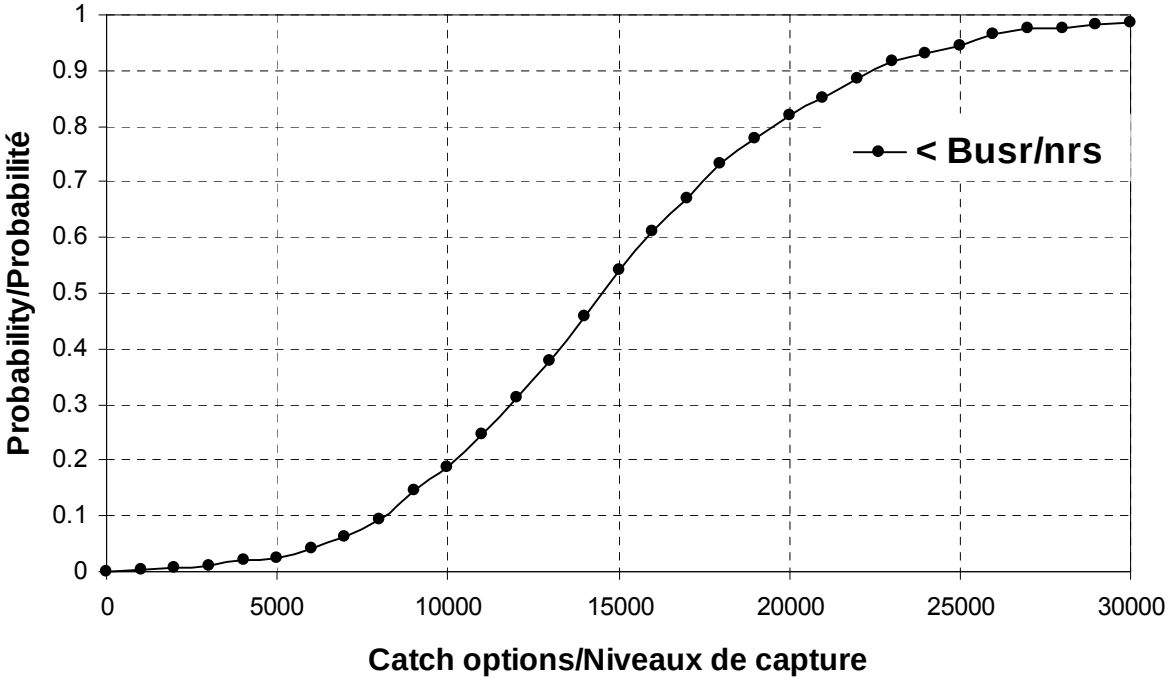


Figure 24. Risk analysis for the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, Chionoecetes opilio, fishery showing probabilities of exceeding the fishing removal rate limit reference point (F_{lim}), of the hard-shelled commercial-sized adult male biomass in 2011 falling below the limit reference point for biomass (B_{lim}) and of the commercial-sized adult male biomass in 2011 will be below the upper reference point (B_{USR}) after the 2011 fishing season for different catch options in 2011.
Figure 24. Analyse de risque pour la pêche du crabe des neiges, Chionoecetes opilio, dans le sud du golfe du Saint-Laurent indiquant les probabilités de dépasser le niveau de référence limite pour le taux d'exploitation (F_{lim}),que la biomasse des mâles adultes de taille commerciale à carapace dure soit sous le niveau de référence limite pour la biomasse (B_{lim}) et que la biomasse des mâles adultes de taille commerciale en 2011 soit sous le point de référence du niveau supérieur du stock (B_{NSR}) après la pêche de 2011 pour divers niveaux de capture en 2011.

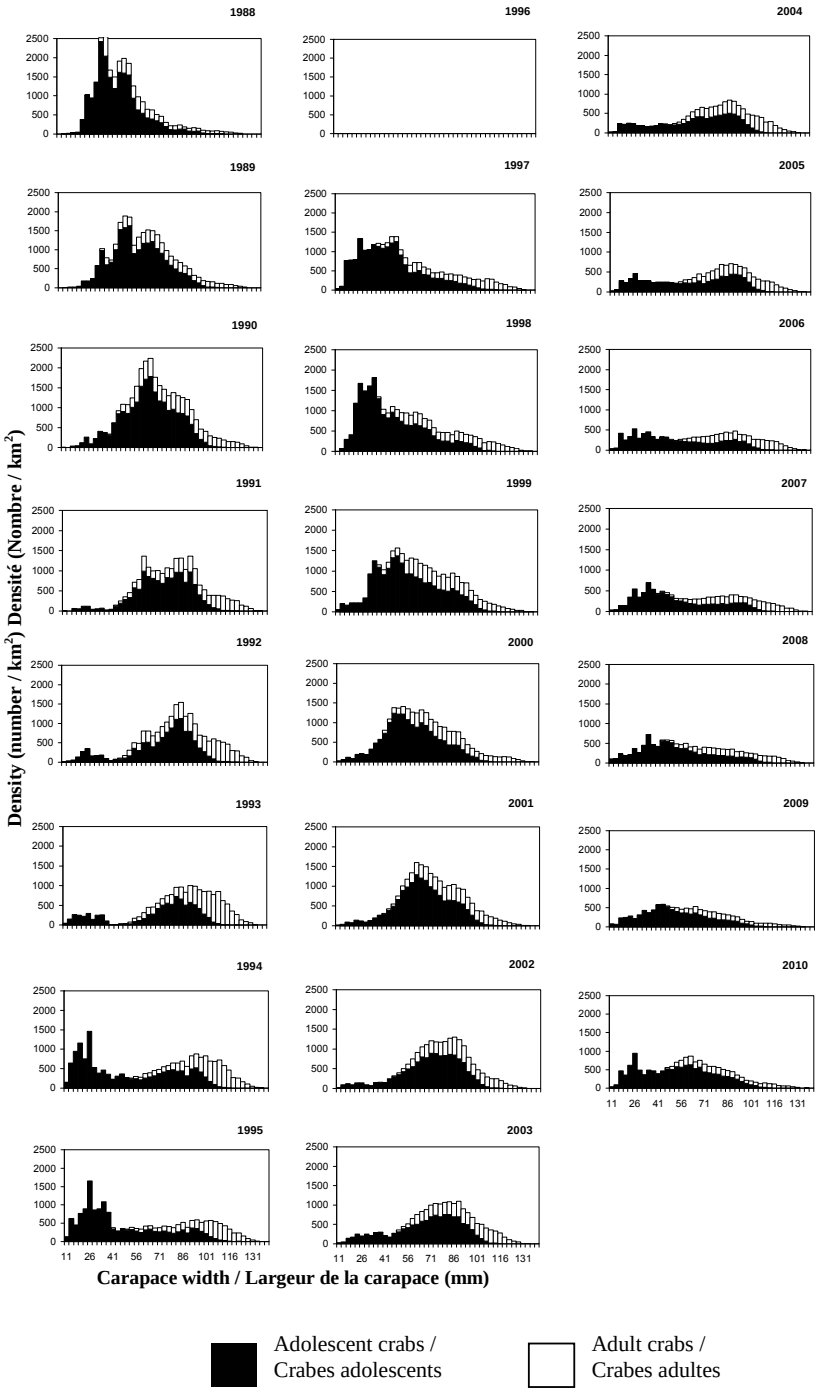


Figure 25. Size frequency distributions (by 3 mm interval) for male snow crabs based on samples from the post-fishery trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2010. These size frequency distributions represent the mean number of male snow crab (Chionoecetes opilio) per km^2 based on samples in the trawl survey and are not adjusted with geostatistic analysis (kriging) for total biomass.

Figure 25. Distributions de fréquences de taille (par intervalle de 3 mm) des crabes des neiges (Chionoecetes opilio)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 2010. Ces distributions représentent le nombre moyen de crabes mâles par km^2 basés sur les échantillons du relevé au chalut et ne sont pas ajustés avec l'analyse géostatistique (krigeage) pour la biomasse totale.

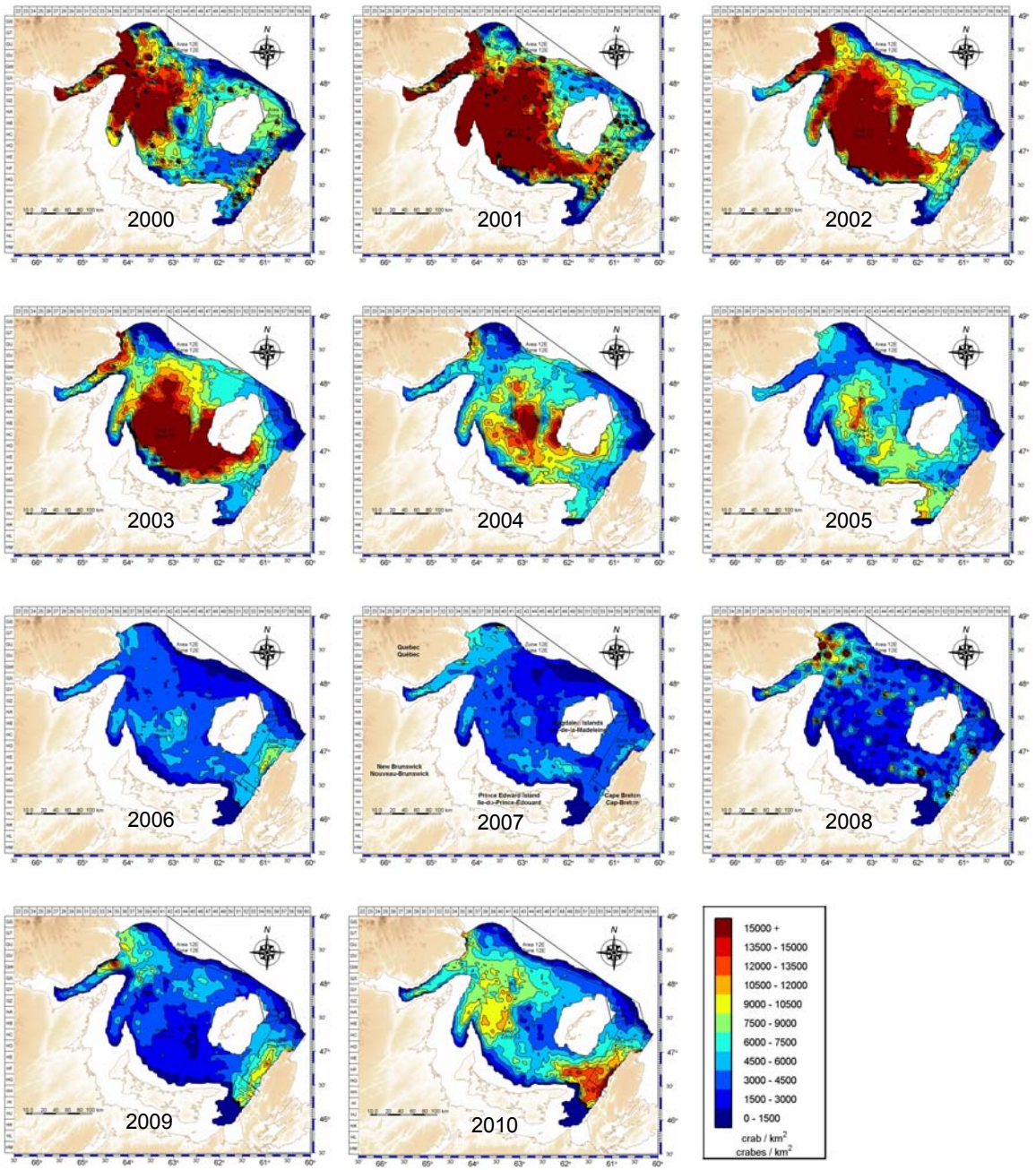


Figure 26. Density (number per km²) contours of adolescent male snow crab, (Chionoecetes opilio), ≥ 56 mm of carapace width based on the trawl surveys conducted in the southern Gulf of St. Lawrence, 2000 to 2010.

Figure 26. Contours de densités (nombre par km^2) des crabes des neiges, (Chionoecetes opilio), adolescents mâles ≥ 56 mm de largeur de carapace à partir du relevé au chalut effectué dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 2000 à 2010.

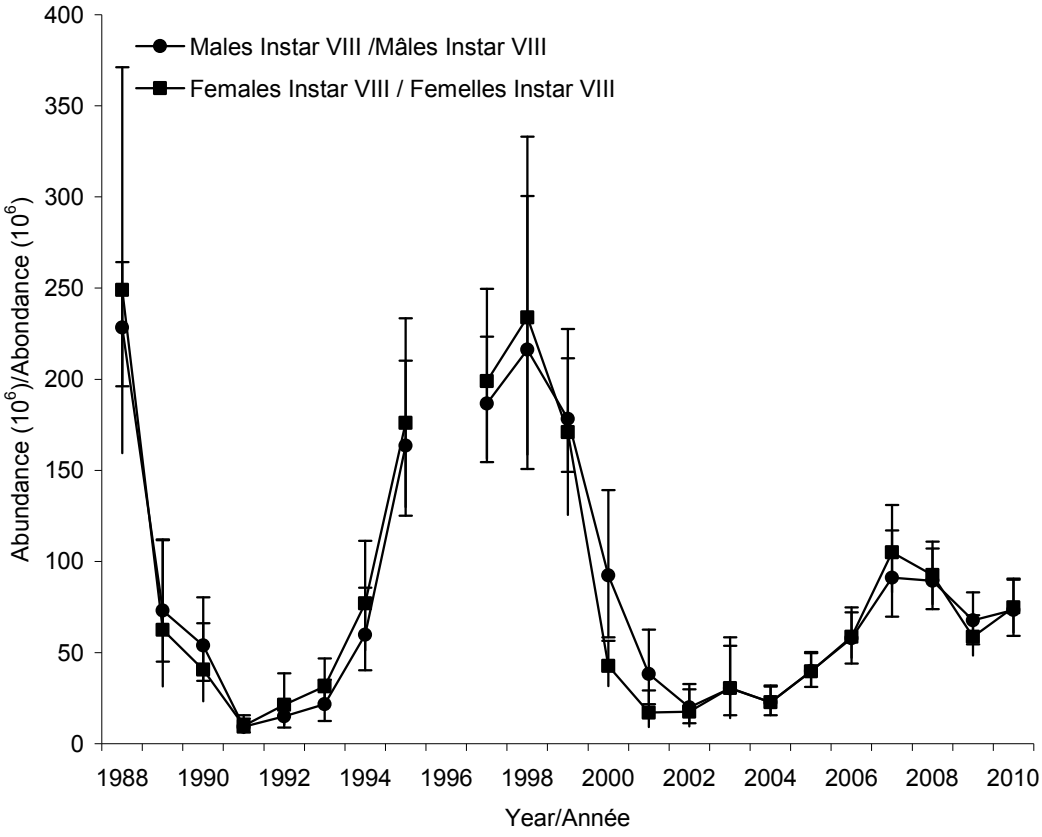


Figure 27. Abundance indices of adolescent snow crab, (Chionoecetes opilio), males and females (Instar VIII) estimated from the trawl survey data in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2010.
Figure 27. Indices d'abondances des mâles et femelles adolescents (Instar VIII) du crabe des neiges (Chionoecetes opilio) estimées à partir des données des relevés au chalut dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2010.

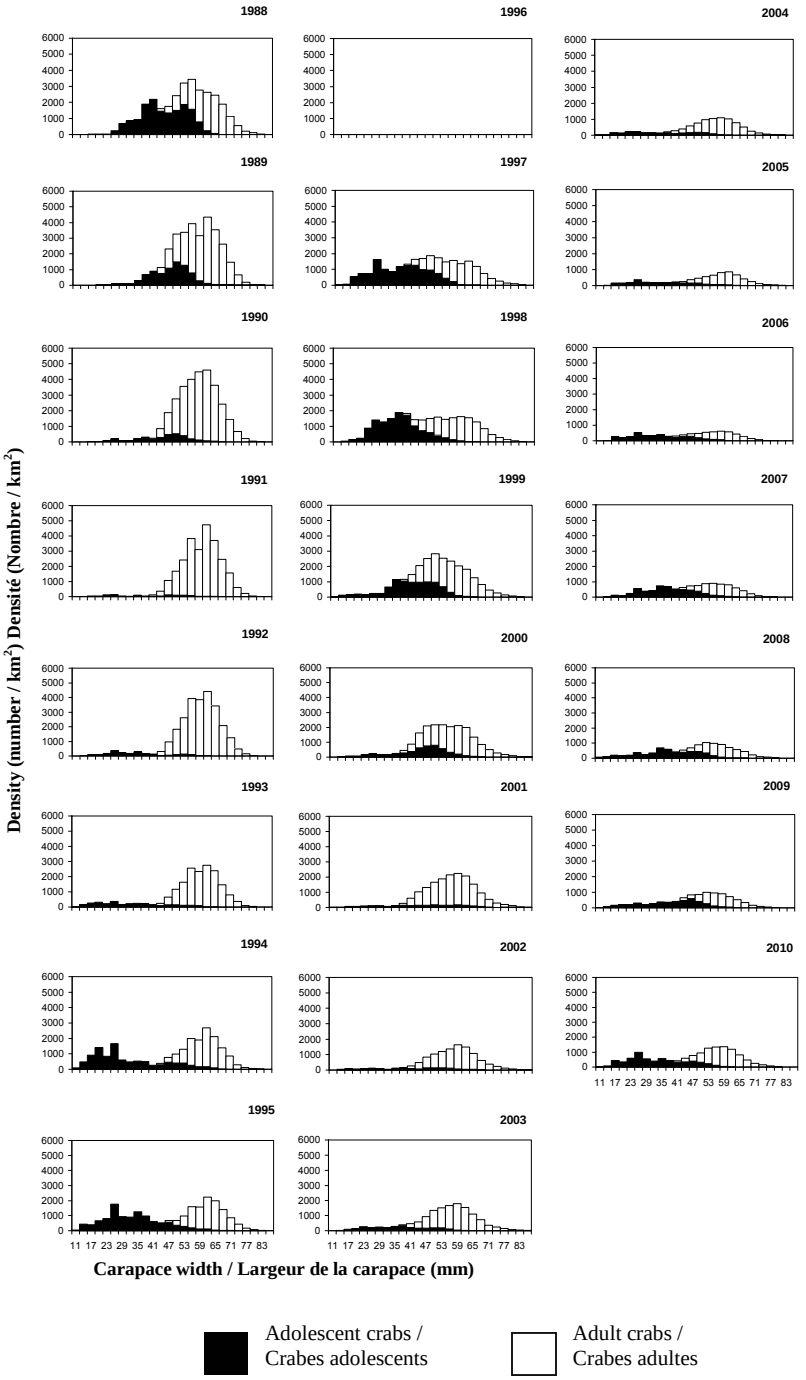


Figure 28. Size frequency distributions (by 3 mm interval) for female snow crab, (Chionoecetes opilio), based on samples from the post-fishery trawl surveys in the southern Gulf of St. Lawrence, 1988 to 2010. These size frequency distributions represent the mean number of female crab per km^2 based on samples in the trawl survey and are not adjusted with geostatistic analysis (kriging) for total abundance.
Figure 28. Distributions de fréquence des tailles (par intervalle de 3 mm) des femelles de crabe des neiges, (Chionoecetes opilio), basées sur les échantillons à partir des relevés au chalut effectués après la pêche dans le sud du golfe du Saint-Laurent, 1988 à 2010. Ces distributions représentent le nombre moyen de crabes femelles par km^2 basés sur les échantillons du relevé au chalut et ne sont pas ajustés avec l'analyse géostatistique (krigeage) pour l'abondance totale.