



Canadian Stock Assessment Secretariat  
Research Document 99/11

Not to be cited without  
permission of the authors<sup>1</sup>

Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks  
Document de recherche 99/11  
Ne pas citer sans  
autorisation des auteurs<sup>1</sup>

The 1998 assessment of Snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12-25/26, 18, 19, E and F).

Évaluation du stock de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12-25/26, 18, 19, E et F) pour l'année 1998.

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

Science Branch/Direction des sciences  
Maritimes Region/Région des Maritimes  
Department of Fisheries and Oceans/Ministère des Pêches et des Océans  
Gulf Fisheries Centre/Centre des Pêches du Golfe  
P.O. Box 5030/C.P. 5030  
Moncton, N.B. E1C 9B6

<sup>1</sup> This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

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

<sup>1</sup> La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

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

## ABSTRACT

The 1998 assessment of the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock (Areas 12-25/26, 18, 19, E and F) was done using data from the commercial fishery (fishermen's logbooks, observer data, purchase slips from processing plants and quota monitoring reports) and trawl survey in Areas 12, 19, E and F. No trawl survey was done in Area 18 off Cape Breton in 1998. In 1998 landings were 13,413 t in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12-25/26, 18 and 19) with an average catch per unit of effort (CPUE) of 46.1 kg/trap haul and a total fishing effort of 290,663 trap haul. The 1998 landings for exploratory Zones E and F were 161 and 290 t respectively. The CPUE was 28.6 kg/trap haul in Zone E and 48.1 kg/trap haul in Zone F. Fishing effort was estimated at 5,624 trap haul in Zone E and 6,035 trap haul in Zone F. The total harvestable biomass (B) in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12-25/26 and 19) for the 1999 fishing season was estimated at  $31,345 \text{ t} \pm 6,639 \text{ t}$  (95 % confidence limits). The recruitment to the fishery (R) was estimated at  $17,116 \text{ t} \pm 5,387 \text{ t}$ .

Given the increase of pre-recruits (R-3) since 1994 and pre-recruits (R-2) since 1997, the harvestable biomass (B) in the southern Gulf of Saint- Lawrence will start to increase gradually within a few years. A harvest at an exploitation rate of 45 percent would not exceed the predicted recruitment for 1999, and thus would not result in change in the exploitable biomass. The harvestable biomass have reached its lowest level since 1992. One third of this biomass is composed of older crabs with carapace conditions 4 and 5 of which 2,200 t are very old crab that will mate and die and not be available for the 199 fishing season. However, an increase of recruitment to the fishery is expected in the near future (within a couple of years) and incidence of soft-shelled crabs is expected to increase in 1999-2000.

## RÉSUMÉ

Le stock du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12-25/26, 18, 19, E et F) en 1998 a été évalué à partir des données de pêche commerciale (carnets de bord des pêcheurs, des données des observateurs en mer, des bordereaux d'achat des usines de transformations et des rapports de contingents) et des relevés au chalut dans les zones 12, 19, E et F. Aucun relevé au chalut n'a été effectué dans la zone 18 du Cap-Breton en 1998. Les débarquements pour le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12-25/26, 18 et 19) ont été de 13 413 t en 1998 avec une prise par unité d'effort moyenne (PUE) de 46,1 kg par casier levé et un effort de pêche total estimé à 290 663 casiers levés. Les débarquements pour les zones exploratoires (zones E et F) en 1998 ont été de 161 et 290 t respectivement. La PUE a été de 28,6 kg/casier pour la zone E et 48,1 kg/casier pour la zone F. L'effort de pêche a été estimé à 5 624 casiers levés dans la zone E et à 6 035 casiers levés dans la zone F. La biomasse exploitante totale (B) du sud du golfe du Saint-Laurent (Zones 12-25/26 et 19) pour la saison de pêche de 1999 a été estimée à  $31 345 \text{ t} \pm 6 639 \text{ t}$  (intervalle de confiance de 95 %). Le recrutement à la pêcherie (R) a été estimé à  $17 116 \text{ t} \pm 5 387 \text{ t}$ .

Compte tenu de l'augmentation des recrues (R-3) depuis 1994 et des recrues (R-2) depuis 1997; la biomasse (B) du stock du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent va commencer à augmenter graduellement d'ici quelques années. Une récolte à un taux d'exploitation de 45 pourcent ne dépasserait pas le niveau de recrutement prévu pour 1999 et ne résulterait donc pas à une diminution de la biomasse exploitante. La biomasse commerciale a atteint son plus bas niveau depuis 1992. Un tiers de cette biomasse est composé de vieux crabes (conditions de la carapace 4 et 5) dont 2 200 t sont de très vieux crabes qui vont se reproduire et mourir, et ne seront plus disponibles pour la pêche de 1999. Cependant, une hausse du recrutement à la pêcherie est prévue dans un proche avenir (d'ici une couple d'années) et une incidence de crabes mous est à prévoir en 1999-2000.

## INTRODUCTION

Before 1988, the biomass estimation of Snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southern Gulf of St. Lawrence fisheries was done indirectly from catch and effort data using Leslie analysis (Leslie and Davis 1939; Ricker 1975). Miller (1975) and Conan and Maynard (1987) attempted direct observation methods to estimate absolute stock abundance of snow crab. They concluded that the estimation of abundance from direct methods with a reasonable precision by standard statistical techniques was impossible due to a highly aggregated distribution pattern of snow crab. Conan and Maynard (1987) suggested applying geostatistical methods such as kriging to improve the accuracy of the estimates of snow crab abundance based on the observations of a strong spatial covariance between sampling units.

In 1989, a large scale trawl survey with a geostatistical data analysis was developed to enhance knowledge of snow crab population structure and dynamics, and establish sound stock management strategies. New management measures were introduced in 1990. One of the strategies used was to determine the total allowable catch or quota based on the biomass of mature male (adult) crab  $\geq 95$  mm of carapace width (CW) accumulated over a period of at least one year (Conan and Comeau 1986). A second management strategy was to avoid soft-shelled crabs in the catches because they are in poor commercial quality, unable to participate in mating, and represent recruits for the following fishing seasons. Soft-shelled crabs have low commercial value due to their low meat content and discarded at sea by fishermen. They are fragile and should be carefully handled to avoid mortality during their return to the sea. Monitoring soft-shelled crabs in the catches during the fishery can be achieved by using a durometer gauge (Foyle et al. 1989). Since 1997, a protocol for the daily monitoring of the soft-shell crab was put in place for the southern Gulf of St. Lawrence fisheries (Anonymous 1997b). The southern Gulf of St. Lawrence

## INTRODUCTION

Avant 1988, la biomasse de crabe des neiges *Chionoecetes opilio* pour les pêcheries du sud du golfe du Saint-Laurent était évaluée indirectement à partir des données sur les prises et l'effort, au moyen de l'analyse de Leslie (Leslie et Davis 1939; Ricker 1975). Miller (1975) et Conan et Maynard (1987) ont tenté d'utiliser des méthodes d'observation directe afin d'estimer l'abondance absolue du stock de crabe des neiges. Ces auteurs en sont venus à la même conclusion, soit que l'estimation directe de l'abondance avec une précision raisonnable était impossible au moyen des techniques statistiques normales, à cause des habitudes de dispersion agrégative prononcée du crabe des neiges. Conan et Maynard (1987) ont proposé d'appliquer des méthodes géostatistiques, telles que le krigage, afin d'améliorer la précision des estimations d'abondance du crabe des neiges affectées par une forte covariance spatiale entre les points d'échantillonnage.

En 1989, un relevé au chalut à grande échelle avec analyse géostatistique des données a été mis au point afin d'améliorer les connaissances sur la structure et la dynamique de la population du crabe des neiges et pour établir de bonnes stratégies de gestion des stocks. De nouvelles mesures de gestion ont été adoptées en 1990. Une des stratégies utilisées consiste à fixer une allocation totale des captures ou contingent en fonction de la biomasse de crabes mâles matures (adultes)  $\geq 95$  mm de largeur de la carapace (LC), accumulée au cours d'une période d'au moins un an (Conan et Comeau, 1986). Une deuxième stratégie de gestion est d'éviter de capturer des crabes à carapace molle, parce qu'ils sont de mauvaise qualité commerciale, incapables de participer à la reproduction et qu'ils constituent les recrues des saisons de pêche à venir. Le crabe 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. Il est en outre fragile et devrait être manipulé avec soin afin d'éviter une certaine mortalité lorsque retourné au fond. Le suivi des crabes à carapace molle dans les prises, pendant la pêche, peut se faire en utilisant un duromètre

fisheries could be partially closed when the percentage of soft-shelled crabs reaches 20 % in number for two consecutive periods of a five-day analysis monitored by onboard observers. Based on the trawl survey results, an individual boat quota was established in 1990 in collaboration with the industry. The exploitation rate was then set at a more conservative level between 30 and 40 % compared to 50-60 % targeted in the past. A low exploitation rate with strict measures for the protection of soft-shelled crabs since 1989, and the timely arrival of recruits into the population, in all likelihood, had a positive impact on the stock and the harvestable biomass. The CPUE reached its highest peak in 1994 (Chiasson et al. 1995a).

Fishermen harvest patches of snow crab averaging 2-3 km in diameter and move from patch to patch during the fishing season. At a given time, catchability of crab varies from patch to patch as a function of synchronization of seasonal physiological stages such as mating and molting within the patches. The decline of CPUE during the fishing season is the result of fishermen's harvesting strategy, seasonal variation of crab catchability and to some extent the total standing stock condition. Together, fishery data and direct abundance estimates provide a powerful tool for snow crab stock assessment. Global and zonal assessments of the snow crab resource for the southern Gulf of St. Lawrence are presented based on the fisheries data (logbook), at-sea sampling of the commercial catches, and post-season trawl surveys conducted in 1998 for Areas 12 and 19 and Zones E and F. No post-season trawl survey was conducted in Area 18 in 1998.

(Foyle et al. 1989). Depuis 1997, un protocole de suivi journalier du crabe à carapace molle a été mis en place pour les pêcheries du sud du golfe du Saint-Laurent (Anonymes 1997b). La pêche pouvait être fermée pour toute la zone ou une partie de la zone lorsque le pourcentage de crabes à carapace molle atteignait 20 % en nombre pendant deux périodes d'analyse de cinq jours consécutives, basé sur un échantillonnage effectué par des observateurs pour les pêcheries du sud du golfe du Saint-Laurent. À partir des résultats du relevé au chalut, un contingent individuel par bateau a été établi en 1990, en collaboration avec l'industrie, résultant en un taux d'exploitation beaucoup plus conservateur que le taux d'exploitation historique de 50 à 60 % de cette pêche par le passé. Un faible taux d'exploitation (30 à 40 %) ainsi que l'application de mesures sévères favorisant la protection des crabes à carapace molle depuis 1989, de même que l'arrivée en temps opportun des recrues au sein de la population exploitabile ont eu semble-t-il des effets positifs sur le stock et sur la biomasse exploitabile, puisque les PUE ont atteint un sommet en 1994 (Chiasson et al. 1995a).

Les pêcheurs exploitent des concentrations de crabe des neiges qui s'étendent sur environ 2 à 3 km de diamètre et se déplacent d'une concentration à l'autre pendant la saison de pêche. À un moment donné, la capturabilité du crabe varie d'un lieu à l'autre, en fonction de la synchronisation des stades physiologiques saisonniers, tels que la reproduction et la mue. La diminution des PUE pendant la saison de pêche résulte de la stratégie de pêche des pêcheurs et des fluctuations saisonnières de la capturabilité du crabe et de l'état général du stock exploitabile. Les données sur les pêches et les estimations directes de l'abondance constituent ensemble un outil utile pour l'évaluation du stock de crabe des neiges. Les évaluations globales et par zone de l'état du stock de crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent sont basées sur les données des pêches (registres de bord), l'échantillonnage en mer des prises commerciales et les relevés au chalut effectués en 1998, après la saison de pêche, dans les zones 12, 19, E et F. Aucun relevé au chalut n'a été réalisé dans la zone 18 en 1998.

## DESCRIPTION OF THE FISHERIES

Snow crab harvesting in the southern Gulf of St. Lawrence began in the mid-1960's. The fishery has been managed by area (Fig. 1), using management plans specific to each area. In 1998, a global quota was set at 13,978 t.

*Information on the southern Gulf of St. Lawrence snow crab fisheries (Areas 12, 18, 19, E and F) for the 1998 season.*

## DESCRIPTION DES PÊCHES

La pêche au crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent a commencé au milieu des années 1960. Cette pêcherie a été gérée par zones (fig. 1), au moyen de plans de gestion propres à chaque zone. En 1998, le contingent global a été fixé à 13 978 t.

*Informations sur les pêches au crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 18, 19, E et F) pendant la saison de 1998.*

Area/Zone	Season*\Saison*	Total Quota (t)\Contingent total (t)	Permanent		Temporary/Temporaire	
			License\Permis	Quota (t)\Contingent (t)	Permit\Permis	Quota (t)/Contingent (t)
12/25-26	May 5- Aug. 7\5 mai - 7 août	11125.0	160	11125.0	0	0.0
18	Apr. 21 – Sep.25\21 avril - 25 sept.	411.0	30	411.0	0	0.0
19	July 15 - Sep. 4 15 juil - 4 sept	1991.0	111	1991.0	0	0.0
E	May 22 - July 16 22 mai - 16 juil	163.0	0	0	8	163.0
F	May 17 – Aug. 20 17 mai - 20 août	288.0	0	0	16	288.0

\* First and last day of landings\ \* Premier et dernier jours des débarquements

Area 12 is the largest fishery in the southern Gulf of St. Lawrence and has been exploited by 130 mid-shore fishermen from New Brunswick (NB), Quebec (QC) and Nova Scotia (NS). A total of 150 traps are allocated per license. This fishery grew quickly from 1966, peaking at 31,500 t in 1982. Catches then fluctuated around 25,000 t until 1986 and then dropped to 11,700 t in 1987. The quota was then set at 7,000 t in 1990. The catches rose, reaching 19,944 t (quota of 20,000 t) in 1995 which 4,500 t was allocated temporary (one year) for the first time to 131 non-traditional vessels. The 1996 landings were 15,978 t (quota of 15,972 t) with a portion (3,508 t) was caught by 137 temporary (one-year) permit holders. Since 1997, the southern Gulf portion of Area 12 and Area 25/26 were integrated to form one management unit. Hence the 30 inshore fishermen of Prince Edward Island (PEI) have now access to the Area 12 fishery. The quota levels (landings) for PEI fishermen in 1997 and 1998 were 698 t (696 t) and 592 t (592 t) respectively. The 130 traditional midshore fishermen and the 30 traditional inshore fishermen were allowed to use 150 and 50

La zone 12 représente la plus importante pêcherie du sud du golfe du Saint-Laurent et elle a été pratiquée jusqu'en 1996 par 130 pêcheurs semi-hauturiers du Nouveau-Brunswick (NB), du Québec (QC) et de la Nouvelle-Écosse (NS). Au total, 150 casiers sont alloués par permis. Cette pêcherie s'est développée rapidement depuis 1966, atteignant un sommet de 31 500 t en 1982. Les captures ont ensuite fluctué autour de 25 000 t jusqu'en 1986 avant de chuter à 11 700 t en 1987. Le contingent a été fixé à 7 000 t en 1990. En 1995, les prises ont augmenté, atteignant 19 944 t (contingent de 20 000 t) dont 4 500 t a été alloué pour la première fois à 131 titulaires de permis temporaires (un an). En 1996, les débarquements ont été de 15 978 t (contingent de 15 972 t) et une partie du contingent (3 508 t) a été capturés par 137 titulaires de permis temporaires (un an). Depuis 1997, la partie du sud du golfe comprenant la zone 12 et la zone 25/26 a été almagamée pour former une seule unité de gestion. Dans le présent document, la zone 12 fait référence à la nouvelle unité de gestion. Les 30 pêcheurs côtiers traditionnels de l'Île-du-

traps per licence respectively. For the present assessment, Area 12 now refers to the new management unit. The 1997 landings were 15,413 t (quota of 15,400 t). The 160 traditional fishermen were allowed to catch 13,100 t and 2,290 t was allocated to 294 temporary (one-year) permit holders. The 1998 landings were 11,136 t (quota of 11,125 t). Given lower abundance and value of snow crab, no temporary permits were allowed in 1998 (Anonymous 1999).

A five-year co-management agreement in the southern Gulf of St. Lawrence snow crab fishery (Area 12) was signed between traditional fishermen and the department of Fisheries and Oceans (DFO) managers. The principal elements of this agreement are: 1) abolition of Area 25/26 and integration of the PEI traditional fishermen into Area 12; 2) an annual threshold has been set at \$500,000 per traditional enterprise for midshore fishermen and at \$124,000 for each PEI traditional fishermen. Starting in 1998, quotas of traditional fishermen will be determined by taking into consideration previous years' revenue. A quota of 2,000 t could be allocated to non-traditional fishermen, based on the resource availability and the traditional fishermen threshold level. Other supplementary allocation will be distributed on a 60/40 basis; 60 % for traditional fishermen and 40 % to non-traditional fishermen and; 3) traditional fishermen have agreed to share with DFO the cost of the snow crab management (Anonymous 1997a).

Harvesting in Area 18 (Fig. 1) has begun in 1979 by 14 inshore vessels with exploratory permits, using a maximum of 30 traps per license. These permits were converted into permanent licenses the following year and 9

Prince-Édouard (PEI) ont maintenant accès à la pêcherie de la zone 12. Les contingents (débarquements) pour les pêcheurs de l'I.P.E. ont été de 698 t (696 t) en 1997 et 592 t (592 t) en 1998. Au total, 150 casiers sont alloués par permis permanent semi-hauturiers et 50 par permis permanent côtiers. Les débarquements de 1997 a été de 15 413 t (contingent de 15 400 t). Les 160 pêcheurs traditionnels ont eu droit à un contingent 13 100 t et une allocation de 2 290 t a été allouée à 294 titulaires de permis temporaires (un an). Les débarquements en 1998 ont atteint 11 136 t (contingent de 11 125 t). Aucun partage de la ressource n'a eu lieu en 1998 due à la diminution de la biomasse commerciale et de la baisse du prix du crabe des neiges (Anonymes 1999).

Une entente de cogestion de cinq ans (1997 à 2001) dans la pêche au crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zone 12) a été signée entre les pêcheurs traditionnels et les gestionnaires du Ministère des Pêches et Océans (MPO). Les grandes lignes de l'entente sont: 1) abolition de la zone 25/26 et intégration des pêcheurs traditionnels de l'Île-du-Prince-Édouard à la zone 12; 2) un seuil annuel moyen de rentabilité fixé à 500 000 \$ par entreprise pour les pêcheurs semi-hauturiers traditionnels et à 124 000 \$ pour chaque pêcheur traditionnel de l'Île-du-Prince-Édouard. À partir de 1998, les allocations futures pour les pêcheurs traditionnels seront déterminées en considérant les revenus enregistrés au cours des années antérieures. Une allocation de 2 000 t sera allouée aux pêcheurs non-traditionnels, dépendamment de la disponibilité de la ressource, et une fois que le seuil de rentabilité annuel moyen aura été atteint par les pêcheurs traditionnels. Toute autre allocation supplémentaire sera répartie selon une formule de partage 60/40; 60 % pour les pêcheurs traditionnels et 40 % pour les pêcheurs non-traditionnels, et 3) les pêcheurs traditionnels acceptent de partager les coûts pour la gestion du crabe des neiges avec le MPO (Anonymes 1997a).

L'exploitation dans la zone 18 (fig. 1) a commencé en 1979 avec 14 bateaux de pêche côtière détenant des permis de pêche exploratoire, utilisant un maximum de 30 casiers par permis. Ces permis ont été

additional licenses were issued to explore grounds offshore of the Area. Mid-shore vessels fished the same fishing grounds until 1982. In 1984, Area 18 was exclusively set aside for inshore fishermen. An overall quota initially established at 835 t in 1981 was reduced to 626 t in 1986 and increased to 674 t from 1988 to 1990. In the spring of 1991, a 200 t quota was allocated to promote a spring fishery in this area. A 674 t quota was then set for the fall of 1991 and spring of 1992. This quota was raised to 749 t for 1992-93 and has remained the same until 1995. Since 1992, there have been 30 participants in this fishery. In 1995, 109 t of the total quota (709 t) was fished by 30 temporary (one year) permit holders using a total of 26 inshore vessels. The spring fishery has not been actively pursued by participants (the 1995 spring landing was 10 t) and was then abolished to simplify the stock management. In 1996, the total quota was set at 340 t and was fished by the 30 license holders. The fishery was prematurely closed (landings of 306 t) because of the high percentage of soft-shelled crabs (33.8 %) and low CPUE (11.3 kg/th) in the last fishing week. No temporary permits were issued due to the predicted declining stock condition. In 1997, the total quota was set at 580 t but the fishery was prematurely closed for a second consecutive year and landings reached 406 t (70 % of the total quota). In 1998, landings were 289 t which correspond to 70 % of the total quota set at 411 t, and the fishery was closed three times during the fishing season because of the high percentage of soft-shelled crabs in catches and low commercial quality of landed crabs.

In 1978, Area 19 (Fig. 1) was established for the exclusive use of inshore fishermen using vessels less than 13.7 m (45 feet) in length. Landings, controlled by quota, ranged from 900 t to 1,390 t between 1979 and 1991. The quotas, set at 1,686 t from 1992 to 1994, were reached. In 1995, 134 t of the total quota (1,577 t) was fished by 37 temporary (one year)

convertis en permis permanents l'année suivante et neuf permis additionnels ont été émis pour explorer des zones plus au large. Les bateaux semi-hauturiers ont exploité les mêmes fonds de pêche jusqu'en 1982. En 1984, la zone 18 a été réservée exclusivement aux pêcheurs côtiers. Un contingent global a été initialement fixé à 835 t en 1981, il a été réduit à 626 t en 1986, puis a augmenté jusqu'à 674 t de 1988 à 1990. Au printemps 1991, un contingent de 200 t a été alloué pour promouvoir une pêche printanière dans cette zone. Un contingent de 674 t a alors été fixé pour l'automne 1991 et le printemps 1992. Ce contingent a été augmenté à 749 t pour 1992-1993 et est demeuré le même jusqu'à 1995. Depuis 1992, il y a 30 participants à cette pêche. En 1995, 109 t du contingent total (709 t) ont été capturées par 30 titulaires de permis temporaires (un an) en utilisant un total de 26 bateaux de pêche côtière. La pêche printanière n'a pas été pratiquée activement par les participants (les débarquements au printemps 1995 étaient de 10 t) et a été abolie à la fin de cette saison afin de simplifier la gestion du stock. En 1996, le contingent total a été fixé à 340 t pour les 30 titulaires de permis permanents. La pêche a alors été fermée prématurément (débarquements de 306 t) à cause du pourcentage élevé de crabes à carapace molle (33,8 %) et des faibles PUE (11,3 kg/cl) lors de la dernière semaine de pêche. Aucun permis temporaire n'a été émis à cause du déclin prévu du stock. En 1997, le contingent a été établi à 580 t. La pêche a été fermée prématurément pour une deuxième année consécutive et les débarquements ont atteint 406 t, soit 70 % du contingent total. En 1998, les débarquements ont atteint 289 t, soit 70 % du contingent global fixé à 411 t. La pêche a dû être fermée à trois occasions durant la saison de pêche à cause des hauts pourcentages de crabes mous capturés dans les casiers et de la faible qualité commerciale des crabes débarqués.

En 1978, la zone 19 (fig. 1) a été créée à l'usage exclusif des pêcheurs côtiers utilisant des bateaux de moins de 13,7 m (45 pieds) de longueur. Les débarquements, limités par contingent, ont varié entre 900 t et 1 390 t de 1979 à 1991. Les contingents, fixés à 1 686 t de 1992 à 1994, ont été atteints. En 1995, 134 t du contingent total (1 577 t) ont été

permit holders using 25 inshore vessels. In 1996, a quota of 1,343 t was fished by the 111 license holders. In the same year, a 5-year partnership was signed between DFO and Area 19 snow crab fishermen's association (Anonymous, 1996a). In 1997, the total quota was set at 1,386 t and was increased to 1,991 t in 1998 (the 1998 landings reached 1,988 t).

In 1995, a request for snow crab licenses within previously under-exploited zones came from groundfish fishermen. This request was based on the high incidence of snow crab taken as by-catch during their fishing activities. In 1995, DFO issued exploratory permits to evaluate the availability of commercial size crabs in an adjacent area (deeper waters along the Laurentian Channel) to the Area 12 snow crab fishery. This area was divided into two exploratory zones: the Laurentian Channel (Zone E) and the Magdalen Islands/Cape Breton (Zone F) (Fig. 1). Four experimental permits were issued for Zone E with a trap limit of 100 per boat and a total quota of 217 t. In Zone F, 7 experimental permits were issued with a trap limits of 40 per boat and a total quota of 317 t. No scientific advice were given prior to the establishment of these exploratory zones. In 1995, fishermen were asked to follow the scientific protocol on the distribution of fishing effort to homogeneously cover the entire surface of the zones. Fishermen in Zone E declared that the abundance of crab in the deeper waters was negligible and fishing practice was extremely dangerous (Anonymous 1996b; Hébert et al. 1997b). In 1996, the number of exploratory permits was doubled (8 in Zone E and 14 in Zone F) and quotas were set at 163.8 and 238 t in Zones E and F respectively. The 1996 fishery was conducted without a scientific protocol and fishermen freely set their traps within their zone throughout the season. In 1997, total quotas were set at 163 and 288 t for Zones E and F respectively. Although, the number of experimental permits remains the same in Zone E (8), 2 additional experimental permits were issued in Zone F for a total of 16 in 1997. The 1997 fishery was conducted without a scientific protocol. In 1998, the number of experimental permit holders was the same as 1997 for the

captured by 37 titulaires de permis temporaires utilisant un total de 25 bateaux côtiers. En 1996, un contingent de 1 343 t a été pêché par 111 titulaires de permis permanents. La même année, une entente de partenariat de cinq ans a été conclue entre le MPO et l'association des pêcheurs de crabe des neiges de la zone 19 (Anonymes, 1996a). En 1997, le contingent total a été fixé à 1 386 t et a augmenté à 1 991 t en 1998 (les débarquements de 1998 ont été de 1 988 t).

En 1995, les pêcheurs de poisson de fond ont présenté une demande de permis de pêche au crabe des neiges dans des zones antérieurement sous-exploitées. Cette demande était basée sur l'incidence élevée des prises accidentelles de crabes des neiges capturés dans les chaluts lors des activités de pêche. En 1995, le MPO a annoncé l'émission de permis exploratoires, afin d'évaluer la disponibilité du crabe des neiges de taille commerciale dans la zone adjacente (eaux profondes le long du chenal Laurentien) au secteur de pêche du crabe de la zone 12. Ce secteur a été divisé en deux zones exploratoires de la façon suivante: le chenal Laurentien (zone E) et la région des îles-de-la-Madeleine et du Cap-Breton (zone F) (fig. 1). Onze permis exploratoires ont été alloués pour la pêche dans ces deux zones: 4 pêcheurs dans la zone E avec une limite de 100 casiers par bateau et un contingent total de 217 t; et 7 pêcheurs dans la zone F avec une limite de 40 casiers par bateau et un contingent total de 317 t. Ces zones exploratoires ont été créées sans aucun avis scientifiques. En 1995, on a demandé aux pêcheurs de respecter un protocole scientifique pour la répartition de l'effort de pêche, afin de couvrir de façon homogène toute la surface de la zone. Les pêcheurs de la zone E ont déclaré que l'abondance du crabe dans les eaux profondes était négligeable, et que la pratique de la pêche y était extrêmement dangereuse (Anonymes 1996b, Hébert et al. 1997b). En 1996, le nombre de permis exploratoires a doublé (total de huit pêcheurs dans la zone E et 14 pêcheurs dans la zone F). Le contingent a été fixé à 163,8 t dans la zone E et à 238 t dans la zone F pour la saison de pêche de 1996. Cette année-là, la pêche a été pratiquée sans protocole scientifique et les pêcheurs ont pu placer leurs casiers librement dans ces zones.

two zones and quotas were set at 163 t for zone E and 288 t for zone F.

pendant toute la saison. En 1997, le contingent a été établi à 163 t pour la zone E et 288 t pour la zone F. Le nombre de participants dans la zone E est demeuré le même, soit 8 pêcheurs, tandis que dans la zone F, le nombre de participants a augmenté à 16. En 1997, la pêche dans ces zones a été pratiquée sans protocole scientifique. En 1998, le nombre de participants est demeuré le même qu'en 1997 pour les deux zones. Les contingents ont été fixés à 163 t pour la zone E et 288 t pour la zone F.

## METHODS

### Logbooks and purchase slips

Raw data on catches and fishing effort were obtained from the fishermen's logbooks and the sales slips of processing plants. The data were compiled by the Informatics and Statistics Branches of the Laurentian and Maritimes Regions of the Department of Fisheries and Oceans and verified by Science Branch. Not all logbooks were usable. The mean CPUE of the fleet corresponds to the ratio of total catches from sales slips (where available) or the fishermen's logbooks ( $y_i$ ) and the corresponding number of trap hauls ( $th_i$ ) reported in the logbooks:  $CPUE_i = y_i / th_i$ . The total effort (total number of trap hauls:  $(TH_i)$ ) was then estimated from total landings ( $Y_i$ ) from the quota report divided by average CPUE:  $TH_i = Y_i / CPUE_i$ . The geographical distribution of fishing effort was presented as a sum of total number of trap hauls within each grid of 10 minutes latitude by 10 minutes longitude. The fishing positions were taken from logbooks.

### *CPUE adjusted for soak time of traps for Area 12:*

Historically, there has been a good relationship between CPUE and the biomass estimate (Fig. 2) based on the trawl survey. However, since 1996, industry noted that there has been a large increase in trap soak time in most areas.

## MÉTHODES

### Registres de pêche et bordereaux d'achat

Les données brutes sur les prises et l'effort de pêche ont été obtenues grâce aux registres de pêche des pêcheurs et aux bordereaux d'achat des entreprises de transformation. Les données ont été compilées par les Directions de l'informatique et des statistiques des Régions Laurentienne et Maritimes du ministère des Pêches et des Océans et revérifiées par la Direction des sciences. Les registres de pêche n'étaient pas tous utilisables. La PUE moyenne de la flotte correspond au rapport entre le total des prises indiqué sur les bordereaux d'achat (lorsqu'ils existent) ou les registres de pêche ( $y_i$ ) et du nombre correspondant de casiers levés ( $cl_i$ ) d'après les registres de pêche:  $PUE_i = y_i / cl_i$ . L'effort total (nombre total de casiers levés:  $CL_i$ ) a été estimé à partir du total des débarquements ( $Y_i$ ) provenant du rapport de contingent divisé par la PUE moyenne:  $CL_i = Y_i / PUE_i$ . La répartition géographique de l'effort de pêche a été présentée comme la somme du nombre total de casiers levés dans chaque quadrilatère de 10 minutes de latitude sur 10 minutes de longitude. Les positions de pêche ont été prises dans les registres de pêche.

### *PUE corrigée selon le temps d'immersion des casiers pour la zone 12 :*

Antérieurement, on avait observé une certaine corrélation entre les PUE et la biomasse estimée (fig. 2) à partir du relevé au chalut. Cependant, depuis 1996, l'industrie a noté que la période d'immersion des casiers avait

The CPUE is not comparable to previous years, particularly in Area 12, because processing plant imposed weekly trip limits which increased soak time. Increased soak time has an important impact on the estimated CPUE. As a result, CPUE from fishermen's logbook data between 1994 and 1998 were thus adjusted to compensate for change in soak time.

Based on fishermen's logbooks data, the mean annual trap soak time and frequency distributions of fishing effort by trap soak time at an interval of 24 hours were produced for a period between 1994 and 1998. In addition, a relation between CPUE (C) and soak time (h) derived from logbooks was established by fitting a power curve  $C = a*(1 - e^{(-h/b)})$ , where a and b are constant under an assumption that C = 0 at soak time = 0. Based on this relationship, the relative fishing power ( $P_i$ ) at each soak time (i) was estimated by:  $P_i = C_i/C_{24}$ ; where  $P_i$  is the fishing power at a given interval of soak time i (e.g., i = 24, 48, 72, 96...),  $C_i$  is fitted CPUE value estimated from fitted curve at soak time i,  $C_{24}$  is the fitted CPUE at reference soak time (i = 24 hours). Reference soak time of 24 hours was chosen based on fishermen's input as this soak time seemed to be used traditionally until 1994. By using the estimated fishing power  $P_i$  at a given soak time i, fishing effort ( $f_i$ ) was adjusted by:  $F'_i = P_i * f_i$ ; where  $F'_i$  is the adjusted total fishing effort at interval of soak time i,  $f_i$  is the non-adjusted fishing effort at interval of soak time i. Thus, the standardized fishing effort (F) at year i is:  $F_i = \sum(P_i * f_i) = \sum F'_i$ . The adjusted mean CPUE in year j is estimated by:  $L_j / F_j$ , where  $L_j$  is total annual landings in year j.

augmenté considérablement dans la plupart des zones. Les PUE ne peuvent donc être comparées aux années précédentes, en particulier dans la zone 12, parce que les usines de transformation ont imposé des limites hebdomadaires dans le nombre de sorties en mer, ce qui ont fait augmenter le temps d'immersion des casiers. Cette augmentation du temps d'immersion des casiers a eu des répercussions importantes sur les PUE estimées. Par conséquent, les données sur les PUE provenant des journaux de pêche de 1994 à 1998 a été recalculées en tenant compte du changement dans le temps d'immersion des casiers.

À partir des données des carnets de bord des pêcheurs, le temps moyen d'immersion des casiers, la distribution des fréquences de l'effort de pêche par tranche de 24 heures d'immersion des casiers a été produite pour les années 1994 à 1998. De plus, une relation entre la PUE (C) et le temps d'immersion (h) provenant des carnets de bord a été établi en ajustant une courbe exponentielle  $C = a*(1 - e^{(-h/b)})$ , où a et b sont des constantes selon l'assumption que C = 0 à un temps d'immersion = 0. En se basant sur cette courbe, le pouvoir de pêche relative ( $P_i$ ) à chaque temps d'immersion () a été estimé par la formule suivante:  $P_i = C_i/C_{24}$ ; où  $P_i$  est le pouvoir de pêche à un intervalle d'un temps d'immersion donné, i est l'intervalle de temps d'immersion (e.g., i = 24, 48, 72, 96...),  $C_i$  est la valeur estimée de la PUE ajustée à partir de la courbe exponentielle à un temps d'immersion i,  $C_{24}$  est la PUE ajustée au temps d'immersion de référence (i = 24 heures). En utilisant le pouvoir de pêche  $P_i$  à un intervalle de temps d'immersion donné i, l'effort de pêche  $f_i$  a été corrigé selon la formule suivante:  $F'_i = P_i * f_i$ ; où  $F'_i$  est l'effort total de pêche corrigé à un intervalle de temps d'immersion i et  $f_i$  est l'effort de pêche non-corrigé à un intervalle de temps d'immersion i. Ainsi, l'effort total de pêche corrigé (F) à l'année , est:  $F_i = \sum(P_i * f_i) = \sum F'_i$ . La PUE moyenne corrigée à l'année j est estimée par:  $D_j/F_j$ , où  $D_j$  est le débarquement total annuel à l'année j.

### Sampling onboard commercial fishing vessels

Since 1990, DFO has carried out an intensive sampling program (observer program) onboard commercial vessels (Fig. 1) to provide a weekly assessment of the percentage of soft-shelled crabs in the catches. For each trap sampled, the position, depth and total number of male crab were recorded. A sub-sample of 40 crabs were chosen at random and the following measurements were taken: carapace width (CW), chela height (CH), carapace condition (Hébert et al. 1997a) and the hardness at the base of the right propodus measured with a durometer (Foyle et al. 1989).

The catch composition (%) was calculated for different categories of crab based on the carapace rigidity (hard or soft), size (legal and sub-legal) and morphometric maturity. The terminology described by Sainte-Marie et al. 1995 will be used in this paper; "adolescent" formerly called morphometrically immature or small clawed and "adult" formerly called morphometrically mature or large clawed. Individuals with a claw hardness less than 68 were considered as soft-shelled crabs (Hébert et al. 1992). The annual and weekly mean weighted percentage of soft-shelled crabs were calculated based on the size structures measured at-sea and at-port and the landing data for each sampled vessel (Hébert et al. 1992).

### Direct biomass estimation (Areas 12 and 19 and Zones E and F)

A post-fishing season trawl survey was conducted in 1998 in Areas 12 and 19 and in Zones E and F. In Area 12, the survey was conducted every year since 1989 except in 1996. In 1990, a trawl survey before the fishing season was done in Area 19 off Cape Breton and starting the following year, the annual trawl survey was then conducted after the fishing season. A Bigouden *Nephrops* trawl originally developed for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fisheries in France was used (20 m opening with a 27.3 m foot rope on which is mounted a 3.2 m long, 8 mm galvanized chain;

### Échantillonnage à bord des bateaux de pêche commerciale

Depuis 1990, le MPO a un programme intensif d'échantillonnage (programme des observateurs) à bord des bateaux de pêche commerciale (fig. 1) qui donne une évaluation hebdomadaire du pourcentage de crabes à carapace molle dans les prises. Pour chaque casier échantillonné, la position, la profondeur et le nombre total de crabes mâles est inscrit, et un sous-échantillon de 40 crabes a été prélevé au hasard et mesuré de la façon suivante: largeur de la carapace (LC), hauteur de la pince (HP), condition de la carapace (Hébert et al. 1997a) et dureté de la base du propodeum droit, mesurée au moyen d'un duromètre (Foyle et al. 1989).

La composition (%) des prises a été calculée pour différentes catégories selon la rigidité de la carapace (dure ou molle), la taille (légale et non-légale) et la maturité morphométrique. La terminologie décrite par Sainte-Marie et al. 1995 sera utilisée dans ce rapport; les "adolescents" (immatures et à petites pinces) et les "adultes" (matures et à grosses pinces). Les crabes dont la dureté des pinces était inférieure à 68 étaient considérés comme des crabes à carapace molle (Hébert et al. 1992). Le pourcentage annuel et hebdomadaire moyen pondéré de crabes à carapace molle a été calculé en fonction des structures de taille mesurées en mer et au port, et des débarquements de chaque bateau échantillonné (Hébert et al. 1992).

### Évaluation directe de la biomasse (zones 12, 19, E et F)

Un relevé au chalut après la saison de pêche a été effectué en 1998 dans les zones 12, 19, E et F. Pour la zone 12, le relevé au chalut a été effectué à chaque année depuis 1989, à l'exception de 1996. Le relevé au chalut dans la zone 19 du Cap-Breton a été entrepris en 1990. En 1990, le relevé au chalut dans la zone 19 a été effectué avant la saison de pêche tandis qu'à partir de 1991, le relevé a été effectué après la saison de pêche. Le relevé au chalut dans les zones E et F a été entrepris pour la première fois en 1997. Un chalut à langoustines de type Bigouden a été utilisé

Conan et al. 1994). Each tow varied between 5 to 8 minutes at a mean speed of approximately 2 knots depending on the depth, current speed and sediment type. The horizontal opening of the trawl has been measured with a "SCANMAR" system. The distance of each tow was estimated from the position (latitude/longitude) measured at the start and end of the tow. The swept surface was then calculated based on the distance and the net width measured every 7 seconds with SCANMAR net sensor.

A systematic random sampling design was used to determine the location of trawl stations (Fig. 3). One to two locations were randomly chosen among nine sub-grids (station in the middle of the grid) within each 10 minutes latitude by 10 minutes longitude rectangle. The center of each sub-grid chosen was used for the position of each trawl station. The duration of each tow and depth were recorded.

The following information was recorded for all individuals captured: carapace width, right propodite height and carapace condition. Histograms of size frequencies for adolescent and adult categories were weighted by the swept surface.

### Kriging

Kriging, a geostatistical method, was used to estimate annual biomass (Conan 1985; Conan et al. 1988b) and density contours for males based on size and maturity. Kriging is described by Clark (1979), and its analytical basis was defined by Matheron (1970). It consists of two procedures: 1) analyzing and modeling the covariance between sampling units as a function of distance between their locations, and 2) calculating optimal weights to be attributed to each sampling unit for calculating a predicted average characteristic of

pour le relevé. Ce chalut a été mis au point à l'origine pour la pêche de la langoustine (*Nephrops norvegicus*) en France (ouverture de 20 m avec ralingue inférieure de 27,3 m sur laquelle est installée une chaîne en acier galvanisé de 8 mm mesurant 3,2 m de long; Conan et al. 1994). La durée des traits a varié entre 5 et 8 minutes, à une vitesse moyenne d'environ deux noeuds, selon la profondeur, la vitesse du courant et le genre de sédiments. L'ouverture horizontale du chalut a été mesurée au moyen du système SCANMAR. La distance de chaque trait était mesurée à partir de la position (latitude/longitude) établie au début et à la fin du trait. La surface balayée était ensuite calculée selon la distance et la largeur du filet, mesurée toutes les sept secondes avec le système SCANMAR.

Un modèle d'échantillonnage systématique aléatoire a servi à déterminer l'emplacement des stations de chalutage (fig. 3). Une ou deux stations ont été choisies au hasard parmi neuf rectangles (station située au milieu du rectangle) à tous les quadrilatères de 10 minutes de latitude sur 10 minutes de longitude. Le centre de chaque rectangle choisi était utilisé comme position de la station de chalutage. La durée de chaque trait et la profondeur ont été notées.

L'information qui suit a été notée pour tous les crabes capturés: largeur de la carapace, hauteur de la propodite droite et la condition de la carapace. Les histogrammes des fréquences de taille des catégories de crabes adolescents et adultes ont été pondérés en fonction de la surface balayée.

### Krigeage

Une méthode géostatistique, le krigeage, a permis d'estimer la biomasse annuelle (Conan 1985; Conan et al. 1988b) et les contours de densité de différentes catégories de crabe selon la taille et la maturité. Le krigeage est décrit par Clark (1979), et sa base analytique a été définie par Matheron (1970). Elle comporte deux étapes à suivre: 1) analyser et modéliser la covariance entre les unités d'échantillonnage en fonction de la distance entre les points échantillonnes, et 2) calculer le poids optimal à attribuer à chaque unité d'échantillonnage afin

a given region to be assessed. We proceeded by mapping the whole area surveyed. Using point kriging and a fitted variogram, we generated maps of density and variance contour. We further used block kriging for estimating an average density and variance over the whole area and thereby estimating the total number of crab present in a given area.

The abundance of snow crab estimated by kriging was converted into biomass according to size-weight relationship and size frequency histograms. To convert size to weight, size-weight relationships were calculated according to molt stage, maturity status and sampling season. The size-weight relationship for adult hard-shell males is expressed by the function:  $W = (2.665 \times 10^{-4}) CW^{3.098}$  (Hébert et al. 1992). Mortality between the survey and the fishing season (6-7 month period) was not considered in the estimates. Projections were done for the following 5 biological categories of male crabs: 1) B: total biomass available to the fishery for the following fishing season; 2) R: annual recruitment to the fishery, 3) R-2 and R'-2: future recruitment to the fishery, 4) the remaining biomass, and 5) the biomass of males with very old carapace.

## RESULTS

### Logbook (Table 1a and 1b)

The overall landings in the southern Gulf of St. Lawrence snow crab fisheries were 13,413 t in 1998. The average CPUE decreased by 6.3 % in 1998 (46.1 kg/th) compared to 1997 (49.2 kg/th). The fishing effort was estimated at 290,663 trap hauls, a decrease of 16.8 % compared to 1997 (349,322 trap hauls). The fishing effort was concentrated in the northern part of Bradelle Bank, the northern part of Magdalen channel and the northwestern part of Area 18 (Fig. 4). The highest landings were located in the northern parts of Bradelle Bank and Magdalen channel, in Bradelle Bank, in Shedia valley and the southern and northwestern parts of Area 19 (Fig. 5). The

de définir une caractéristique moyenne prévue pour une région donnée à estimer. Nous avons procédé en cartographiant toute la surface du relevé. En ayant recours au krigeage et à un variogramme adapté, nous avons produit des cartes de contours de densité et d'isovariance. Nous avons aussi utilisé le krigeage par bloc pour estimer la densité moyenne et la variance dans toute la surface du relevé et, par conséquent, pour estimer le nombre total de crabes présents dans une zone donnée.

L'abondance du crabe des neiges estimée par krigeage a été convertie en biomasse, suivant la relation taille-poids et les histogrammes de fréquences de taille. Pour convertir la taille en poids, la relation taille-poids a été calculée en fonction du stade de la mue, de la maturité et de la saison d'échantillonnage. La relation taille-poids pour les mâles adultes à carapace dure est exprimée par la fonction:  $P = (2,665 \times 10^{-4}) LC^{3.098}$  (Hébert et al., 1992). Les estimations ne tiennent pas compte du taux de mortalité entre le relevé et la saison de pêche (période de six à sept mois). Des projections ont été faites pour les cinq catégories biologiques suivantes de crabes mâles: 1) B: biomasse totale disponible pour la pêche de la saison suivante; 2) R: recrutement annuel à la pêcherie; 3) R-2 et R'-2: recrutement futur à la population exploitabile; 4) biomasse résiduelle; 5) biomasse de mâles à très vieille carapace.

## RÉSULTATS

### Registres de pêche (tableaux 1a et 1b)

Les débarquements pour les pêcheries de crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent ont été de 13 413 t en 1998. La PUE moyenne a diminué de 6,3 % en 1998 (46,1 kg/cl) comparativement à celle de 1997 (49,2 kg/cl). L'effort de pêche a été estimé à 290 663 casiers levés, soit une diminution de 16,8 % comparativement à celui de 1997 (349 322 casiers levés). L'effort de pêche a été concentré au nord du banc Bradelle, dans la partie nord du canal des îles et au nord-ouest de la zone 18 (fig. 4). Les débarquements provenaient en grandes parties de la partie nord du banc Bradelle, de la partie nord du Canal des îles, au banc Bradelle, au banc de

highest CPUE were located in Orphan Bank, the Bradelle Bank, the northern part of the Magdalen channel and in the northern part of Area 19 (Fig. 6).

#### Area 12

In Area 12, the 1998 season was opened on May 5 and all vessels caught their quota by August 7. Landings were 11,136 t (quota of 11,125 t). The average CPUE decreased from 50.8 kg/th in 1997 to 45.8 kg/th in 1998. The weekly CPUE has increased from 45.8 kg/th in the first week to 51.8 kg/th in week 5 and gradually decreased to 27.9 kg/th in week 9, increased to 40.3 kg/th in week 11 and decreased to 27.5 kg/th in the last fishing week (Fig. 7). The fishing effort was estimated at 243,339 trap hauls in 1998 compared to 303,286 trap hauls in 1997. The exploitation rate in 1998 (35 %) remained at the same level observed since 1994 (Table 2a).

CPUE adjusted for soak time and estimated fishing effort

The distributions of fishing effort per 24 hours of soak time between 1994 and 1998 (Fig. 8) shows a longer soak time of traps since 1997. In addition, an increase of the mean soak time of traps was observed since 1997 (Fig. 9). Since 1994, the mean annual adjusted CPUE has gradually decreased compared to the non-adjusted CPUE (Fig. 10). The mean annual adjusted CPUE seems to give a good indication on the decrease trend of harvestable biomass and fishermen's behavior. The mean annual adjusted CPUE series indicated a decreasing trend since 1994. The adjusted CPUE has decreased from 1994 (48.7 kg/trap haul) to 1998 (30.4 kg/trap haul) (Fig. 10). The adjusted total fishing effort has increased from 1994 (411,014 trap hauls) to 1995 (492,118 trap hauls). In 1996, the adjusted fishing effort has decreased to 378,524 trap hauls and increased to 390,203 trap hauls in 1997 and

l'Orphelin, dans la vallée de Shédiac et des parties sud-est et nord-ouest de la zone 19 (fig. 5). Les PUE les plus élevées provenaient du banc de l'Orphelin, du banc Bradelle, de la partie nord du chenal des îles-de-la-Madeleine et la partie nord de la zone 19 (fig. 6).

#### Zone 12

Dans la zone 12, la saison de 1998 a commencé le 5 mai et tous les bateaux avaient capturé leur contingent le 7 août. Les débarquements ont été de 11 136 t (contingents de 11 125 t). La PUE moyenne a diminué jusqu'à 45,8 kg/cl comparativement à 50,8 kg/cl en 1997. La PUE hebdomadaire a augmenté, passant de 39,0 kg/cl au cours de la première semaine à 51,8 kg/cl au cours de la cinquième semaine, pour diminuer graduellement jusqu'à 27,9 kg/cl à la neuvième semaine avant d'augmenter de nouveau jusqu'à 40,3 kg/cl à la onzième semaine pour ensuite diminuer à 27,5 kg/cl au cours de la dernière semaine de pêche (fig. 7). L'effort de pêche a été estimé à 243 339 casiers levés en 1998 comparativement à 303 286 casiers levés en 1997. Le taux d'exploitation en 1998 (35 %) est demeuré au même niveau que ceux observés depuis 1994 (tableau 2a).

PUE ajustées selon le temps d'immersion des casiers et effort de pêche estimé

Les distributions de l'effort de pêche par tranche de 24 heures d'immersion entre 1994 et 1998 (fig. 8) démontrent un temps d'immersion plus long des casiers à partir de 1997. De plus, une augmentation du temps moyen d'immersion des casiers à partir de 1997 a été observée (fig. 9). Depuis 1994, une diminution de la PUE moyenne annuelle corrigée a été observée comparativement à la PUE moyenne non-corrigée (fig. 10). La PUE moyenne annuelle corrigée semble donner un meilleur indice sur la diminution de la biomasse commerciale et du changement dans le comportement des pêcheurs. La séries sur les PUE corrigées indique une tendance à la baisse depuis 1994. Les PUE corrigées ont diminué de 1994 (48,7 kg/casier levé) à 1998 (30,4 kg/casier levé) (fig. 10). L'effort total de pêche corrigé correspondant a augmenté en 1995 (492 118 casiers levés) comparativement à 1994 (411 014 casiers levés). En 1996,

decreased to 365,873 trap hauls in 1998. The power curve of CPUE in relation with soak time (Fig. 11) revealed that CPUE increase as soak time increase until reaching a maximum (trap saturation). A better interpretation of fishermen's behavior and mean annual CPUE would be possible from fishermen's logbook data before 1994.

#### Area 18

The fishery in Area 18 was closed three times during the 1998 fishing season. The fishing season started on April 21 and was temporary closed for the first time on June 06. The fishery re-opened on July 02 and was closed for a second time on July 24. Finally, the fishery reopened on September 07 and closed for the end of the fishing season on September 25. Those closures were due to high percentage of soft-shelled crabs, low CPUE (Fig. 12) and poor quality of commercial crabs landed. The average CPUE in 1998 was 18.0 kg/th and has decreased by 70 % from 1994 (59.4 kg/th), which was at the highest level since 1988. The average CPUE (18.0 kg/th) in 1998 was at the lowest level since the beginning of the fishery. Landings (289 t) reached 70 % of the total quota set at 411 t. The fishing effort was estimated at 16,092 trap hauls in 1998 compared to 12,363 trap hauls in 1994.

#### Area 19

In Area 19, the 1998 fishery was opened on July 15 and all vessels caught their individual quotas by September 04, for a total landing of 1,988 t. The average CPUE remain the same in 1998 (63.7 kg/th) compared to 1997 (63.2 kg/th). The weekly CPUE has increased from 35.2 to 91.0 kg/th from the first week to the second week of the fishery. Then, it gradually decreased to 33.5 kg/th by week 5. After an

l'effort total de pêche a diminué à 378 524 casiers levés pour ensuite augmenté à 390 203 casiers levés en 1997 avant de diminuer en 1998 avec 365 873 casiers levés. La courbe exponentielle de la PUE selon le temps d'immersion (fig. 11) indique une augmentation des PUE avec l'augmentation du temps d'immersion pour atteindre un plateau (saturation du casier). Une meilleure interprétation du comportement des pêcheurs et des valeurs des PUE annuelles moyennes sera possible à partir des analyses des données des carnets de bord des pêcheurs pour les années avant 1994.

#### Zone 18

La pêche dans la zone 18 a été fermée à trois reprises durant la saison de pêche de 1998. La saison de pêche a débuté le 21 avril pour être fermée le 06 juin par une fermeture temporaire. Une ré-ouverture de la pêche a eu lieu le 02 juillet pour être fermée le 24 juillet avec une deuxième fermeture temporaire. Finalement, la pêche a été ré-ouverte le 07 septembre et a été fermée le 25 septembre pour le reste de la saison. Ces fermetures ont été effectuées à cause des pourcentages élevés de crabes à carapace molle dans les casiers, des faibles PUE (fig. 12) et de la pauvre qualité commerciale des crabes débarqués. La PUE moyenne en 1998 a été de 18,0 kg/cl, une diminution de 70 % par rapport au niveau de 1994 (59,4 kg/cl), qui représente la valeur de la PUE la plus élevée depuis 1988. La PUE moyenne (18,0 kg/cl) a été à son plus faible niveau depuis le début de cette pêcherie. Les débarquements ont été de 289 t, soit 70 % du contingent (contingent de 411 t). L'effort de pêche a été estimé à 16 092 casiers levés en 1998 comparativement à 12 363 en 1994.

#### Zone 19

Dans la zone 19, la pêche a été ouverte le 15 juillet et le 04 septembre, tous les bateaux avaient capturé leur contingent individuel. Les débarquements ont été de 1 988 t en 1998. La PUE moyenne est demeurée au même niveau en 1998 (63,7 kg/cl) comparativement à 1997 (63,2 kg/cl). La PUE hebdomadaire a augmenté, passant de 35,2 kg/cl à la première semaine jusqu'à 91,0 kg/cl au cours de la

increase to 38.9 kg/th in week 6, the weekly CPUE has gradually decreased to 30.0 kg/th by the last fishing week (Fig. 13). The fishing effort was estimated at 31,232 trap hauls in 1998 compared to 21,930 trap hauls in 1997. The exploitation rate remains at 63 % in 1998 compared to the 1997 fishing season (Table 2a).

deuxième semaine de pêche et a diminué jusqu'à 33.5 kg/cl à la cinquième semaine avant de augmenter à 38,9 kg/cl à la sixième semaine et de diminuer jusqu'à 30,2 kg/cl à la dernière semaine de pêche (fig. 13). L'effort de pêche a été estimé à 31 232 casiers levés en 1998 comparativement à 21 930 en 1997. Le taux d'exploitation en 1998 (63 %) est demeuré au même niveau que celui de la saison de pêche de 1997 (tableau 2a).

#### Zone E

In Zone E, the 1998 fishery started on May 22 and quota was caught by July 16. The total landing was 161.0 t (quota of 163.0 t). Total fishing effort was estimated at 5,624 trap hauls which represents an average CPUE of 28.6 kg/th. The average CPUE in 1998 (28.6 kg/th) represent a 52.6 % decrease compared to 1996 (60.3 kg/th). The weekly CPUE within Zone E varied between 23.3 and 56.5 kg/th in weeks 5 and 3, respectively (Fig. 14). The fishing effort was concentrated in the southeastern part of the zone adjacent to Area 12 (Fig. 4).

#### Zone E

Dans la zone E, la pêche a commencé le 22 mai et les participants avaient capturés leurs contingents le 16 juillet. Le total des débarquements a été de 161,0 t (contingent de 163,0 t). L'effort de pêche total a été estimé à 5 624 casiers levés ce qui représente une moyenne de PUE de 28,6 kg/cl. La PUE moyenne en 1998 (28,6 kg/cl) a diminué de 52,6 % par rapport au niveau de 1996 (60,3 kg/cl). La PUE hebdomadaire dans la zone E a varié entre 23,3 kg/cl à la cinquième semaine et 56,5 kg/cl à la troisième semaine de pêche (fig. 14). L'effort de pêche a été concentré dans la partie sud-est de la zone adjacente à la zone 12 (fig. 4).

#### Zone F

In Zone F, the 1998 season started on May 17 and the quota was caught by August 20. The total landing was 290.0 t (quota of 288.0 t). Total fishing effort was 6,035 trap hauls which represents an average CPUE of 48.1 kg/th. The average CPUE in 1998 (48.1 kg/th) represent a 43 % increase compared to 1995 (27.4 kg/th). The weekly CPUE within Zone F varied between 31.3 and 57.3 kg/th in weeks 8 and 5, respectively (Fig. 15). The 1998 fishing effort (6,035 trap hauls) has decreased compared to 1995 (11,561 trap hauls). The pattern of the seasonal effort concentration showed that fishing effort was concentrated in two distinct areas. Fishermen from the Magdalen Islands mainly exploited the northwestern area adjacent to Area 12 and three fishermen from Nova Scotia fished in the southeastern area adjacent to the northern boundary of Area 19.

#### Zone F

Dans la zone F, la saison a commencé le 17 mai et le 20 août tous les bateaux avaient capturé leur contingent. Le total des débarquements a été de 290,0 t (contingent de 288,0 t). L'effort de pêche total a été de 6 035 casiers levés, ce qui représente une PUE moyenne de 48,1 kg/cl. En 1998, la PUE moyenne (48,1 kg/cl) a augmenté de 43,0 % par rapport au niveau de 1995 (27,4 kg/cl). La PUE hebdomadaire (fig. 15) dans la zone F a varié entre 31,3 kg/cl (semaine 8) et 57,3 kg/cl (semaine 5). L'effort de pêche (6 035 casiers levés) en 1998 a diminué par rapport à celui de 1995 (11 561 casiers levés). Les tendances de la distribution saisonnière de l'effort démontrent que les pêcheurs ont axé leurs efforts sur deux régions distinctes. Les pêcheurs des îles-de-la-Madeleine ont exploité principalement la partie nord-ouest adjacente à la zone 12 et les trois pêcheurs de la Nouvelle-Écosse ont pêché dans la partie sud-est adjacente à la limite nord de la zone 19.

### Sea sampling (Table 2b)

A total of 1,847 traps was sampled at sea, corresponding to 0.6 % of the total number of trap haul, and 70,701 males were measured. Sea sampling provided a good cover of the main fishing ground in the southern Gulf of St. Lawrence in 1998 (Fig. 1).

#### Area 12

In Area 12, a total of 1,404 traps was sampled at sea, corresponding to 0.6 % of the total number of trap haul; 53,664 males were measured. The weekly percentage of soft-shelled crabs varied from 1.8 % during the second week to 21.8 % during the last week of the fishery (Fig. 7). The average percentage of soft-shelled crabs was 2.8 % for the 1998 fishing season compared to 5.0 % in 1997. The seasonal average percentage of skip molters measured by observers in the commercial catches was 6.6 %, from which 5.6 % were legal size. The percentage of hard-shell adult males  $\geq 95$  mm CW was 83.4 %. The catch composition (%) during sea sampling was as follows:

### Échantillonnage en mer (tableau 2b)

Un total de 1 847 casiers, correspondant à 0,6 % du nombre total de casiers levés, ont été échantillonnés en mer; 70 701 mâles ont été mesurés. L'échantillonnage couvrait assez bien les principales zones de pêche du sud du golfe du Saint-Laurent en 1998 (fig. 1).

#### Zone 12

Dans la zone 12, un total de 1 404 casiers ont été échantillonnés en mer, ce qui correspond à 0,6 % du nombre total de casiers levés; 53 664 mâles ont été mesurés. Le pourcentage hebdomadaire de crabes à carapace molle a varié entre 1,8 % pendant la deuxième semaine et 21,8 % pendant la dernière semaine de pêche (fig. 7). Le pourcentage moyen de crabes à carapace molle a été de 2,8 % pour la saison de pêche de 1998 comparativement à 5,0 % en 1997. Le pourcentage moyen saisonnier de crabes ayant sauté une mue, mesuré par les observateurs, a été de 6,6 %, dont 5,6 % étaient de taille légale. Le pourcentage de mâles adultes à carapace dure  $\geq 95$  mm LC a été de 83,4 %. La composition des prises (%) pendant l'échantillonnage en mer a été la suivante:

	Soft-shelled crabs Crabes mous			Hard-shelled crabs Crabes durs			Total		
	S	L	Tot	S	L	Tot	S	L	Tot
Legal size\ Taille légale	0.8	2.2	3.0	5.6	83.4	89.0	6.4	85.6	92.0
Sublegal size\ Taille non-légale	0.4	0.5	0.9	1.0	6.1	7.1	1.4	6.6	8.0
Total	1.2	2.7	3.9	6.6	89.5	96.1	9.6	90.4	100.0

S: adolescent, L: adult, Tot: total\ S : adolescent, L : adulte, Tot : total

Compared to 1997, the commercial catch of older crabs (categories 4 and 5) has slightly increased while the catch of new crabs (categories 1 and 2) has decrease in 1998. The overall composition (%) of carapace conditions for commercial size adult males in Area 12 from sea samples collected since 1994 was as follows:

La capture de vieux crabes (catégories 4 et 5) a légèrement augmenté et une diminution des nouveaux crabes (catégories 1 et 2) ont été observées dans les prises commerciales en 1998 comparativement à 1997. La composition globale (%), selon la condition de la carapace des mâles adultes de taille commerciale dans la zone 12, d'après les échantillons recueillis depuis 1994 a été la suivante:

Carapace conditions\Conditions de carapace	1994	1995	1996	1997	1998
1	1.2	0.7	3.6	2.6	1.9
2	3.8	4.9	8.6	6.5	2.4
3	49.9	49.7	45.5	48.1	49.8
4	35.2	32.5	35.6	34.9	36.7
5	9.9	12.2	6.7	7.9	9.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

### Area 18

In Area 18, a total of 112 traps was sampled (0.7 % coverage) and 3,896 males were measured. The weekly percentage of soft-shelled crabs varied from 5.3 % during the last week to 36.0 % during the fifth week of the season (Fig. 12). The average percentage of soft-shelled crabs was 17.1 % for the 1998 fishing season compared to 13.0 % in 1997. The seasonal average percentage of skip molters was 8.9 %. The percentage of hard-shelled adult males  $\geq$  95 mm CW was 53.1 %. The mean percentage of hard-shell adult crabs in sublegal size was 24.6 %. The catch composition (%) during sea sampling was as follows:

### Zone 18

Dans la zone 18, un total de 112 casiers ont été échantillonnés (couverture de 0,7 %) et 3 896 mâles ont été mesurés. Le pourcentage hebdomadaire de crabes à carapace molle a varié entre 5,3 % pendant la dernière semaine et 36,0 % pendant la cinquième semaine de pêche (fig. 12). Le pourcentage moyen de crabes à carapace molle a été de 17,1 % pour la saison de pêche de 1998 comparativement à 13,0 % en 1997. Le pourcentage moyen saisonnier de crabes ayant sauté une mue a été de 8,9 %. Le pourcentage de mâles adultes à carapace dure  $\geq$  95 mm LC a été de 53,1 %. Le pourcentage moyen de crabes adultes de taille non-légale à carapace dure a été de 24,6 %. La composition des prises (%) pendant l'échantillonnage en mer a été la suivante :

	Soft-shelled crabs Crabes mous			Hard-shelled crabs Crabes durs			Total		
	S	L	Tot	S	L	Tot	S	L	Tot
	2.6	10.4	13.0	6.9	53.1	60.0	9.5	63.5	73.0
Legal size\ Taille légale	0.3	0.1	0.4	2.0	24.6	26.6	2.3	24.7	27.0
Sublegal size\ Taille non-légale	2.9	10.5	13.4	8.9	77.7	86.6	11.8	88.2	100.0

S: adolescent, L: adult, Tot: total\ S : adolescent, L : adulte, Tot : total

The overall composition of carapace conditions for adult males  $\geq$  95 mm CW in Area 18 from sea samples collected since 1994 was as follows:

La composition globale selon la condition de la carapace des mâles adultes  $\geq$  95 mm LC dans la zone 18, d'après les échantillons recueillis en mer depuis 1994 a été la suivante :

Carapace conditions\Conditions de carapace	1994	1995	1996	1997	1998
1	4.9	10.8	7.6	1.2	6.6
2	0.8	0.1	2.2	17.9	12.2
3	45.5	24.9	54.2	53.1	54.2
4	47.3	61.6	30.0	21.8	23.8
5	1.5	2.6	6.0	5.8	3.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

#### Area 19

In Area 19, at-sea sampling was carried out during the first eight weeks of the season. A total of 203 traps was sampled and 8,050 males were measured. The weekly percentage of soft-shelled crabs varied from 6.6 % in the second week to 24.3 % in the last week of the fishery (Fig. 13). The average percentage of soft-shelled crabs was 11.2 % for the 1998 fishing season, which is comparable to 1997 (11.1 %). The seasonal average percentage of skip molters was 6.4 %, of which 4.5 % were legal size. The percentage of hard-shell adult males  $\geq$  95 mm CW was 70.8 %. The catch composition (%) during sea sampling was as follows:

#### Zone 19

Dans la zone 19, l'échantillonnage en mer a été effectué au cours des huit premières semaines de pêche. Au total, 203 casiers ont été échantillonés et 8 050 mâles ont été mesurés. Le pourcentage hebdomadaire de crabes à carapace molle a varié entre 6,6 % pendant la deuxième semaine et 24,3 % pendant la dernière semaine de pêche (fig. 13). Le pourcentage moyen de crabes à carapace molle a été de 11,2 % pour la saison de pêche de 1998, ce qui est comparable au niveau de 1997 (11,1 %). Le pourcentage moyen saisonnier de crabes ayant sauté une mue a été de 6,4 % dont 4,5 % étaient de taille légale. Le pourcentage de mâles adultes à carapace dure  $\geq$  95 mm LC a été de 70,8 %. La composition des prises (%) pendant l'échantillonnage en mer a été la suivante :

	Soft-shelled crabs Crabes mous			Hard-shelled crabs Crabes durs			Total		
	S	L	Tot	S	L	Tot	S	L	Tot
	1.3	8.9	10.2	4.5	70.8	75.3	5.8	79.7	85.5
Legal size\ Taille légale	0.4	0.2	0.6	1.9	12.0	13.9	2.3	12.2	14.5
Sublegal size\ Taille non-légale	1.7	9.1	10.8	6.4	82.8	89.2	8.1	91.9	100.0

S: adolescent, L: adult, Tot: total\ S : adolescent, L : adulte, Tot : total

The percentage of older crab (categories 4 and 5) increased and the percentage of new crabs (categories 1 and 2) slightly decreased in the commercial catch compared to the 1997 season. The overall composition of carapace conditions for adult males  $\geq$  95 mm CW in Area 19 from sea samples collected since 1994 was as follows:

Le pourcentage de vieux crabes (catégorie 4 et 5) a augmenté et le pourcentage de nouveaux crabes (catégories 1 et 2) a quelque peu diminué dans les prises commerciales comparativement à la saison de 1997. La composition globale selon la condition de la carapace des mâles adultes  $\geq$  95 mm LC dans la zone 19, d'après les échantillons recueillis en mer depuis 1994 a été la suivante :

Carapace conditions\ Conditions de carapace	1994	1995	1996	1997	1998
1	4.9	3.4	6.1	2.8	0.6
2	0.4	0.9	7.7	15.5	13.7
3	27.2	52.3	42.4	52.4	44.1
4	57.6	42.8	38.4	26.7	40.7
5	9.9	0.6	5.4	2.6	0.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

#### Zone E

In Zone E, a total of 40 traps were sampled and 1,571 males were measured. The weekly percentage of soft-shelled crabs varied from 0.9 % in the seventh week to 4.0 % in the first week of the fishery (Fig. 14). The average percentage of soft-shelled crabs was 2.9 % for the 1998 fishing season compared to 4.3 % in 1997. The seasonal average percentage of skip molters was 4.9 %, of which 3.4 % were legal sizes. The percentage of hard-shell adult males  $\geq 95$  mm CW was 78.4 %. The catch composition (%) during sea sampling was as follow:

#### Zone E

Dans la zone E, un total de 40 casiers ont été échantillonnés et 1 571 mâles ont été mesurés. Le pourcentage hebdomadaire de crabes à carapace molle a varié entre 0,9 % au cours de la septième semaine et 4,0 % pendant la première semaine de pêche (fig. 14). Le pourcentage moyen de crabes à carapace molle a été de 2,9 % pour la saison de pêche de 1998 comparativement à 4,3 % en 1997. Le pourcentage moyen saisonnier de crabes ayant sauté une mue a été de 4,9 %, dont 3,4 % étaient de taille légale. Le pourcentage de mâles adultes à carapace dure  $\geq 95$  mm LC a été de 78,4 %. La composition des prises (%) pendant l'échantillonnage en mer a été la suivante :

	Soft-shelled crabs Crabes mous			Hard-shelled crabs Crabes durs			Total		
	S	L	Tot	S	L	Tot	S	L	Tot
	0.7	1.5	2.2	3.4	78.4	81.8	4.1	79.9	84.0
Legal size\ Taille légale	1.0	1.0	2.0	1.5	12.5	14.0	2.5	13.5	16.0
Sublegal size\ Taille non-légale	1.7	2.5	4.2	4.9	90.9	95.8	6.6	93.4	100.0

S: adolescent, L: adult, Tot: total\ S : adolescent, L : adulte, Tot : total

The percentage of older crab (categories 4 and 5) increased during the 1998 season (47.4 %) compared to 1997 (26.7 %). The percentage of new crab (categories 1 and 2) decreased in 1998 (9.8 %) compared to 1997 (14.2 %). The overall composition of carapace conditions for adult males  $\geq 95$  mm CW in Zone E from sea samples collected in 1995, 1996, 1997 and 1998 was as follows:

Le pourcentage de vieux crabes (catégories 4 et 5) a augmenté au cours de la saison de 1998 (47,4 %) comparativement à 1997 (26,7 %). Le pourcentage de nouveaux crabes a diminué en 1998 (9,8 %) comparativement à 1997 (14,2 %). La composition globale selon la condition de la carapace des mâles adultes  $\geq 95$  mm LC dans la zone E, d'après les échantillons recueillis en mer en 1995, 1996, 1997 et 1998 a été la suivante :

Carapace conditions\ Conditions de carapace	1995	1996	1997	1998
1	0.2	0.1	1.4	1.0
2	0.5	4.9	12.8	8.8
3	69.4	82.8	59.0	42.8
4	28.2	12.0	24.2	38.6
5	1.7	0.2	2.5	8.8
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

#### Zone F

In Zone F, a total of 88 traps were sampled and 3,520 males were measured. The weekly percentage of soft-shelled crabs varied from 0 % in the fifth week to 1.9 % in the fourth week of the fishery (Fig. 15). The average percentage of soft-shelled crabs was 1.1 % for the 1998 fishing season compared to 5.3 % in 1996. The seasonal average percentage of adolescent males was 7.1 %. The seasonal average percentage of skip molters was 6.5 % of which 4.3 % were legal size. The percentage of hard-shelled adult males  $\geq 95$  mm CW was 72.3 %. The overall catch composition (%) based on at-sea sampling was as follows:

#### Zone F

Dans la zone F, un total de 88 casiers ont été échantillonnés et 3 520 mâles ont été mesurés. Le pourcentage hebdomadaire de crabes à carapace molle a varié entre 0 % au cours de la cinquième semaine et 1,9 % pendant la quatrième semaine de pêche (fig. 15). Le pourcentage moyen de crabes à carapace molle a été de 1,1 % en 1998 comparativement à 5,3 % en 1996. Le pourcentage moyen saisonnier des mâles adolescents a été de 7,1 %. Le pourcentage moyen saisonnier des crabes ayant sauté une mue a été de 6,5 %, dont 4,3 % étaient de taille légale. Le pourcentage de mâles adultes à carapace dure  $\geq 95$  mm LC a été de 72,3 %. La composition générale des prises (%) basée sur l'échantillonnage en mer a été la suivante:

	Soft-shelled crabs Crabes mous			Hard-shelled crabs Crabes durs			Total		
	S	L	Tot	S	L	Tot	S	L	Tot
Legal size\ Taille légale	0.2	0.4	0.6	4.3	72.3	76.6	4.5	72.7	77.2
Sublegal size\ Taille non-légale	0.4	0.5	0.9	2.2	19.7	21.9	2.6	20.2	22.8
Total	0.6	0.9	1.5	6.5	92.0	98.5	7.1	92.9	100.0

S: adolescent, L: adult, Tot: total\ S : adolescent, L : adulte, Tot : total

The percentage of crab with carapace conditions # 3 increased in 1998 (68.4 %) compared to the 1997 season (51.1 %). The percentage of older crab (categories 4 and 5) decreased in 1998 (25.9 %) compared to the 1997 season (33.1 %). The overall composition of carapace conditions for adult males  $\geq 95$  mm CW in Zone F from sea sampling collected since 1995 was as follows:

Le pourcentage de crabes dont la condition de la carapace correspondait à la catégorie 3 a augmenté en 1998 (68,4 %) comparativement à la saison de 1997 (51,1 %). Le pourcentage de vieux crabes (catégories 4 et 5) a diminué en 1998 (25,9 %) comparativement à la saison de 1997 (33,1 %). La composition globale selon la condition de la carapace des mâles adultes  $\geq 95$  mm LC dans la zone F, à partir des échantillons recueillis en mer depuis 1995 a été la suivante:

Carapace conditions\ Conditions de carapace	1995	1996	1997	1998
1	8.5	1.7	0.4	0.4
2	2.5	16.7	15.4	5.3
3	55.1	64.4	51.1	68.4
4	31.9	16.5	31.8	24.6
5	2.0	0.7	1.3	1.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

#### Biomass estimation (Table 3)

#### Areas 12 and 19

The exploitable biomass (B) in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12 and 19) for the 1999 season was estimated at  $31,345 \text{ t} \pm 6,639 \text{ t}$ . A continuous decrease of the exploitable biomass has been observed since 1994.

The recruitment to the fishery (R) was estimated at  $17,116 \text{ t} \pm 5,387 \text{ t}$ . The remaining biomass (RB) has decreased since 1995-96 (approximately 35,000 t) to  $14,321 \text{ t} \pm 2,994 \text{ t}$  after the 1998 fishery. The biomass of very old crabs (carapace condition 5) was estimated at  $2,242 \text{ t} \pm 735 \text{ t}$  after the 1997 fishing season and we assume that 100 % of this biomass will not be exploitable for the 1999 fishing season.

#### Area 12

The exploitable biomass (B) for the 1999 fishing season was estimated at  $28,193 \text{ t} \pm 8,238 \text{ t}$ . Since 1994, a decrease in the exploitable biomass has been observed (Table 3). The remaining biomass (RB) has decreased in 1998 ( $13,028 \text{ t} \pm 2,545 \text{ t}$ ) compared to 1997 ( $15,171 \text{ t}$ ).

The recruitment to the fishery (R) for the 1999 fishing season was estimated at  $15,215 \text{ t} \pm 4,295 \text{ t}$ . The biomass of very old crab was estimated at  $2,204 \text{ t} \pm 610 \text{ t}$  in the fall 1998 and 100 % of that biomass is assumed to be no longer available to the 1999 fishery.

#### Estimation de la biomasse (tableau 3)

#### Zones 12 et 19

La biomasse exploitiable (B) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12 et 19) pour la saison de 1999 a été estimée à  $31\ 345 \text{ t} \pm 6\ 639 \text{ t}$ . Une diminution continue de la biomasse exploitiable est observée depuis 1994.

Le recrutement à la pêcherie (R) a été estimé à  $17\ 116 \text{ t} \pm 5\ 387 \text{ t}$ . La biomasse résiduelle a diminué depuis 1995-96 (environ 35 000 t) à  $14\ 321 \text{ t} \pm 2\ 994 \text{ t}$  après la pêche de 1998. La biomasse de très vieux crabes (condition de la carapace 5) après la saison de pêche de 1998 a été estimé à  $2\ 242 \text{ t} \pm 735 \text{ t}$  et on suppose que 100 % de cette biomasse ne sera pas exploitabile pour la saison de pêche de 1999.

#### Zone 12

La biomasse exploitiable (B) pour la saison de pêche de 1999 a été estimée à  $28\ 193 \text{ t} \pm 8\ 238 \text{ t}$ . Depuis 1994, une diminution de la biomasse exploitiable a été observée (tableau 3). La biomasse résiduelle (BR) a diminué en 1998 ( $13\ 028 \text{ t} \pm 2\ 545 \text{ t}$ ) comparativement à 1997 ( $15\ 171 \text{ t}$ ).

Le recrutement annuel à la pêcherie (R) pour la saison de pêche de 1999 a été estimé à  $15\ 215 \text{ t} \pm 4\ 295 \text{ t}$ . La biomasse de très vieux crabes a été estimée à  $2\ 204 \text{ t} \pm 610 \text{ t}$  à l'automne 1998 et on suppose que 100 % de cette biomasse ne sera plus exploitabile en 1999.

#### Area 18

The initial biomass (B) estimation by Leslie analysis (Fig. 16) was not amenable.

#### Zone 18

L'estimation de la biomasse initiale (B) calculés à partir de l'analyse de Leslie (fig. 16), n'a pas été possible.

#### Area 19

The exploitable biomass (B) for the 1999 fishing season was estimated at  $3,152 \text{ t} \pm 1,091 \text{ t}$ , which is comparable to the 1998 estimates ( $3,160 \text{ t} \pm 749 \text{ t}$ ). The main concentration of exploitable crab was observed in the central and northern part of Area 19 at the time of the 1998 survey. The remaining biomass (RB) after the 1998 fishing season was  $1,295 \text{ t} \pm 449 \text{ t}$ , which is comparable to the previous year ( $1,208 \text{ t} \pm 282 \text{ t}$ ). The recruitment to the fishery (R) was estimated to be  $1,901 \text{ t} \pm 1,092 \text{ t}$ , i.e. 60.3 % of the biomass available for 1999. The biomass of very old crab after the 1998 fishing season was  $38 \text{ t} \pm 125 \text{ t}$ .

#### Zone 19

La biomasse exploitables (B) pour la saison de pêche de 1999 a été estimée à  $3\ 152 \text{ t} \pm 1\ 091 \text{ t}$ , soit au même niveau que celle de 1997 ( $3\ 160 \text{ t} \pm 749 \text{ t}$ ). La principale concentration de crabes exploitables a été observée dans la partie centrale et au nord de la zone 19 au moment du relevé de 1998. La biomasse résiduelle (BR) après la saison de pêche de 1998 a été de  $1\ 295 \text{ t} \pm 449 \text{ t}$ , ce qui est comparable à l'année précédente ( $1\ 208 \text{ t} \pm 282 \text{ t}$ ). La biomasse du recrutement annuel à la pêcherie (R) a été estimée à  $1\ 901 \text{ t} \pm 1\ 092 \text{ t}$ , c.-à-d. 60,3 % de la biomasse disponible pour 1999. La biomasse résiduelle de très vieux crabes a été estimé à  $38 \text{ t} \pm 125 \text{ t}$  après la saison de pêche de 1998.

#### Zone E

The exploitable biomass (B) for the 1999 fishing season was estimated at  $218 \text{ t} \pm 273 \text{ t}$ . The recruitment to the fishery (R) was estimated at  $38 \text{ t} \pm 50 \text{ t}$ . The results of the 1998 trawl survey show a trough in the abundance of pre-recruits (total R-2) and an increase in abundance of pre-recruits (R-3).

#### Zone E

La biomasse exploitables (B) pour la saison de 1999 a été estimée à  $218 \text{ t} \pm 273 \text{ t}$ . Le recrutement à la pêcherie (R) a été estimé à  $38 \text{ t} \pm 50 \text{ t}$ . Les résultats du relevé au chalut effectué dans la zone E en 1998 indiquent un creux au niveau de l'abondance des pré-recrues (R-2 total) et une augmentation des pré-recrues (R-3).

#### Zone F

The exploitable biomass (B) for the 1999 season was estimated at  $973 \text{ t} \pm 963 \text{ t}$ . The recruitment to the fishery (R) was estimated at  $405 \text{ t} \pm 519 \text{ t}$ . The results of the 1998 trawl survey in Zone F show also a slightly increase in the abundance of pre-recruits (R-3 and total R-2).

#### Zone F

La biomasse exploitables (B) pour la saison de 1999 a été estimé à  $973 \text{ t} \pm 963 \text{ t}$ . Le recrutement à la pêcherie (R) a été estimée à  $405 \text{ t} \pm 519 \text{ t}$ . Les résultats du relevé au chalut effectué dans cette zone en 1998 indiquent une légère augmentation de l'abondance des pré-recrues (R-3 et R-2 total).

### Size distributions

#### Area 12

Data on size distributions for Area 12 (Fig. 17) are available since 1988, which represents well the recruitment process in this area. The adolescent males were observed in the 1988 trawl survey as three distinct modes (27.5, 39.5 and 51.5 mm CW), which correspond to instars VII, VIII and IX (Sainte-Marie et al. 1995). Therefore these instars should have recruited in the period 1982-1985 as the estimated age at molt of these instars are 3.3, 4.3 and 5.7 years respectively (Sainte-Marie et al. 1995). Based on the succession of modes from instar IX to X (65.0 mm CW) and XI (81.5 mm CW), we can assume that instars VII-IX observed in 1988 reached the commercial size between 1991 and 1993. The succession of modes was not clearly detectable after instar XI, which may due to a higher occurrence of adult and/or skip molters older than instar X (Comeau and Conan 1992). The group of adolescent males in instars VI (mode at 21.5 mm CW) and VII (mode at 27.5 mm CW) observed in the 1994 survey, may enter the fishery in a minimum of 5-6 years, i.e. 1999 - 2000 based on the growth pattern reported by Sainte-Marie et al. (1995). The scarcity of crab smaller than instar VII observed between 1990 and 1993 indicate the existence of a recruitment trough, which may reduce the recruitment to the fishery between 1995 and 1999. In 1997, a strong wave of small crabs between instar VI and instar X was observed. However, a decrease of instar XI could decrease the recruitment to the fishery (R) in 1999. From the 1998 trawl survey, a strong wave of small crabs between instar VI and instar XI was observed. The increase of instars X and XI could increase the recruitment to the fishery (R) starting in 2001.

### Répartition selon la taille

#### Zone 12

Les données sur la répartition selon la taille pour la zone 12 (fig. 17) sont disponibles depuis 1988, et illustrent bien le processus de recrutement dans cette zone. Les crabes mâles adolescents observée au cours du relevé au chalut de 1988 indiquait trois modes distincts (27,5, 39,5 et 51,5 mm LC), qui correspondent aux stades VII, VIII et IX (Sainte-Marie et al., 1995). Par conséquent, ces stades devraient avoir été recrutés dans la population exploitable au cours de la période de 1982-1985, puisque l'âge approximatif à la mue de ces stades est de 3,3, 4,3 et 5,7 ans, respectivement (Sainte-Marie et al., 1995). D'après la succession des modes des stades IX, X (65,0 mm LC) et XI (81,5 mm LC), on peut supposer que les stades VII à IX observés en 1988 ont atteint la taille commerciale entre 1991 et 1993. La succession des modes n'a pu être décelée avec précision après le stade XI, ce qui pourrait être attribuable à une incidence plus forte d'adultes et/ou de crabes ayant sauté une mue, plus âgés que les stades X (Comeau and Conan 1992). Le groupe de mâles adolescents (moins de 30 mm LC), soit les stades VI (21,5 mm LC) et VII (27,5 mm LC), observés au cours du relevé de 1994, pourrait accéder à la population exploitable en un minimum de cinq à six ans, c.-à-d. vers 2000-2001, d'après les profils de croissance rapportés par Sainte-Marie et al. (1995). Le peu d'abondance des crabes de taille inférieure au stade VII observés entre 1990 et 1993 révèle l'existence d'un creux dans le recrutement, ce qui pourrait réduire le recrutement à la population exploitable pendant la période de 1995 à 1999. En 1997, une forte vague de petits crabes du stade VI jusqu'au stade X a été observée. Par contre, une diminution des stades XI pourrait faire diminuer le recrutement à la pêcherie (R) en 1999. Selon le relevé de 1998, une forte vague de petits crabes à partir du stade VI jusqu'au stade XI a été observée. L'augmentation des crabes adolescents appartenant aux stades X et XI pourrait augmenter le niveau de recrutement à la pêcherie (R) à partir de 2001.

#### Area 18

Few crabs in instar VI was observed in 1991 (Fig. 18), which continuously grew to larger size classes and reached legal size in 1996. Although new recruits to the exploitable biomass were observed in the 1996 season, the majority of adolescent males did not go through the terminal molt, which resulted in a high abundance of adolescent males larger than 95 mm CW. In 1996, instars VI and VII were again observed. Since 1997, no trawl survey has been done in that zone to follow the fluctuations of pre-recruits.

#### Zone 18

Quelques crabes du stade VI ont été observés en 1991 (fig. 18). Ces pré-recrues ont continué de grandir pour atteindre la taille commerciale en 1996. Bien que les nouvelles recrues de la biomasse exploitables aient été signalées au cours de la saison de 1996, la plupart des mâles adolescents n'ont pas atteint la phase de la mue terminale, ce qui a entraîné une forte abondance de mâles adolescents de plus de 95 mm LC. En 1996, de nouvelles pré-recrues des stades VI et VII ont été observées à nouveau. Depuis 1997, aucun relevé au chalut n'a été effectué dans cette zone pour permettre de suivre les fluctuations des pré-recrues.

#### Area 19

Data on size distributions for Area 19 (Fig. 19) are available since 1990. In this area, although instars VI and VII were present since 1990, the progression of modes was only observed after 1993. In 1996, six modes (21.5 mm CW, 30.5 mm CW, 42.5 mm CW, 60.5 mm CW, 77.5 mm CW and 93.5 mm CW) of adolescent males were observed. The abundance of these males in 1998 was at the highest level since 1990. In 1997, a group of adolescent crabs  $\geq$  56 mm composed of instars IX, X, and XI was observed. A slight decrease of adolescent crabs in instars X and XI was observed in the 1998 trawl survey. The reduction of pre-recruits could decrease the recruitment to the fishery (R) in 2000-2001, if no recruitment is coming from outside the Area.

#### Zone 19

Les données sur la répartition selon la taille pour la zone 19 (fig. 19) sont disponibles depuis 1990. Dans cette zone, bien que les crabes de stades VI et VII aient été présents depuis 1990, la progression des groupes a été observée après 1993. En 1996, six groupes (21,5 mm LC, 30,5 mm LC, 42,5 mm LC, 60,5 mm LC, 77,5 mm LC) de mâles adolescents ont été notés. L'abondance de ces mâles en 1998 a été à son plus haut niveau depuis 1990. En 1997, les groupes de crabes adolescents de tailles  $\geq$  56 mm composés des stades IX, X et XI ont été observés. Une légère diminution des crabes adolescents des stades X et XI a été observée au relevé de 1998. Cette diminution des pré-recrues pourrait diminuer le recrutement à la pêcherie (R) en 2000-2001 si aucun recrutement provenant de l'extérieur de la zone n'est observée.

#### Zone E

Data on size distribution for Zone E (Fig. 20) are only available for 1997. Small crabs from instar VI (20 mm) to instar IX (50 mm) have been observed from the 1997 and 1998 trawl surveys. However, a trough in the abundance of adolescents of instar X and XI could indicate a reduced recruitment to the fishery (R) within the zone for the coming years.

#### Zone E

Les données sur la répartition selon la taille pour la zone E (fig. 20) ne sont disponibles que depuis 1997. Des petits crabes du stade VI (20 mm) jusqu'au stade IX (50 mm) ont été observés lors du relevé de 1997 et 1998. Par contre, un creux de l'abondance des adolescents des stades X et XI pourrait faire diminuer le recrutement à la pêcherie (R) pour les prochaines années.

## Zone F

For Zone F, data on size distribution (Fig. 21) are available since 1997. Instars IX and X (50 mm and 65 mm) were present in the 1997 trawl survey. However, a slight increase in the abundance of adolescents larger than instar X was observed in the 1998 trawl survey, and could increase the future recruitment to the fishery (R).

## Zone F

Dans la zone F, les données sur la répartition selon la taille (fig. 21) ne sont disponibles que depuis 1997. On a observé la présence d'adolescents aux stades IX et X (50 mm et 65 mm) au relevé de 1997. Au relevé de 1998, une légère augmentation dans l'abondance des adolescents plus grands que le stade X est observé et pourrait faire augmenter le recrutement futur à la pêcherie (R).

## DISCUSSION

### 1. Prognosis

#### Area 12:

##### CPUE and soft-shelled crabs:

CPUE are generally used with caution because; 1) fishermen are provided with maps of crab concentrations before the opening of their fishery and 2) CPUE are affected by socio-economic factors (Anonymous 1999; Hébert et al. 1997a). In addition, since the introduction of the soft-shelled crab protocol in 1997, the catch rates had increased due to the movement of fishing effort into locations of higher concentrations of hard-shelled crabs. This protocol demand fishermen to move out from locations where the percentage of soft-shelled crabs exceeded 20 % during the fishing season.

The mean annual CPUE for 1998 (45.8 kg/th) has decreased compared to the previous fishing season (50.8 kg/th). The percentage of soft-shelled crabs decreased from 5.0 % in 1997 to 2.8 % in 1998. However, we think that this percentage should have been higher in 1998 due to the daily monitoring of soft-shelled crab protocol introduced for the 1998 fishery. Fishermen were asked to move out from locations where the percentage of soft-shelled crabs exceeded 20 % during the fishing season. This had the effect of: 1) decreasing the fishing effort in locations of high concentration of soft-shelled crabs and thus, minimized the catch of these crabs and 2) increasing the CPUE by moving the effort in

## DISCUSSION

### 1. Pronostique

#### Zone 12:

##### PUE et crabes à carapace molle:

Les PUE sont généralement utilisés avec prudence parce que; 1) des cartes de concentrations de crabes sont fournies aux pêcheurs avant l'ouverture de la pêche; et 2) les PUE sont influencés par des facteurs socio-économiques (Anonymes 1999, Hébert et al. 1997a). L'application du protocole de crabes à carapace molle introduit depuis 1997 en demandant aux pêcheurs de sortir sur une base volontaire des endroits où le pourcentage de crabes à carapace molle dépassait 20 % a eu pour effet d'augmenter les taux de captures en déplaçant l'effort dans des endroits à plus hautes concentrations de crabes à carapace dure.

La PUE moyenne annuelle en 1998 (45,8 kg/cl) a diminué comparativement à celle de la pêche de 1997 (50,8 kg/cl). Le pourcentage de crabes à carapace molle a diminué, passant de 5,0 % en 1997 à 2,8 % en 1998. Cependant, nous pensons que le pourcentage de crabe à carapace molle aurait dû être plus élevé en 1998. L'application du protocole de suivi journalier du crabe à carapace molle pour la pêche de 1998, demandant aux pêcheurs de sortir sur une base volontaire des endroits où le pourcentage de crabe à carapace molle dépassait 20 % au cours de la saison de pêche, a eu pour effet: 1) de diminuer l'effort de pêche dans les endroits de hautes concentrations de crabes à carapace

locations of higher concentration of hard-shelled crabs (Fig. 22). The application of this protocol in 1998 resulted in the closing of a part of Baie des Chaleurs on June 12.

#### Exploitable biomass and very old crabs:

A continuous decrease of the exploitable biomass has been observed since 1994. The exploitable biomass has decreased from  $61,936 \text{ t} \pm 8,176 \text{ t}$  in 1994, which was at the highest level, to  $28,193 \text{ t} \pm 5,548 \text{ t}$  for the 1999 fishing season. We consider that a part of the 1999 biomass ( $2,204 \text{ t}$ ), which is the biomass of very old crab, will not be available for the next fishing season.

#### Recruitment to the fishery:

The recruitment to the fishery ( $15,215 \text{ t} \pm 4,295 \text{ t}$ ) represent 54.0 % of the available biomass for the 1999 fishing season. The increase of pre-recruits (R-3 and total R-2) was observed in the 1998 trawl survey (Table 4). This increase of pre-recruits (R-3 and total R-2) could increase the level of recruitment to the fishery starting in 2000-2001. An increase of the harvestable biomass is expected in the near future.

#### Future recruitment:

Based on the increase of pre-recruits R-3 and total R-2 (Table 4), the commercial crab biomass will increase until the next pulse of recruitment entering into the exploitable population by 2000-2001. Furthermore, a strong pulse of small crab of sizes between 20 and 56 mm were present in the 1998 survey (Fig. 23) and will be available to the fishery by 2002-2003. This increase of pre-recruits (R-3 and total R-2) should increase the incidence of soft-shelled crabs in commercial traps in 1999-2000.

molle pour ainsi minimiser la capture de ces crabes et 2) d'augmenter les PUE en déplaçant l'effort vers des endroits à plus hautes concentrations de crabes à carapace dure (fig. 22). L'application de ce protocole en 1998 a permis la fermeture d'une partie de la Baie des Chaleurs le 12 juin.

#### Biomasse exploitable et vieux crabes:

Une diminution continue de la biomasse commerciale a été observée depuis 1994. La biomasse commerciale a diminué, passant de  $61\ 936 \text{ t} \pm 8\ 176$  en 1994, où la biomasse avait atteint son niveau le plus élevé, à  $28\ 193 \text{ t} \pm 5\ 548 \text{ t}$  pour la saison de pêche de 1999. Nous considérons qu'une partie de la biomasse estimée de 1999 ( $2\ 204 \text{ t}$ ), soit la biomasse de très vieux crabes, ne sera pas disponible pour la prochaine saison de pêche.

#### Recrutement à la pêcherie:

Le recrutement à la pêcherie ( $15\ 215 \text{ t} \pm 4\ 295 \text{ t}$ ) représente 54,0 % de la biomasse disponible pour la saison de pêche de 1999. Une augmentation chez les pré-recrues (R-3 et R-2 total) a été observée lors du relevé de 1998 (Tableau 4). Cette augmentation des pré-recrues (R-3 et R-2 total) pourrait augmenter le niveau du recrutement à la pêcherie à partir de l'an 2000-2001. Une phase de croissance de la biomasse commerciale est à prévoir dans un proche avenir.

#### Futur recrutement:

Compte tenue de l'augmentation des pré-recrues R-3 et R-2 total (Tableau 4), la biomasse de crabes commerciale va commencer à augmenter lorsque les prochaines vagues de recrutements vont faire leur apparition au sein de la population exploitable d'ici 2000-2001. De plus, de fortes vagues de petits crabes de tailles entre 20 et 56 mm composées de plusieurs stades, sont présentes dans le relevé de 1998 (fig. 23) et pourront être disponibles à la pêcherie à partir de 2002-2003. Cette augmentation des pré-recrues R-3 et R-2 total pourrait augmenter la capture de crabes à carapace molle dans les casiers commerciaux en 1999 et 2000.

#### Exploitation:

The survey indicates a decline in exploitable biomass to  $28,193 \text{ t} \pm 5,548 \text{ t}$  for 1999, which is the lowest level since 1992. One third of this biomass is composed of older crabs with carapace conditions 4 and 5 of which 2,200 t are very old crab that will mate and die and not be available for the 1999 fishing season. The excessive accumulation of older males is not useful in terms of recruitment and economical viability. However, an increase of recruitment to the fishery is expected in the near future (within a couple of years) and incidence of soft-shelled crab is expected to increase in 1999-2000.

We were unable to evaluate the long term biological consequences of an increase in the exploitation rate to 45 percent for the 1999 fishery, which was an exploitation rate proposed by the snow crab industry for 1999. There was no biological basis for the current rate of 35 percent. The proposed rate of 45 percent was within the upper range of documented exploitation rates since 1989 and likely well below the exploitation rates estimated for the 1980s. A harvest at an exploitation rate of 45 percent would not exceed the predicted recruitment for 1999, and thus would not result in change in the exploitable biomass. However, the exploitation rate should not exceed the level of annual recruitment to the fishery.

An increase of soft-shelled crabs in the catches is predicted starting in 1999 and for the next two or three years. This is due to the arrival of strong waves of pre-recruits observed during the 1998 trawl survey. The application of the soft-shelled crab protocol since 1997 has been a success and fishermen's collaboration has been good. Fishing activities should be avoided in areas of high concentrations of soft-shelled crab, such as Baie des Chaleurs, the northern part of Bradelle Bank, Orphan Bank and the southern part of the Magdalen Islands chenal (Fig. 23). Collaboration of fishermen to follow the protocol of the daily soft-shelled crab monitoring for the 1999 fishing season will be very important in order to minimize the mortality of soft-shelled crab and protect future

#### Exploitation:

Le relevé indique une diminution de la biomasse exploitabile à  $28\ 193 \text{ t} \pm 5\ 548 \text{ t}$  pour 1999. Cette biomasse est la plus basse depuis 1992. Un tiers de cette biomasse est composé de vieux crabes (conditons de la carapace 4 et 5) dont 2 200 t sont de très vieux crabes qui vont se reproduire et mourrir, et ne seront plus disponibles pour la saison de pêche de 1999. L'accumulation excessive de vieux mâles n'est pas utile en terme de recrutement et la viabilité économique. Cependant, une hausse du recrutement à la pêcherie est prévue dans un proche avenir (d'ici une couple d'années) et une incidence de crabes mous est à prévoir en 1999-2000.

Nous n'avons pu évaluer les conséquences biologiques à long terme de la hausse du taux d'exploitation à 45 pourcent pour 1999 qui a été proposée par l'industrie du crabe des neiges. Le taux actuel de 35 pourcent ne repose sur aucun fondement biologique. Le taux proposé de 45 % se situe dans la fourchette supérieure des taux d'exploitation connus depuis 1989. Une récolte à un taux d'exploitation de 45 pourcent ne dépasserait pas le niveau de recrutement prévu pour 1999 et ne résulterait donc pas à une diminution de la biomasse exploitabile. Cependant, ce taux d'exploitation ne devrait pas excéder le niveau du recrutement à la pêcherie.

Une augmentation des crabes à carapace molle est à prévoir à partir de 1999 et pour les deux à trois prochaines années. Cela est dû principalement à l'arrivée de fortes vagues de pré-recrues, observée durant le relevé au chalut de 1998. Le protocole sur le crabe à carapace molle introduit à partir de 1997 a donné de bons résultats et la collaboration des pêcheurs a également été bonne. Les activités de pêche devraient éviter les endroits où les concentrations de crabes à carapace molle sont élevées, comme dans la Baie des Chaleurs, le nord du banc Bradelle, le banc des Orphelin et le sud du chenal des îles-de-la Madeleine (fig. 23). Il sera très important que les pêcheurs suivent le protocole de surveillance quotidienne des crabes à carapace

recruitment to the fishery.

Area 18:

CPUE and soft-shelled crabs:

In Area 18, the average CPUE (18.0 kg/th) was at the lowest level since the opening of this fishery. The percentage of soft-shelled crabs was very high during the whole fishing season. The fishery was closed prematurely and re-opened twice in 1998 because of high incidence of soft-shelled crabs and poor quality of landed crabs. The high percentages of soft-shelled crabs and adult crabs of sublegal size (24.6 %) observed during the 1998 fishing season as well as the decrease of the average CPUE indicate that the exploitable biomass at the beginning of the 1998 fishing season was very low. This situation is very similar to what happened in the PEI (former Area 25/26) fishery in 1995 and 1996.

Exploitable biomass:

No trawl survey was conducted in this Area since 1996. Leslie analysis (Fig. 16) was not amenable to the catch/effort data.

Exploitation:

Considering the stock condition in this Area, it would be appropriate to decrease the level of exploitation and to close the fishery as soon as the catches of soft-shelled crabs exceed 20 % in order to protect the future recruitment to the fishery. The 1998 quota of 411 t was not reached (landings of 289 t) for a second consecutive year (70 % of total quota landed in 1997).

molle au cours de la saison de pêche de 1999 pour minimiser la mortalité du crabe à carapace molle et protéger le recrutement futur à la pêcherie.

Zone 18:

PUE et crabes à carapace molle:

Dans la zone 18, la PUE moyenne (18,0 kg/cl) a été à son niveau le plus faible depuis l'ouverture de cette pêcherie. Le pourcentage de crabes à carapace molle a été très élevé tout au long de la saison de pêche. La pêche a été fermée temporairement à trois reprises en 1998 à cause des pourcentages élevés de crabes à carapace molle et de la pauvre qualité des crabes débarqués. Le pourcentage élevé de crabes à carapace molle observé lors de la pêche de 1998, un pourcentage élevé de crabes adultes de taille sous-légale (24,6 %) dans les casiers, ainsi que la baisse de la PUE moyenne, indiquent que la biomasse exploitabile au début de la saison de pêche de 1998 était très basse. Cette situation est très similaire à celle de la pêcherie de l'Île-du-Prince-Édouard (zones 25/26) en 1995 et 1996.

Biomasse exploitabile:

Aucun relevé au chalut n'a été effectué dans cette zone depuis 1996. L'analyse de Leslie (fig. 16) ne nous permet pas de déterminer le niveau de la biomasse initiale.

Exploitation:

Compte tenue de l'état du stock dans cette zone, il serait approprié de diminuer le niveau d'exploitation et de fermer la pêche aussitôt que les captures de crabes à carapace molle dépassent 20 %, afin de protéger le futur recrutement à la pêcherie. Le contingent de 411 t alloué en 1998 n'a pas été atteint (débarquements de 289 t) pour une deuxième année consécutive (70 % du contingent en 1997).

Area 19:

CPUE and soft-shelled crabs:

In Area 19, the average CPUE was stable in 1998 (63.7 kg/th) compared to 1997 (63.2 kg/th) despite the expected increase of commercial biomass for the 1998 fishing season. This could be explained by a wide distribution of fishing effort to cover all of the Area 19 compared to the previous year or by a movement of adult crabs toward the outside part of the Area. The percentage of soft-shelled crabs in 1998 (11.2 %) was also at the same level of the 1997 fishing season (11.1 %) which could indicate the presence of pre-recruits within the Area.

Exploitable biomass:

The exploitable biomass ( $3,152 \text{ t} \pm 1,091 \text{ t}$ ) for the 1999 fishing season is comparable to the 1998 level ( $3,160 \text{ t} \pm 749 \text{ t}$ ). The exploitable biomass has continuously increased since 1996 ( $1,825 \text{ t} \pm 376 \text{ t}$ ) mainly due to the arrival of new recruits to this Area.

Recruitment to the fishery:

The recruitment to the fishery ( $1,901 \text{ t} \pm 1,092 \text{ t}$ ) represents 60.3 % of the available biomass for the 1999 fishing season. No increase of the recruitment to the fishery was observed for the next fishing season compared to the 1998 estimated ( $1,953 \text{ t} \pm 469 \text{ t}$ ).

Exploitation:

It would be cautious not to increase the exploitation rate for the 1999 fishing season considering the slight decrease in abundance of pre-recruits (R-3 and total R-2) observed during the 1998 trawl survey. According to the survey, we observed that concentrations of harvestable crabs were located in the southern and central parts of the Area (Fig. 22). The presence of adolescent crabs (R-3 and total R-2) in the area adjacent to Area 12 could affect the level of recruitment to the fishery in Area 19 for the coming years (Fig. 23).

Zone 19:

PUE et crabes à carapace molle:

Dans la zone 19, la PUE moyenne a demeuré stable en 1998 (63,7 kg/cl) comparativement à celle de 1997 (63,2 kg/cl) malgré une augmentation prévue de la biomasse commerciale pour la saison de pêche de 1998. Ceci peut être expliqué par une répartition plus large de l'effort de pêche sur toute la surface de la zone 19 comparativement à l'année précédente ou à un mouvement des crabes adultes vers l'extérieur de la zone. Le pourcentage de crabes à carapace molle en 1998 (11,2 %) a aussi été au même niveau que celui de 1997 (11,1 %) ce qui pourrait indiquer la présence de pré-recrues dans cette zone.

Biomasse exploitabile:

La biomasse exploitabile ( $3\ 152 \text{ t} \pm 1\ 091 \text{ t}$ ) pour la saison de 1999 est comparable à celle de 1998 ( $3\ 160 \text{ t} \pm 749 \text{ t}$ ). La biomasse exploitabile a continuellement augmenté depuis 1996 ( $1\ 825 \text{ t} \pm 376 \text{ t}$ ) due principalement à l'arrivée d'une vague de recrutement dans cette zone.

Recrutement à la pêcherie:

Le recrutement à la pêcherie ( $1\ 901 \text{ t} \pm 1\ 092 \text{ t}$ ) représente 60,3 % de la biomasse disponible pour la saison de pêche de 1999. Aucune augmentation du recrutement à la pêcherie n'a été observé pour la prochaine saison de pêche comparativement à l'estimée de 1998 ( $1\ 953 \text{ t} \pm 469 \text{ t}$ ).

Exploitation:

Il serait prudent de ne pas trop augmenter le niveau d'exploitation compte tenu de la légère diminution dans l'abondance des pré-recrues (R-3 et R-2 total) observée lors du relevé au chalut de 1998. Selon ce relevé, les concentrations des crabes exploitables ont été observées dans les parties sud et centrale de la zone (fig. 22). La présence de crabes adolescents (R-3 et R-2 total) dans la région adjacente à la limite de la zone 12 pourrait influencer le niveau du recrutement à la pêcherie de la zone 19 au cours des prochaines années (fig. 23).

Zone E:

CPUE and soft-shelled crabs:

In Zone E, the average CPUE in 1998 (28.6 kg/th) has decreased by 52.6 % compared to the 1996 level (60.3 kg/th). The percentage of soft-shelled crabs was 2.9 %, which could indicate a low abundance of pre-recruits in that zone. Fishermen, as we observed during the 1996 and 1997 fishing seasons, have concentrated their fishing effort in areas close to the Area 12/E boundary.

Biomass and recruitment:

A decrease of harvestable biomass ( $218 \text{ t} \pm 272 \text{ t}$ ) and recruitment to the fishery ( $38 \text{ t} \pm 50 \text{ t}$ ) is expected in Zone E for the 1999 fishing season. In addition, the biomass level should be interpreted carefully because the crab concentrations are located at the boundaries of the area sampled and have wide confidence intervals. The results of the 1998 trawl survey in Zone E show a trough in the abundance of pre-recruits (total R-2) and a slight increase of pre-recruits (R-3).

Exploitation:

Considering the predicted decrease of the biomass in Area 12 and E for the 1999 fishing season and low catch rates during the 1998 fishing season, it will be very difficult to maintain the same exploitation rate in that zone in 1999. We consider this zone as an area totally dependent on the overflow of harvestable crabs coming from Area 12. This fishery should be considered as a sporadic exploitation area.

Zone F:

CPUE and soft-shelled crabs:

In Zone F, the average CPUE has increased from 27.4 kg/th in 1995 to 48.1 kg/th in 1998. The percentage of soft-shelled crabs has decreased in 1998 (1.1 %) compared to the 1995 level (11.8 %).

Zone E:

PUE et crabes à carapace molle:

Dans la zone E, la PUE moyenne en 1998 (28,6 kg/cl) a diminué de 52,6 % par rapport au niveau de 1996 (60,3 kg/cl). Le pourcentage de crabes à carapace molle a été de 2,9 %, ce qui pourrait indiquer une faible abondance de pré-recrues dans cette zone. Les pêcheurs, comme lors des saisons de pêche de 1996 et 1997, ont concentré leur effort de pêche dans les endroits adjacents à la limite des zones 12 et E.

Biomasse et recrutement:

Une diminution de la biomasse ( $218 \text{ t} \pm 272 \text{ t}$ ) et du recrutement à la pêcherie ( $38 \text{ t} \pm 50 \text{ t}$ ) est prévue dans la zone E pour la saison de pêche de 1999. De plus, ce niveau de la biomasse doit être interprété avec prudence, étant donné que les concentrations de crabes sont situées aux limites de la zone échantillonnée et que les intervalles de confiance sont très élevés. Les résultats du relevé au chalut effectué dans la zone E en 1998 indiquent un creux au niveau de l'abondance des pré-recrues (R-2 total) et une légère augmentation des pré-recrues (R-3).

Exploitation:

Étant donné les diminutions prévues pour 1999 des biomasses dans les zones 12 et E et des faibles taux de captures au cours de la saison de pêche de 1998, il serait difficile de maintenir le même taux d'exploitation dans cette zone en 1999. Nous considérons cette zone comme une zone de débordement de crabes exploitables provenant de la zone 12. Cette zone est considérée comme un lieu d'exploitation sporadique.

Zone F:

PUE et crabes à carapace molle:

Dans la zone F, la PUE moyenne a augmenté, passant de 27,4 kg/cl en 1995 à 48,1 kg/cl en 1998. Le pourcentage de crabes à carapace molle a diminué (1,1 %) en 1998 par rapport au niveau de 1995 (11,8 %).

#### Biomass and recruitment:

The biomass level should be interpreted carefully considering the relatively wide confidence intervals. Results of the 1998 trawl survey in Zone F shows a slight increase in the abundance of pre-recruits (R-3 and total R-2) comparatively to the previous year. However, this slight increase in the abundance of pre-recruits could not significantly increase the total biomass in the coming years. In 1998, fishermen of Zone F, as observed for the 1996 and 1997 fishing seasons, have concentrated their fishing effort in two distinct areas. The fishing effort has been concentrated in the northwestern part adjacent to Area 12 and in the southeastern part adjacent to the northern boundary of Area 19 (Fig. 4). In Zone F, the projected biomass for 1999 was estimated at  $973 \text{ t} \pm 962 \text{ t}$ , which represent an increase of 47.3 % comparatively to the 1998 estimates ( $513 \text{ t} \pm 335 \text{ t}$ ). However, a decrease in the abundance of pre-recruits was observed in Area 19 in 1998, which could affect the level of recruitment to the fishery and the total biomass in Zone F for the coming years.

#### Biomasse et recrutement:

Il faut interpréter les valeurs de la biomasse avec prudence puisque les intervalles de confiance sont relativement élevées. Les résultats du relevé au chalut effectué dans cette zone en 1998 indiquent une légère augmentation au niveau de l'abondance des pré-recrues (R-3 et R-2 total) comparativement à celle de l'année précédente. Cependant, cette légère augmentation des pré-recrues observée au cours du relevé de 1998 ne pourrait à elle seule augmenter le niveau de biomasse de façon significative au cours des prochaines années. Les pêcheurs de la zone F ont concentré leur effort de pêche dans deux endroits distincts comme lors des saisons de pêche de 1996 et 1997, soit dans les parties nord-ouest adjacente à la zone 12 et sud-est adjacente à la limite nord de la zone 19 (fig. 4). Dans la zone F, la biomasse projetée a été estimée à  $973 \text{ t} \pm 962 \text{ t}$ , ce qui représente une augmentation de 47,3 % comparativement à l'estimée de la saison précédente ( $513 \text{ t} \pm 335 \text{ t}$ ). Cependant, une diminution des pré-recrues a été observée dans la zone 19 en 1998, ce qui pourrait affecter le niveau du recrutement à la pêcherie et la biomasse commerciale dans la zone F pour les prochaines années.

#### Exploitation:

We do not see any problem of applying the same level of exploitation rate used in the previous season given the increase of harvestable biomass ( $973 \text{ t} \pm 962 \text{ t}$ ) together with a continuous increase of CPUE. However, it will be difficult to maintain an exploitation rate and stabilize the fishery in this Zone, because this Zone is totally dependent on recruitment from the adjacent outer Areas (Areas 12 and 19). This Zone has to be considered as a sporadic exploitation area as Zone E.

#### Exploitation:

Nous ne voyons aucun problème à utiliser le même taux d'exploitation que la saison précédente étant donné l'augmentation de la biomasse exploitable ( $973 \text{ t} \pm 962 \text{ t}$ ) et l'augmentation continue de la PUE. Cependant, il sera difficile de maintenir un taux d'exploitation et de stabiliser la pêche dans cette zone à cause que celle-ci est totalement dépendante du recrutement des zones adjacentes (zones 12 et 19). Cette zone est considérée comme un lieu d'exploitation sporadique comme la zone E.

#### 2. Population dynamics and exploitation strategy:

In Area 12, an exploitation rate of 32 to 38 % has been used as a target rate since the stock collapsed in 1989. The original target was to rebuild the depressed stock and then stabilize the catch at a level of 20,000 t and higher.

#### 2. Dynamique des populations et stratégie d'exploitation:

Dans la zone 12, un taux d'exploitation de 32 à 38 % a été utilisé comme taux cible depuis l'effondrement du stock en 1989. L'objectif consistait à l'origine à rétablir le stock et à stabiliser les prises à environ 20 000 t et plus. Depuis lors, on a beaucoup appris sur la

Since then, more studies on snow crab biology and population dynamics has been done. We now understand that the rapid stock recovery for Area 12 was mainly due to a timely arrival of strong recruitment waves.

A long term harvest strategy is not in place at present time. Until the next recruitment pulses enter into the exploitable biomass, an appropriate level of exploitation should be set by considering the timing and the strength of the next recruitment pulses as well as stock reproductive capacity. An exploitation rate higher than the target rate of 32-38 % could be considered when the next recruitment pulses enters into the exploitable biomass. A new exploitation strategy for avoiding an excessive accumulation of older crab and at the same time, overfishing recruitment is possible by establishing an optimal exploitation rate during the increasing trend of the recruitment to the fishery. This exploitation rate should not exceed the annual recruitment. A rotation of fishing areas in relation to the quality and concentrations of exploitable crabs could be a good exploitation strategy in order to: 1) avoid fishing related mortality of pre-recruits (R-3 and R-2), 2) establish an optimal exploitation rate on concentrations of the new recruitment to the fishery (R) in order to avoid accumulation of crab in categories 4 and 5, and 3) establish a higher exploitation rate on the concentrations of crabs of categories 4 and 5. Further discussions would be required to consider the implications of the various options and develop an optimal harvesting strategy.

### 3. Uncertainties:

The current evaluation has a number of uncertainties listed below but notwithstanding, the stock assessment is considered valid.

Exploitable biomass has been biased since 1995. The tendency was towards underestimating recruitment and over-estimating remaining biomass. The degree and nature of this bias requires further work. Several reasons

biologie du crabe des neiges et la dynamique des populations. Nous comprenons que le rétablissement rapide du stock de la zone 12 était principalement dû à l'arrivée de fortes vagues de recrutement.

Pour l'instant, aucune stratégie d'exploitation à long terme n'a été mise en place. À partir des prochaines vagues de recrutement qui accèderont à la biomasse exploitabile, il faudrait établir un niveau d'exploitation approprié en tenant compte du moment et de l'ampleur des prochaines vagues de recrutement et de la capacité reproductive du stock. Lorsque les prochaines vagues de recrutement vont faire leur apparition au sein de la population exploitabile, un taux d'exploitation plus élevé que le taux cible de 32-38 % pourrait être envisagé. Une nouvelle stratégie d'exploitation afin d'éviter une accumulation excessive de vieux crabes tout en ne pas sur-exploiter le recrutement est possible, en déterminant un taux d'exploitation optimal lors de la phase croissante de la biomasse du recrutement à la pêcherie. Ce taux d'exploitation ne devrait pas dépasser le niveau du recrutement annuel. Une rotation des lieux de pêche en fonction de la qualité du crabe et des concentrations de crabes exploitables pourrait être une bonne stratégie d'exploitation pour les raisons suivantes: 1) pour éviter une mortalité par pêche des pré-recrues (R-3 et R-2), 2) pour établir un taux d'exploitation optimal des concentrations du recrutement à la pêcherie (R) afin de ne pas accumuler trop de crabes de conditions 4 et 5 et 3) pour établir un taux d'exploitation élevé sur les concentrations de crabes de conditions 4 et 5. Il y aurait lieu de tenir de plus amples discussions pour envisager les conséquences des différentes options et élaborer une stratégie d'exploitation optimale.

### 3. Incertitudes:

La présente évaluation du stock comporte diverses incertitudes, énumérées ci-après, mais elle est néanmoins jugée valable.

Les estimations de la biomasse exploitabile sont biaisées depuis 1995. Nous avons eu tendance à sous-estimer le recrutement et à surestimer la biomasse restante. Il y a lieu d'étudier plus à fond le degré et la nature de ce

for the bias includes growth, movement, mortality and classification of carapace condition.

#### Growth:

The lack of knowledge on the growth of the pre-recruits is the major source of uncertainties of this assessment. The estimation of the timing of the next recruitment waves is based on the assumption that there is no skip molting and no terminal molting at sizes less than 95 mm CW. Conan et al. (1988a), Comeau et al. (1991) and Comeau et al. (1998) hypothesized that the molt at maturity for a given age group may be density-dependent rather than genetically determined. The size at which skip molting occurs and its causes are not well known. In the southern Gulf of St. Lawrence, the percentage of skip molters varies from year to year e.g. from 13 % in 1990 (Chiasson et al. 1991) to 28 % in 1992 (Hébert et al. 1992). Many other factors than skip and terminal molting may also affect timing and abundance of recruitment to the fishery. Bailey (1982) reported that the recruitment of snow crab seems to be negatively dependent on cod abundance 3-6 years before. Waiwood and Elner (1982) disagreed with Bailey's (1982) conclusion and proposed an alternative hypothesis that the removal of large old crab would have released the snow crab population from a "stagnant" phase to "dynamic" high-growth phase. The reduction of large old crab monopolizing niche space and by competition, restricting the resource available to smaller crab led to increased growth, greater number of small crab and enhanced recruitment, resulting in increased cod predation on the small "preferred size" of crab. Comeau and Conan (1992) further hypothesized that the removal by fishing of large morphologically adult males from the accumulated biomass reduces the mortality of juvenile males, therefore allowing for survival and growth within the lower swarm of points of adolescents and juveniles. Sainte-Marie et al. (1995) hypothesized that density-dependent feedback on recruitment abundance occurs via cannibalism on newly-settled crab by slightly older individuals due to space and food limitations resulted in cyclic recruitment in the northern Gulf of St. Lawrence. Therefore the forecast of the timing

biais, qui semble dû à plusieurs facteurs, dont la croissance, le déplacement, la mortalité des crabes ainsi que la classification des conditions de leur carapace.

#### Croissance:

Le manque de connaissances au sujet de la croissance des pré-recrues constituent la principale source d'incertitude au niveau de cette évaluation. L'estimation de la prochaine vague de recrutement à la pêcherie est basée sur l'hypothèse selon laquelle il n'y a pas de saut de mue ou de mue terminale à des tailles inférieures à 95 mm LC. Conan et al. (1988a), Comeau et al. (1991) et Comeau et al. (1998) ont posé comme hypothèse que la mue jusqu'à la maturité, pour un groupe d'âge donné, pourrait dépendre de la densité plutôt que des caractères génétiques. On ne connaît pas très bien la taille à laquelle le saut d'une mue survient ni ses causes. Dans le sud du golfe du Saint-Laurent, le pourcentage des crabes qui sautent une mue varie d'une année à l'autre; par exemple, il était de 13 % en 1990 (Chiasson et al. 1991) et de 28 % en 1992 (Hébert et al. 1992). De nombreux facteurs autres que les sauts de mues et la mue terminale peuvent aussi influencer le moment et l'abondance du recrutement au sein de la population exploitable. Selon Bailey (1982), le recrutement de crabes des neiges serait négativement relié à l'abondance de la morue, de trois à six ans auparavant. Waiwood et Elner (1982) ne sont pas d'accord avec la conclusion de Bailey (1982) et proposent une autre hypothèse, selon laquelle le retrait de vieux crabes aurait soustrait la population de crabe des neiges à une phase « de stagnation » pour l'entraîner vers une phase « dynamique » à croissance élevée. La réduction du nombre de vieux crabes, qui monopolisent l'espace et par compétition restreignent les ressources disponibles pour les petits crabes, entraînerait une croissance accrue et un plus grand nombre de petits crabes, ainsi qu'un meilleur recrutement, favorisant une plus grande prédation par la morue des crabes de petite taille. Comeau et Conan (1992) ont de plus émis l'hypothèse selon laquelle le retrait par la pêche des grands mâles morphologiquement adultes de la biomasse accumulée réduit la mortalité des jeunes mâles, ce qui favorise la survie et la

for the next recruitment to the fishery should be interpreted with much caution.

croissance aux stades morphométriquement inférieurs de jeunes et d'adolescents. Sainte-Marie et al. (1995) assument que les réactions sur le plan de la densité de l'abondance du recrutement se traduiraient par le cannibalisme des vieux crabes à l'égard des nouveaux, à cause des restrictions d'espace et de nourriture, ce qui entraînerait un recrutement cyclique dans le nord du golfe du Saint-Laurent. Par conséquent, les prévisions du moment du prochain recrutement à la population exploitable devraient être interprétées avec prudence.

#### Movement:

It is possible that crab moved (especially adult crabs of commercial size that have just molted) between the time of the trawl survey and the beginning of the following fishing season, especially in the smaller Areas. Another source of uncertainty is the movement of adult crabs of commercial size when the biomass is increasing or decreasing. When the biomass is increasing, the concentrations of crab seem to spread over a larger surface and into peripheral areas such as Zone E in 1994 and 1995. When the biomass is decreasing, the concentrations of crab tend to cover a smaller surface. At lower abundance, it is not known if the crab is stayed in certain area (e.g., Zone E) or if there is a movement of crab into more preferred habitats. Movement of crab among Areas 12, 18 and 19 is assumed.

#### Déplacement:

Il est possible qu'il ait des déplacements du crabe (surtout des crabes adultes de taille commerciale qui viennent juste de muer) entre le moment du relevé et le début de la saison de pêche suivante, surtout pour les petites zones. Une autre source d'incertitude est le déplacement des crabes adultes de taille commerciale lorsque la biomasse diminue ou augmente. Lorsque la biomasse augmente, les concentrations de crabes occupent beaucoup de surface et débordent dans les régions périphériques comme dans la zone E en 1994 et 1995. Lorsque la biomasse diminue, les concentrations de crabes occupent moins de surface et on ne sait pas si les crabes demeurent dans certaines régions (ex. zone E) ou s'il y a un déplacement du crabe vers des habitats plus favorables. Nous tenons pour acquis qu'il y a un déplacement du crabe entre les zones 12, 18 et 19.

#### Natural mortality:

Natural mortality of adult crabs was assumed to be negligible. However, the crab population is aging and old carapace crabs are most certainly dying. The magnitude of this mortality by shell condition is unknown. The classification of old and very old crabs based on the assumption that there is no natural mortality except those in category 5, and the mortality on discarded soft-shelled crabs during the fishery is negligible are other sources of uncertainties of this assessment. Activities such as high-grading at sea of commercial size crabs during the fishing season could cause a certain mortality that is not taken into consideration in this assessment. A selective exploitation of good

#### Mortalité naturelle:

La mortalité naturelle des crabes adultes a été assumée comme négligeable. Toutefois, la population de crabes vieillit et les crabes à vieille carapace approchent très certainement de la mort. Nous ne connaissons pas l'ampleur de cette mortalité associée à la condition de la carapace. La classification des vieux et très vieux crabes, basée sur des hypothèses voulant qu'il n'y ait pas de mortalité naturelle sauf pour les crabes de la catégorie 5 et que la mortalité des crabes à carapace molle rejetés en mer pendant la pêche soit négligeable, sont aussi d'autres points d'incertitudes de cette évaluation. Les activités comme le triage en mer des crabes de taille commerciale pourraient

commercial quality crabs by practicing high-grading at sea could increase the fishing effort on soft-shelled crabs and increase the mortality of crab especially on the very old crabs (Chiasson et al. 1995b).

#### Carapace condition:

The difficulty of classifying the shell conditions of crab during the trawl survey is an another source of uncertainty. Exploitable biomass is composed of the recruitment to the fishery (shell conditions 1 and 2) and of the residual biomass (shell conditions 3, 4 and 5). This difficulty to well determine the carapace conditions, especially condition carapace 2, may result to overestimation of the recruitment biomass. This error of classification could be the major factor of problems associated with the retroactive calculation of harvestable biomass by using the recruitment biomass.

#### Trawl survey:

The estimation of abundance from the trawl survey assumed that the surface trawled by the gear is constant and all crabs are equally catchable. Another sources of uncertainty are errors in converting carapace size to biomass.

The survey sampling intensity and coverage have increased through the years. The impact of this increase is not yet known. The fixed station design could be affected by localized depletion. The result would be to underestimate abundance. This source of error would depend on the redistribution of crabs between surveys.

#### 4) Environmental factors:

Environmental factors such as the water temperature can affect the molting and reproductive dynamic as well as the movement of crab. According to Tremblay (1997), the

occasionner une certaine mortalité dont on ne tient pas compte dans cette évaluation. Une exploitation sélective des crabes de bonnes qualités commerciales en pratiquant le rejet en mer lors des activités de pêche pourraient augmenter l'effort de pêche sur les crabes à carapace molle et occasionner une mortalité des crabes rejettés en mer, surtout chez les très vieux crabes (Chiason et al. 1995b).

#### Condition de la carapace:

La difficulté à bien classifier les conditions de la carapace lors du relevé constitue une autre source d'incertitude. La biomasse exploitabile est composée du recrutement à la pêcherie (condition de la carapace 1 et 2) et de la biomasse résiduelle (condition de la carapace 3, 4 et 5). Cette difficulté à bien classifier les conditions de carapace, surtout la condition de carapace 2, pourrait résulter à une sur-estimation de la biomasse du recutement à la pêcherie. Cette erreur de classification pourrait donc être le facteur majeur des problèmes associés au calcul rétroactif de la biomasse commerciale en utilisant la biomasse du recrutement.

#### Relevé au chalut:

L'estimation de l'abondance d'après le relevé au chalut pose comme hypothèses que la superficie de chalutage demeure constante et que tous les crabes sont également capturables. Les erreurs de conversion de la taille de la carapace en biomasse sont aussi une source d'incertitude.

L'étendue et l'intensité de l'échantillonnage pratiqué dans le relevé ont augmenté au fil du temps, sans que nous en connaissons encore les répercussions. Le modèle à station fixe pourrait être affecté par un épuisement localisé de la ressource, ce qui se traduirait à une sous-estimation de l'abondance. L'importance de cette source d'erreur dépendrait de la redistribution des crabes entre les relevés.

#### 4) Facteurs environnementaux:

Les facteurs environnementaux tel que la température peuvent affecter la dynamique de la mue et de la reproduction ainsi que le déplacement des crabes. Selon Tremblay

annual water temperature on the bottom of the Scotian Shelf has been showing a decreasing trend since 1984, which should be favorable to an expansion of the snow crab habitat. Drinkwater et al. (1997) also reported that the bottom temperatures in the southern Gulf of St.-Lawrence and in the northern Scotian Shelf were in general less than 3 °C, which are ideal conditions for snow crab. Tremblay (1997) also reported that snow crab was more abundant near the southern limit of Scotian Shelf where the bottom temperatures were less than 3 °C. Water temperature data collected by Swain (1993) revealed that the bottom temperatures in deeper waters of Zone E are higher (1 to 5 °C) than traditional crab grounds (-1 to 0 °C) in Area 12 (50 to 100 m). This range of temperature is at the upper physiological tolerance threshold for snow crab based on aquarium observations (M. Moriyasu, pers. obs.). Given the decreasing trend of the commercial biomass and the diminishing of the density contours of commercial crab in Area 12, it could be possible that the crabs moved from deeper water towards the traditional fishing ground of Area 12. Drinkwater et al. (1999) reported that the index of snow crab habitat (between -1 and 3 degrees Celsius) remained high in 1998, for the southern Gulf of St. Lawrence, indicating that there is still a large amount of preferred thermal habitat for snow crab.

#### 4. Necessity of protecting soft-shelled crabs:

An increase of soft-shelled crabs is predicted starting in 1999 and for the next two or three years. This is mainly due to the arrival of a strong waves of pre-recruits (R-3 and smaller sizes) observed during the 1998 trawl survey. It would be important not to concentrate the fishing effort in areas of high density of soft-shelled crabs in order to minimize the mortality of these crabs and protect future recruitment to the fishery.

Throughout the history of this fishery, it is clear that the industry always has sought to protect

(1997), la température annuelle du fond du plateau néo-écossais démontre une tendance à la baisse depuis 1984, ce qui est favorable à une expansion de l'habitat du crabe des neiges. Drinkwater et al. (1997) ont aussi rapporté que les températures de fond dans le sud du golfe du Saint-Laurent et dans le nord-est du plateau néo-écossais étaient en général en dessous de 3 °C, soit des conditions favorables pour le crabe des neiges. Tremblay (1997) a rapporté que le crabe des neiges près de la limite sud du plateau néo-écossais était plus abondant lorsque la température du fond était en dessous de 3 °C. Les données récoltées par Swain (1993) révèlent que la température dans les eaux profondes de la zone E est plus élevée (1 à 5 °C) que celles des fonds de pêche au crabe traditionnelle (-1,0 à 0 °C) de la zone 12 (50 à 100 m). Cet écart de température atteint presque le seuil de tolérance (physiologique) du crabe basé sur des observations en aquarium (M. Moriyasu, obs.pers.). Étant donné la baisse de la biomasse commerciale et la diminution des contours de densités des crabes de taille commerciale dans la zone 12, il pourrait y avoir un déplacement des crabes des eaux profondes vers les fonds de pêche au crabe traditionnelles de la zone 12. Drinkwater et al. (1999) ont rapporté que l'indice thermal de l'habitat du crabe des neiges (entre -1 et 3 degré Celsius) est demeuré élevé en 1998 pour le sud du golfe du Saint-Laurent, ce qui indique qu'il reste un abondant habitat aux conditions thermiques préférées par le crabe des neiges.

#### 4. Nécessité de protéger les crabes à carapace molle:

Une augmentation des crabes à carapace molle est à prévoir à partir de 1999 et pour les deux à trois prochaines années. Ceci est principalement dû à l'arrivée de fortes vagues de pré-recrues (R-3 et plus petites tailles) observée lors du relevé de 1998. Il serait important de ne pas concentrer l'effort de pêche dans les endroits de hautes densités de crabes à carapace molle afin de minimiser la mortalité de ces crabes et protéger le futur recrutement à la pêcherie.

Tout au long de l'historique de cette pêche, il est évident que l'industrie a toujours cherché à

the soft-shelled crabs. Since the drastic decrease in biomass in 1989, a management measure was introduced in 1990 for Area 12; if the overall observed catch exceeded 20 % of soft-shelled crabs, then the fishery would be closed. In 1997, a daily monitoring protocol of the soft-shelled crabs was put in place for the southern Gulf of St. Lawrence snow crab fisheries (Anonymous 1997b). A notice was given to the industry to leave, on a voluntary basis, the grids where the percentage of soft-shelled crabs exceeded 20 % during the fishing season. The fishery could be closed when the percentage of soft-shelled crabs reaches 20 % in number for two consecutive periods of a five-day analysis in the southern Gulf of St. Lawrence fisheries. The purpose of this protocol was to protect the recruitment to the fishery and to decrease the fishing effort in areas where the percentage of soft-shelled crabs exceeded 20 % without closing the whole fishery. A good strategy to add to the protocol for the following fishing seasons would be the closure by sector (sub-area) in order to decrease the fishing effort in high concentrations of soft-shelled crabs.

protéger les crabes à carapace molle. Depuis la diminution drastique de la biomasse en 1989, une mesure de gestion a été adoptée, en 1990, dans la zone 12: si les captures observées dans l'ensemble dépassent 20 % de crabes à carapace molle, la pêche était fermée. En 1997, un protocole du suivi journalier de crabe à carapace molle a été mis en place pour les pêcheries du sud du golfe du Saint-Laurent (Anonymes 1997b). Un avis était donné à l'industrie de sortir, sur une base volontaire, d'un ou des quadrillères dont le pourcentage de crabe à carapace molle dépassait 20 % au cours de la saison de pêche. Pour les pêcheries du sud du golfe du Saint-Laurent, la pêche pouvait être fermée lorsque le pourcentage de crabes à carapace molle atteignait 20 % en nombre pendant deux périodes d'analyse de cinq jours consécutives. L'objectif de ce protocole était de protéger le futur recrutement à la pêcherie et de diminuer l'effort de pêche dans les régions où le pourcentage de crabe à carapace molle dépassait 20 % sans pour autant causer la fermeture de toute la zone. Une bonne stratégie pour les prochaines saisons de pêche et à ajouter au protocole serait une fermeture par secteur (sous-zones) afin de diminuer l'effort de pêche dans les hautes concentrations de crabes à carapace molle.

Dufour et al. (1997) studied the effect of fishing activities on discarded new-shelled males (categories 1 and 2 with hardness less than 68 on the durometer) during the summer of 1991 using 738 individuals caught in the St. Lawrence Estuary. Catches were made with a beam trawl and baited traps. Live animals were measured and placed in their habitat in closed traps for 24, 48 and 72 hour periods. Parameters, that had a direct impact on the mortality of new-shelled crabs, were as follows in order of importance: 1) the vitality of the crab on the deck after manipulation (initially weak or active); 2) the number of missing legs; 3) the body size; and 4) the degree of desiccation of the crab (air temperature, duration of exposure (15 and 30 minutes) and average wind speed (meter/second)). The results for an immersion duration of up to 72 hours showed that the mortality rates were 14.3 % for new-shelled crabs and only 2.2 % for hard-shelled crabs. Larger animals are the most vulnerable, the mortality rate for crabs having initially a weak

Dufour et al. (1997) ont étudié les effets des activités de pêche sur le rejet des crabes mâles à carapace molle (catégories 1 et 2, dureté de moins de 68 au duromètre) pendant l'été de 1991, au moyen de 738 crabes capturés dans l'estuaire du Saint-Laurent. Les captures ont été faites au moyen d'un chalut à perche et de casiers appâtés. Les crabes vivants étaient mesurés et replacés dans leur habitat dans des casiers fermés pendant des périodes de 24, 48 et 72 heures. Les paramètres qui ont eu des répercussions directes sur la mortalité des crabes à nouvelle carapace étaient les suivants, par ordre d'importance: 1) la vitalité du crabe sur le pont après manipulation (faible ou actif); 2) le nombre de pattes manquantes; 3) la taille; et 4) le degré de dessiccation du crabe (température de l'air, durée d'exposition (15 et 30 minutes) et vitesse moyenne du vent (mètre/seconde)). Les résultats d'une immersion d'une durée jusqu'à 72 heures montrent que le taux de mortalité était de 14,3 % pour les crabes à carapace molle et de seulement 2,2 % pour les

vitality was 35.1 % for the new-shelled crabs with carapace width greater than 95 mm (legal commercial size). The loss of leg is also critical and the mortality rate was 47.6 % among crabs missing more than 2 legs and having initially a weak vitality.

Harvesting soft-shelled crabs reduces the future reproductive potential of the stock (Moriyasu and Conan, 1989). Since the collapse of the Area 12 stock in 1989, Science Branch of DFO has been distributing maps to fishermen showing the concentrations of soft-shelled crabs so that they would avoid those concentrations, as well as developing modified traps. Generally, the concentrations of soft shelled crabs overlaps with the concentrations of hard-shelled crabs. Modified traps were only tested on an experimental basis and it is premature to suggest that this is the ultimate solution. We can suggest trying a modified type of trap as suggested by Chiasson et al. (1993), but this trap might not be efficient to avoid soft-shelled crabs with relatively hard carapace.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank Mr. Michel Comeau, Dr. Stephen Smith, (DFO, Maritimes Region, Moncton NB and Halifax NS respectively) and Pr. Gilles Miron (Université de Moncton, Moncton NB) for the critical review of this report.

crabes à carapace dure. Les gros animaux sont les plus vulnérables, le taux de mortalité des crabes dont la vitalité était faible était de 35,1 % pour les crabes à carapace molle d'une largeur supérieure à 95 mm (taille commerciale légale). La perte d'une patte était aussi un facteur critique et le taux de mortalité était de 47,6 % parmi les crabes auxquels il manquait plus de deux pattes et qui étaient initialement faibles.

L'exploitation des crabes à carapace molle réduit le potentiel de reproduction futur du stock (Moriyasu et Conan, 1989). Depuis l'effondrement du stock de la zone 12 en 1989, les scientifiques du MPO ont contribué à protéger le crabe à carapace molle en distribuant des cartes des concentrations de crabes à carapace molle ainsi qu'en mettant au point des casiers modifiés. Généralement, la concentration des crabes à carapace molle superpose à la concentration des crabes à carapace dure. Les casiers modifiés ont été mis à l'essai seulement sur une base expérimentale et il serait prématûr de déclarer qu'ils constituent la solution ultime. Nous pouvons proposer l'essai d'un casier modifié proposé par Chiasson et al. (1993), mais ce casier pourrait ne pas être efficace pour éviter les crabes à carapace molle dont la carapace est relativement dure.

#### REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier M. Michel Comeau, Dr. Stephen Smith (MPO, Région des Maritimes, Moncton NB et Halifax NS respectivement) et Pr. Gilles Miron (Université de Moncton, Moncton NB) qui ont fait un examen critique de ce rapport.

## REFERENCES

- Anonymous, 1996a. Fisheries Management Plan. Area 19 snow crab 1996 to 2001. DFO. Integrated Fisheries Management Plan.
- Anonymous. 1996b. Southern Gulf snow crab. DFO. Atl. Stock Status Rep. 96/1.
- Anonymous. 1997a. Co-management in the Southern Gulf of St. Lawrence snow crab fishery 1997 to 2002. DFO. Integrated Fisheries Management Plan.
- Anonymous 1997b. Southern Gulf snow crab. DFO. Atl. Stock Status Rep. 97/C3-01.
- Anonymous 1999. Southern Gulf snow crab. DFO. Atl. Stock Status Rep. 99/C3-01.
- Bailey, R.F.J. 1982. Relationship between catches of snow crab, C. opilio (O. Fabricius) and abundance of cod (Gadus morhua L.) in the Southwestern Gulf of St. Lawrence. In: Proceedings of the international symposium on the genus Chionoecetes. Lowell Wakefield Symp. Ser., Alaska Sea Grant Rep. 82-10: 485-497.
- Chiasson, Y.J., M. Hébert, and M. Moriyasu. 1991. A review of the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, Chionoecetes opilio, management zone boundaries. CSCPCA Doc. Rec. 91/75.
- Chiasson, Y., M. Hébert, P. Degrâce, R. Campbell, E. Wade and M. Moriyasu. 1995a. Snow crab (Chionoecetes opilio) stock assessment in the southern Gulf of St. Lawrence (Zones 12,18,19 and 25/26) from 1992 to 1994. Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. Doc. 91/27.
- Chiasson, Y.J., Y. Hébert, P. DeGrâce, E. Wade and M. Moriyasu. 1995b. Estimation de l'ampleur du rejet de crabe des neiges (Chionoecetes opilio) en mer dans le sud-ouest du Golfe du Saint-Laurent (zone 12) basé sur un programme d'échantillonnage en 1994. Rapp. Tech. Can. Sci. halieut. Aquat. 2066.
- Chiasson Y., R. Vienneau, P. DeGrâce, R. Campbell, M. Hébert and M.Moriyasu. 1993. Evaluation of catch selectivity of modified snow crab (Chionoecetes opilio) conical traps. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1930.
- Clark, I. 1979. Practical geostatistics. Elsevier Science Publications, New York.
- Comeau, M., G.Y. Conan, G. Robichaud and A. Jones. 1991. Life history patterns and population fluctuations of snow crab (Chionoecetes opilio) in the fjord of Bonne Bay on the west coast of Newfoundland, Canada from 1983 to 1991. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1817.
- 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. 1998. 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.
- Conan, G.Y. 1985. Assessment of shellfish stock by geostatistical techniques. ICES C.M. 1985/K:30.

- 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., and D.R. Maynard. 1987. Estimates of snow crab (Chionoecetes opilio) abundance by underwater television - a method for population studies on benthic fisheries resources. J. Appl. Ichtyol. 3: 158-165.
- Conan, G.Y., M. Comeau, C. Gosset, G. Robichaud and C. Garaïcoechea. 1994. The Bigouden Nephrops trawl, and the devismes trawl, two otter trawls efficiency catching benthic stages of snow crab (Chionoecetes opilio), and the American lobster (Homarus americanus). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1992.
- Conan, G.Y., M. Moriyasu, M. Comeau, P. Mallet, R. Cormier, Y. Chiasson, and H. Chiasson. 1988a. 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.
- Conan, G.Y., M. Moriyasu, E. Wade and M. Comeau. 1988b. Assessment and spatial distribution surveys of snow crab stocks by geostatistics. ICES C.M. 1988/K:10p.
- Drinkwater, K.F., Pettipas, R. G., Petrie, L. and D.P. Swain. 1997. Temperature conditions in the Gulf of St. Lawrence and on the Scotian Shelf during 1996 relevant to snow crab. DFO. Atlan. Fish. Res. Doc. 97/02, 18p.
- Drinkwater, K.F., Pettipas, R. G. and L. Petrie. 1999. Temperature conditions on the Scotian Shelf and in the Gulf of St. Lawrence relevant to snow crab. DFO. Atlan. Fish. Res. Doc. 99/18.
- 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. 1997a. 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. Robichaud-LeBlanc, P. DeGrâce, M. Biron et M. Moriyasu. 1997b. Évaluation des zones exploitatoires au crabe des neiges (Chionoecetes opilio) dans le canal Laurentien (zone E) et la région des îles-de-la-Madeleine/Cap-Breton (zone F) dans le golfe du Saint-Laurent en 1995 et 1996. Sécrétariat canadien pour l'évaluation des stocks. Doc. Rech. 97/111.
- Leslie, P.H. and D.H.S. Davis. 1939. An attempt to determine the absolute number of rats on a given area. J. Anim. Ecol. 8: 94-113.

- Matheron, G. 1970. La théorie des variables régionalisées et ses applications. Les cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau. Fascicule 5.
- Miller, R.J. 1975. Density of the commercial spider crab, Chionoecetes opilio, and calibration of effective area fished per trap using bottom photography. J. Fish. Res. Bd. Can. 32: 761-768.
- Moriyasu M. and G.Y. Conan. 1989. Aquarium observation on mating behavior of snow crab, Chionoecetes opilio. ICES C.M. 1988/K:9, 21 p.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 191.
- 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.
- Swain, D.P., 1993. Age and density-dependent bathymetric pattern of Atlantic cod (Gadus morhua) in the southern Gulf of St. Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 50(6):1255-1264.
- Tremblay, M.J. 1997. Snow crab (Chionoecetes opilio) distribution limits and abundance trends on the Scotian Shelf. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 27: 7-22.
- 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. Lowell Wakefield Symp. Ser., Alaska Sea Grant Rep. 82-10. 499-520.

Table 1a.

Catches, fishing efforts and catch per unit of effort (CPUE) in the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, *Chionoecetes opilio*, fisheries (all Areas, Areas 12, 18, 19) between 1985 and 1998.

Tableau 1a. Prises, effets de pêche et prise par unité d'effort (PUE) dans les pêcheries du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (toutes zones, zones 12, 18, 19) entre 1985 et 1998.

	Catch (t) Prise (t)	Effort (# of trap haul)			CPUE (kg/trap haul) PUE (kg/casier levé)			
		All/toutes	12	18	19	All/toutes	12	18
1985								
1986	24267	618		454657	14372		53.4	43.0
1987	11782	626	1151	449293	9766	37987	26.2	64.1
1988	12355	669	1337	528844	10790	22794	23.4	62.0
1989	7882	669	1334	356442	11463	29978	22.1	58.1
1990	9491	6950	662	1333	320707	254578	15691	28422
1991	12639	10019	187 s 668 f	1337	371163	326671	6091 s 9346 f	16733
1992	14437	11235	741	1678	412562	362967	14820	17140
1993	17562	14336	748	1678	388865	344698	13271	18204
1994	23324	19995	734	1672	456993	390833	12363	24495
1995	23193	19944	693	1575	504196	416890	20662	24854
1996	18224	15978	306	1342	389402	318796	14421	24583
1997	17655	15413	406	1386	349322	303286	22431	21930
1998	13413	11136	289	1988	290663	243339	16092	31232

s: spring season; f: fall season

s: saison du printemps; f: saison de l'automne

Table 1b.

Catches, fishing efforts and catch per unit of effort (CPUE) in zones E and F snow crab, *Chionoecetes opilio*, fisheries since 1995.

Tableau 1b.

Prises, effets de pêche et prise par unité d'effort (PUE) dans les pêcheries du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, des zones E et F depuis 1995.

	Catch (t) Prise (t)	Effort (# of trap haul)		CPUE (kg/trap haul) PUE (kg/casier levé)	
		Zone E	Zone F	Zone E	Zone F
1995	217.1	316.7	4033	11561	53.8
1996	163.5	237.8	2714	5604	60.3
1997	163.0	287.0	4695	6390	34.7
1998	161.0	290.0	5624	6035	28.6

Table 2a. Historical exploitation rates in the southern Gulf of St. Lawrence snow crab fisheries (Areas 12, 18 and 19).

Tableau 2a. Historique des taux d'exploitation dans les pêches du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 18 et 19).

	Area 12 Zone 12	Area 18 Zone 18	Area 19 Zone 19
1990	32	-	-
1991	43	-	-
1992	38	-	-
1993	38	59	32
1994	32	58	73
1995	35	58	61
1996	32	53	74
1997	35	42	63
1998	35	-	63

Table 2b. Average percentage of soft-shelled snow crabs in the catch in the southern Gulf of St. Lawrence fisheries (Areas 12, 18, 19, E and F).

Tableau 2b. Pourcentage moyen de crabes des neiges à carapace molle dans les prises pour les pêches du sud du golfe du Saint-Laurent (Zones 12, 18, 19, E et F)

	Area 12 Zone 12	Area 25/26 Zone 25/26	Area 18 Zone 18	Area 19 Zone 19	Area E Zone E	Area F Zone F
1986	4.9	17.3	-	-	-	-
1987	10.8	54.9	-	-	-	-
1988	7.5	62.0	-	-	-	-
1989	37.2	97.0	-	-	-	-
1990	16.8	55.3	-	24.8 (f/a)	19.4	-
1991	11.5	36.4	18.0 (s/p) 5.7 (f/a)	5.1	-	-
1992	8.6	10.1	1.4 (s/p) 5.6 (f/a)	6.6	-	-
1993	6.1	-	10.4	1.9	-	-
1994	5.6	12.4	7.2	5.5	-	-
1995	2.5	8.7	8.2	3.5	0.6	11.8
1996	4.2	14.3	20.5	10.8	4.6	5.3
1997	5.0	-	13.0	11.1	4.3	1.5
1998	2.8	-	17.1	11.2	2.9	1.1

s: spring/ p: printemps; f: fall/ a automne

Table 3. Biomass estimates (t) for different stage of male snow crab with 95% confidence limits in the southern Gulf of St. Lawrence.

Tableau 3. Estimation de la biomasse (t) de différents stades du crabe des neiges mâle avec un intervalle de confiance de 95% dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

All Areas/Toutes Zones				Area 12/Zone 12			
B	R	RB/BR	OB/ BV	B	R	RB/BR	OB/ BV
1988					<b>6201</b>		$\pm 1673$
1989				<b>8676</b>	<b>451</b>	<b>12078</b>	$\pm 3635$
1990				<b>21748</b>	<b>4184</b>	<b>8700</b>	$\pm 11614$
1991				<b>23444</b>	<b>15082</b>	<b>11000</b>	$\pm 12402$
1992		<b>28521</b>	$\pm 5590$	<b>29443</b>	<b>13659</b>	<b>20300</b>	$\pm 14714$
1993	<b>46483</b>	<b>25853</b>	<b>35773</b>	<b>2870</b>	<b>37771</b>	<b>22491</b>	<b>22400</b>
	$\pm 19338$	$\pm 10797$	$\pm 8872$	$\pm 1312$	$\pm 14175$	$\pm 9259$	$\pm 5981$
1994	<b>68832</b>	<b>35637</b>	<b>32787</b>	<b>645</b>	<b>61936</b>	<b>34052</b>	<b>28400</b>
	$\pm 10710$	$\pm 8764$	$\pm 9312$	$\pm 408$	$\pm 8176$	$\pm 7968$	$\pm 5981$
1995	<b>66145</b>	<b>30527</b>	<b>35266</b>	<b>4900</b>	<b>56682</b>	<b>27606</b>	<b>31100</b>
	$\pm 9902$	$\pm 6006$	$\pm 6242$	$\pm 1418$	$\pm 6748$	$\pm 4831$	$\pm 4976$
1996	<b>52719</b>	<b>19465</b>	<b>35181</b>	N/D	<b>49517</b>	<b>18454</b>	<b>33539</b>
	$\pm 8856$	$\pm 4788$			$\pm 7923$	$\pm 4319$	N/D
1997	<b>47146</b>	<b>14932</b>	<b>*16379</b>	<b>*1291</b>	<b>43570</b>	<b>13376</b>	<b>15171</b>
	$\pm 24988$	$\pm 14464$	$\pm 3878$	$\pm 785$	$\pm 23449$	$\pm 14324$	$\pm 3596$
1998	<b>*36245</b>	<b>*20026</b>	<b>*14321</b>	<b>*2242</b>	<b>33085</b>	<b>18073</b>	<b>13026</b>
	$\pm 8987$	$\pm 4608$	$\pm 2994$	$\pm 735$	$\pm 8238$	$\pm 4139$	$\pm 2545$
1999	<b>*31345</b>	<b>*17116</b>	-	-	<b>28193</b>	<b>15215</b>	-
	$\pm 6639$	$\pm 5387$			$\pm 5548$	$\pm 4295$	-

Area 18/Zone 18				Area 19/Zone 19			
B	R	RB/BR	BV/OB	B	R	RB/BR	BV/OB
					<b>4551</b>		$\pm 1825$
				<b>5459</b>	<b>1279</b>	<b>5800</b>	$\pm 1942$
				$\pm 374$	$\pm 2987$		
<b>1278</b>	<b>610</b>	<b>59</b>		<b>5226</b>	<b>1762</b>	<b>2263</b>	<b>114</b>
$\pm 1171$	$\pm 163$	$\pm 122$		$\pm 2205$	$\pm 885$	$\pm 484$	$\pm 117$
<b>1256</b>	<b>753</b>	<b>870</b>	<b>45</b>	<b>2300</b>	<b>672</b>	<b>2274</b>	<b>110</b>
$\pm 1043$	$\pm 439$	$\pm 601$	$\pm 34$	$\pm 621$	$\pm 184$	$\pm 557$	$\pm 74$
<b>1195</b>	<b>426</b>	<b>270</b>	<b>110</b>	<b>2598</b>	<b>836</b>	<b>1533</b>	<b>223</b>
$\pm 1060$	$\pm 294$	$\pm 292$	$\pm 57$	$\pm 1045$	$\pm 227$	$\pm 573$	$\pm 71$
<b>582</b>	<b>318</b>	<b>269</b>	<b>57</b>	<b>1825</b>	<b>280</b>	<b>1176</b>	<b>292</b>
$\pm 229$	$\pm 179$	$\pm 329$	$\pm 83$	$\pm 376$	$\pm 131$	$\pm 375$	$\pm 95$
<b>970</b>	<b>703</b>	N/D	N/D	<b>2190</b>	<b>965</b>	<b>1208</b>	<b>0</b>
$\pm 523$	$\pm 375$			$\pm 600$	$\pm 435$	$\pm 282$	$\pm 0$
N/D	N/D	ND	ND	<b>3160</b>	<b>1953</b>	<b>1295</b>	<b>38</b>
				$\pm 749$	$\pm 469$	$\pm 449$	$\pm 125$
N/D	N/D	-	-	<b>3152</b>	<b>1901</b>	-	-
				$\pm 1091$	$\pm 1092$		

B: CW  $\geq 95$  mm with a hard carapace (projected); R: Annual recruitment to the fishery (projected);

RB: Remaining biomass after the fishing season (direct); OB: CW  $\geq 95$  mm with a very old carapace (direct).

B: LC  $\geq 95$  mm with carapace dure (projection); R: Recrutement annuel à la pêcherie (projection);

BR: Biomasse résiduelle après la saison de pêche (directe); BV: LC  $\geq 95$  mm avec une très vieille carapace (directe).

\* The biomass for all Areas is the summation of Area 12 and Area 19.

\* La biomasse pour toutes zones est le résultat de l'addition des zones 12 et 19.

Table 4. Estimation (in numbers  $\times 10^6$ ) of recruits in the population (R-3, R-2, R'-2, R'<sub>sk</sub>-2 and R-1) in Area 12 based on trawl surveys.

Tableau 4. Estimation (en nombre  $\times 10^6$ ) des recrues dans la population (R-3, R-2, R'-2, R'<sub>sk</sub>-2 et R-1) dans la zone 12 basée sur les données du relevé au chalut.

Year/ Année	R - 3	R - 2	R' - 2	R' sk - 2	R-2 Total	R -1
1988	88.5	5.6	5.3	3.4	14.3	0.8
1989	136.5	55.5	14.3	7.5	77.3	7.3
1990	150.4	96.3	22.6	5.1	124.0	27.8
1991	62.4	76.6	19.0	7.6	103.2	22.8
1992	58.3	96.2	28.8	13.7	138.7	54.4
1993	52.6	107.3	35.9	14.9	158.1	51.4
1994	30.5	55.0	30.1	12.3	97.4	47.9
1995	39.8	36.3	26.6	12.1	75.0	31.4
1996	-	-	-	-	-	-
1997	61.1	42.1	8.1	1.5	51.7	30.3
1998	79.2	28.1	26.2	6.1	54.3	26.4

R-3:  $56 \leq CW < 76$  mm adolescent with a soft-shell at the time of the survey.

R-2 :  $76 \leq CW < 95$  mm adolescent with a soft-shell at the time of survey.

R'-2:  $CW \geq 95$  mm adolescent with a soft-shell at the time of survey.

R'<sub>sk</sub>-2:  $CW \geq 95$  mm adolescent with a hard-shell at the time of survey.

R-2 Total:  $CW \geq 76$  mm adolescent at the time of the survey

R-1:  $CW \geq 95$  mm adult with a soft-shell at the time of survey.

R-3:  $56 \leq LC < 76$  mm adolescent avec une carapace molle au moment du relevé.

R-2 :  $76 \leq LC < 95$  mm adolescent avec une carapace molle au moment du relevé.

R'-2:  $LC \geq 95$  mm adolescent avec une carapace molle au moment du relevé.

R'<sub>sk</sub>-2:  $LC \geq 95$  mm adolescent avec une carapace dure au moment du relevé.

R-2 Total:  $LC \geq 76$  mm adolescent au moment du relevé.

R-1:  $LC \geq 95$  mm adulte avec une carapace molle au moment du relevé.

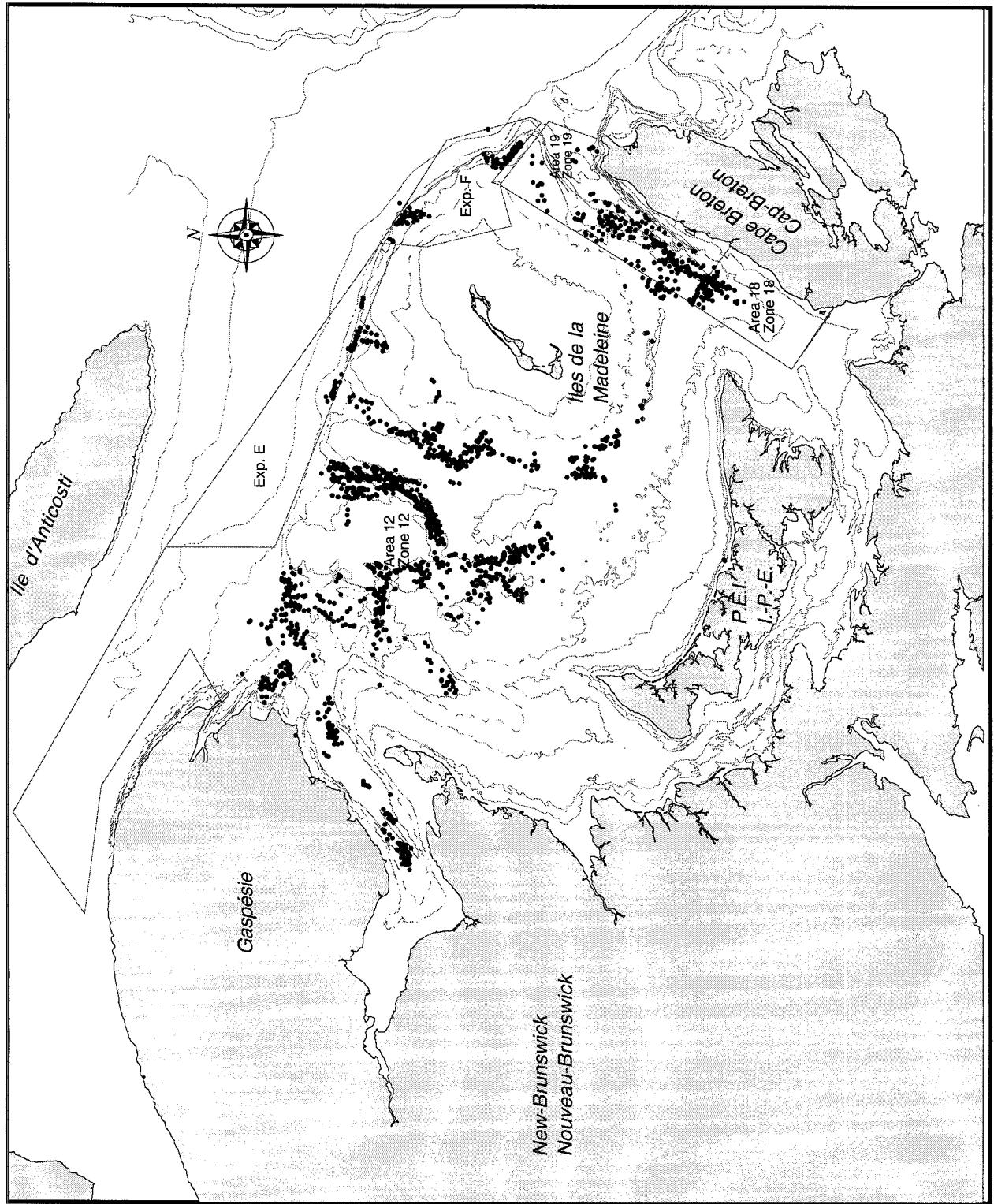


Figure 1.  
Southern Gulf of St. Lawrence snow crab, *Chionoecetes opilio*, management Areas and locations of traps sampled aboard commercial vessels during the 1998 fishing season.

Figure 1.  
Zones de gestion pour les pêcheries de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud du golfe du Saint-Laurent et positions des casiers échantillonnes à bord des bateaux commerciaux durant la pêche de 1998.

AREA 12  
ZONE 12

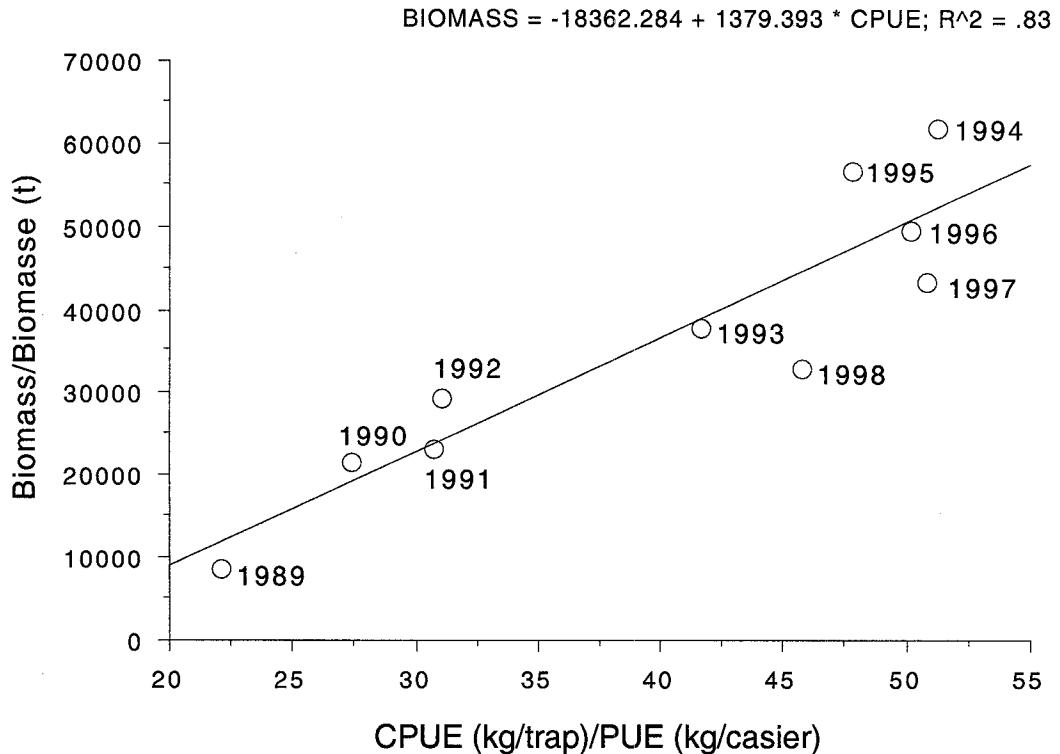


Figure 2. Commercial catch rates and harvestable biomass in the southwestern Gulf of St. Lawrence snow crab fishery (Area 12) since 1989.

Figure 2. Taux de capture et biomasse exploitable dans la pêcherie du sud-ouest du golfe du Saint-Laurent (zone 12) depuis 1989.

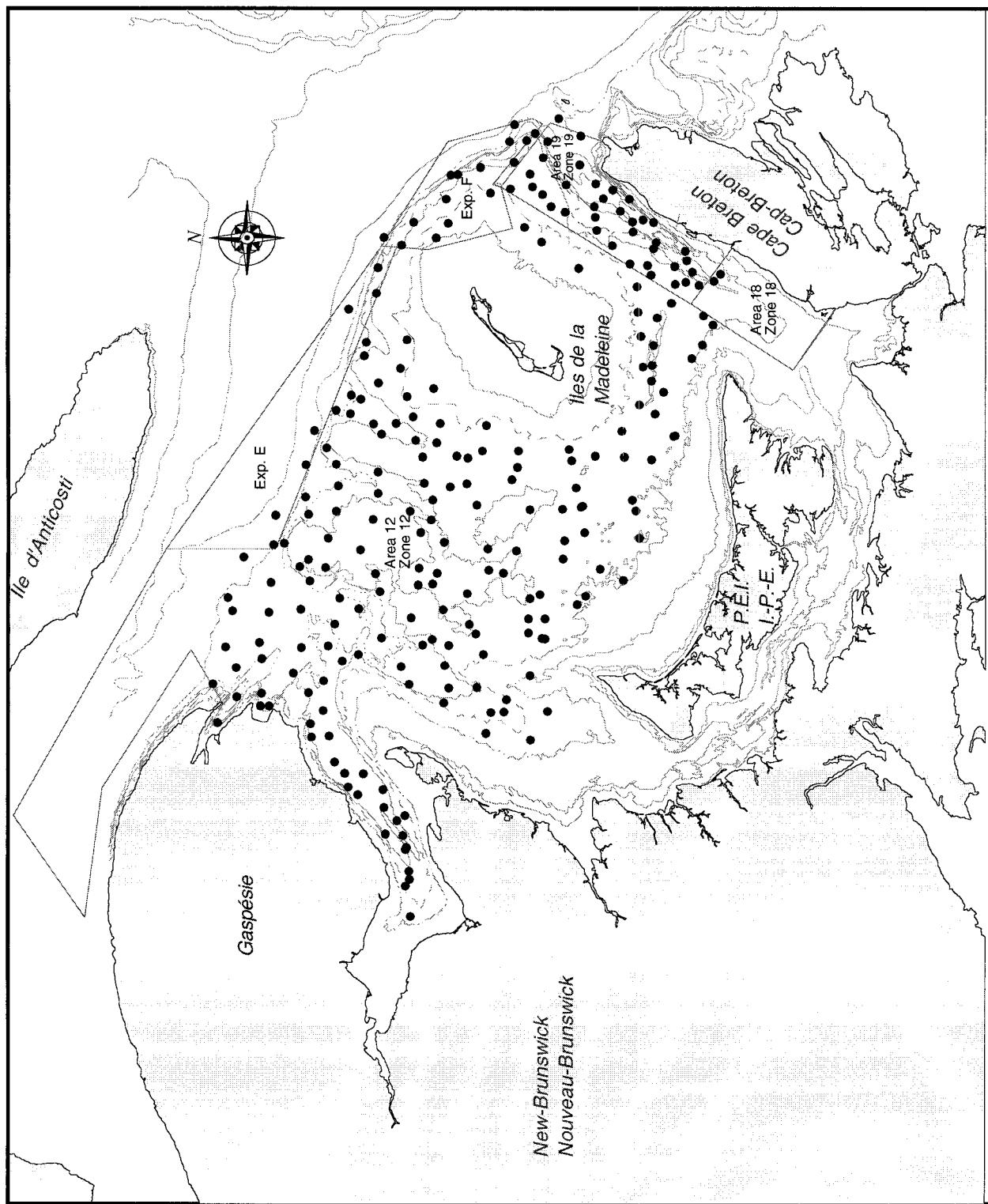


Figure 3. Positions of the trawl survey stations in fishing areas of snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southern Gulf of St. Lawrence in 1998.

Figure 3. Positions des stations du relevé au chalut dans les zones de pêche des neiges, *Chionoecetes opilio*, ou sud du golfe du Saint-Laurent en 1998.

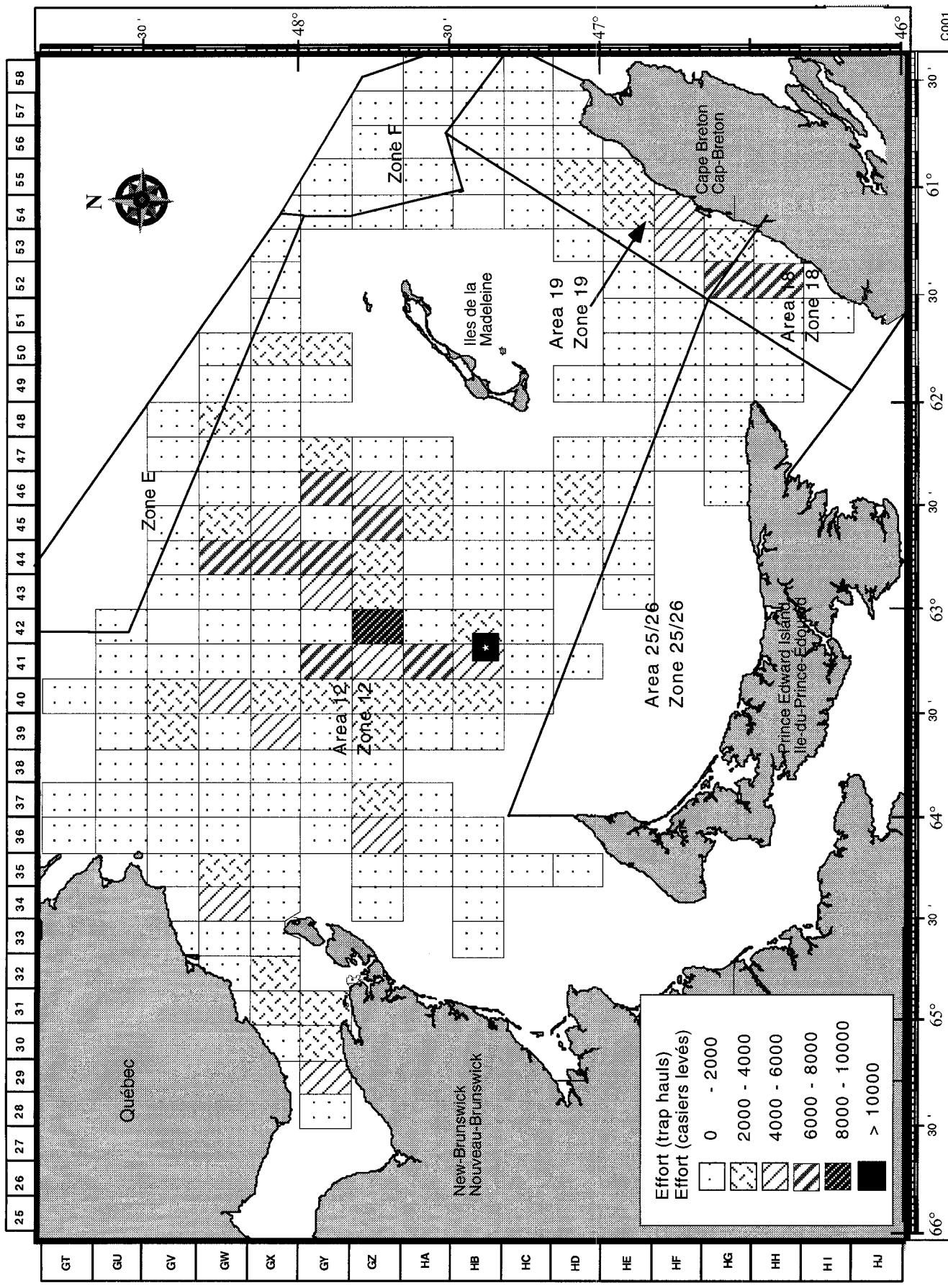
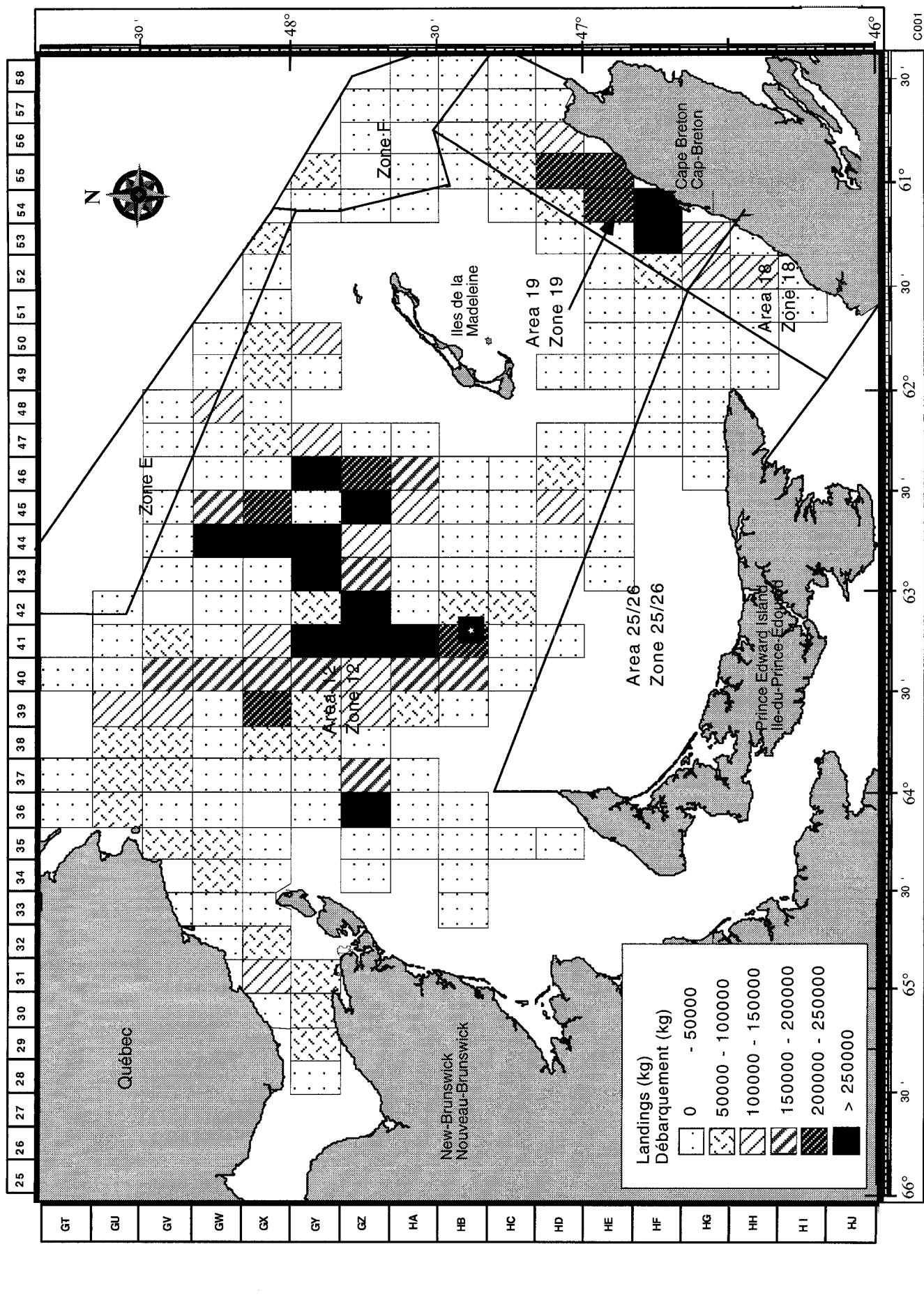


Figure 4. Geographic distribution of fishing effort in the southern Gulf of St. Lawrence fisheries in 1998  
Figure 4. Répartition géographique de l'effort de pêche dans les pêcheries au crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 1998



\* "Irving Whale"

Figure 5. Geographic distribution of landings in the southern Gulf of St. Lawrence fisheries in 1998  
Figure 5. Répartition géographique des débarquements dans les pêcheries au crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 1998

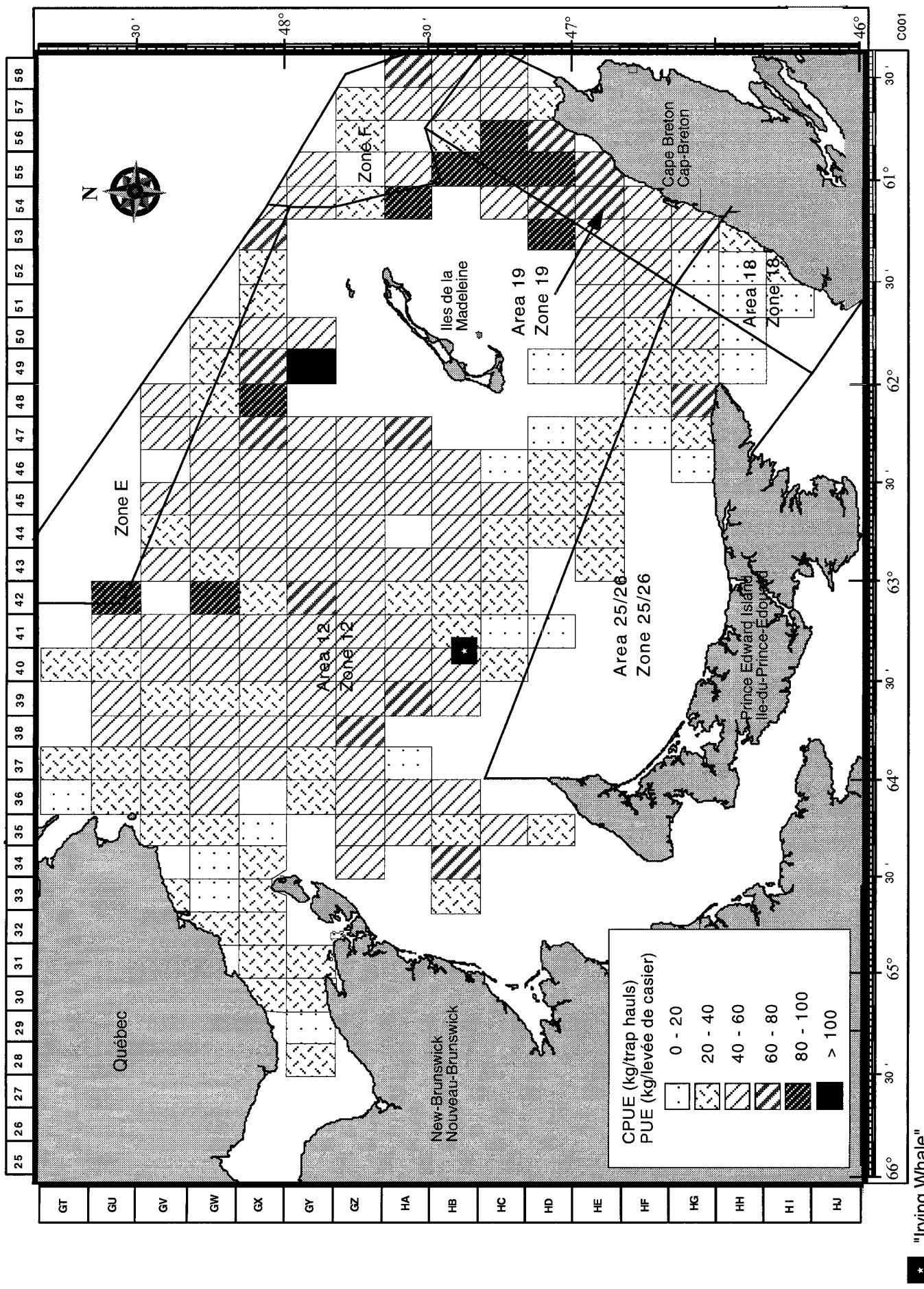


Figure 6. Geographic distribution of mean CPUE in the southern Gulf of St. Lawrence fisheries in 1998  
Figure 6. Répartition géographique de la PUE moyenne dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 1998

AREA 12  
ZONE 12

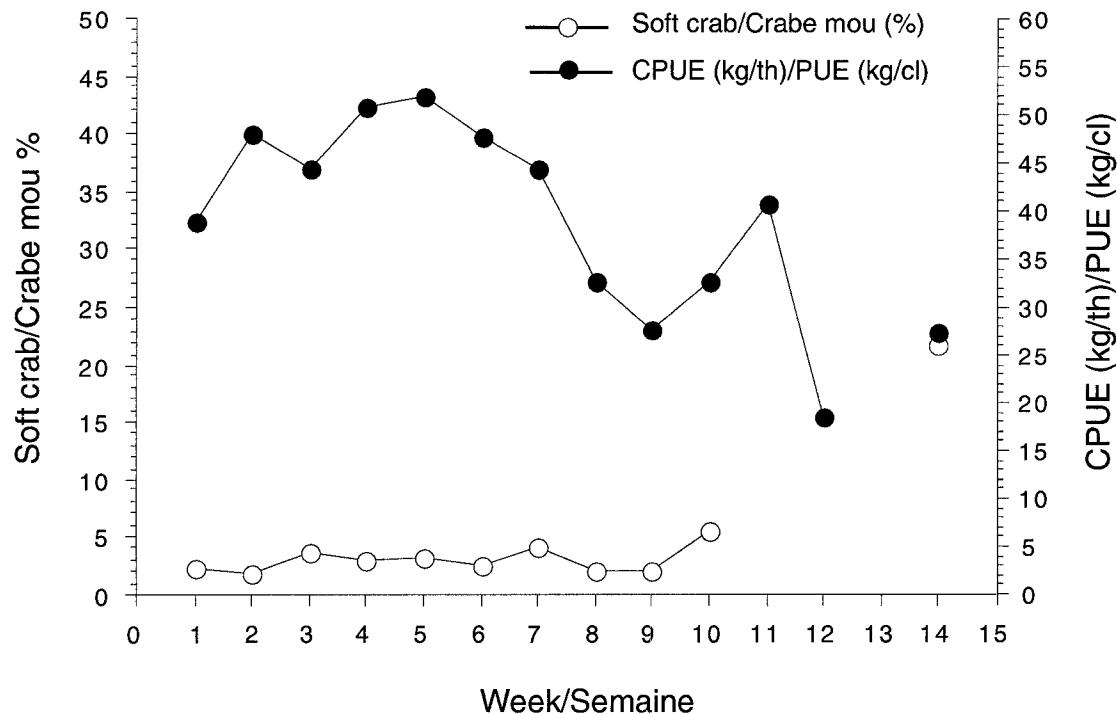


Figure 7. Weekly percentage of soft-shelled crabs and CPUE (kg/th) in Area 12 in 1998.

Figure 7. Pourcentage de crabe mou et PUE (kg/cl) hebdomadaire dans la zone 12 en 1998.

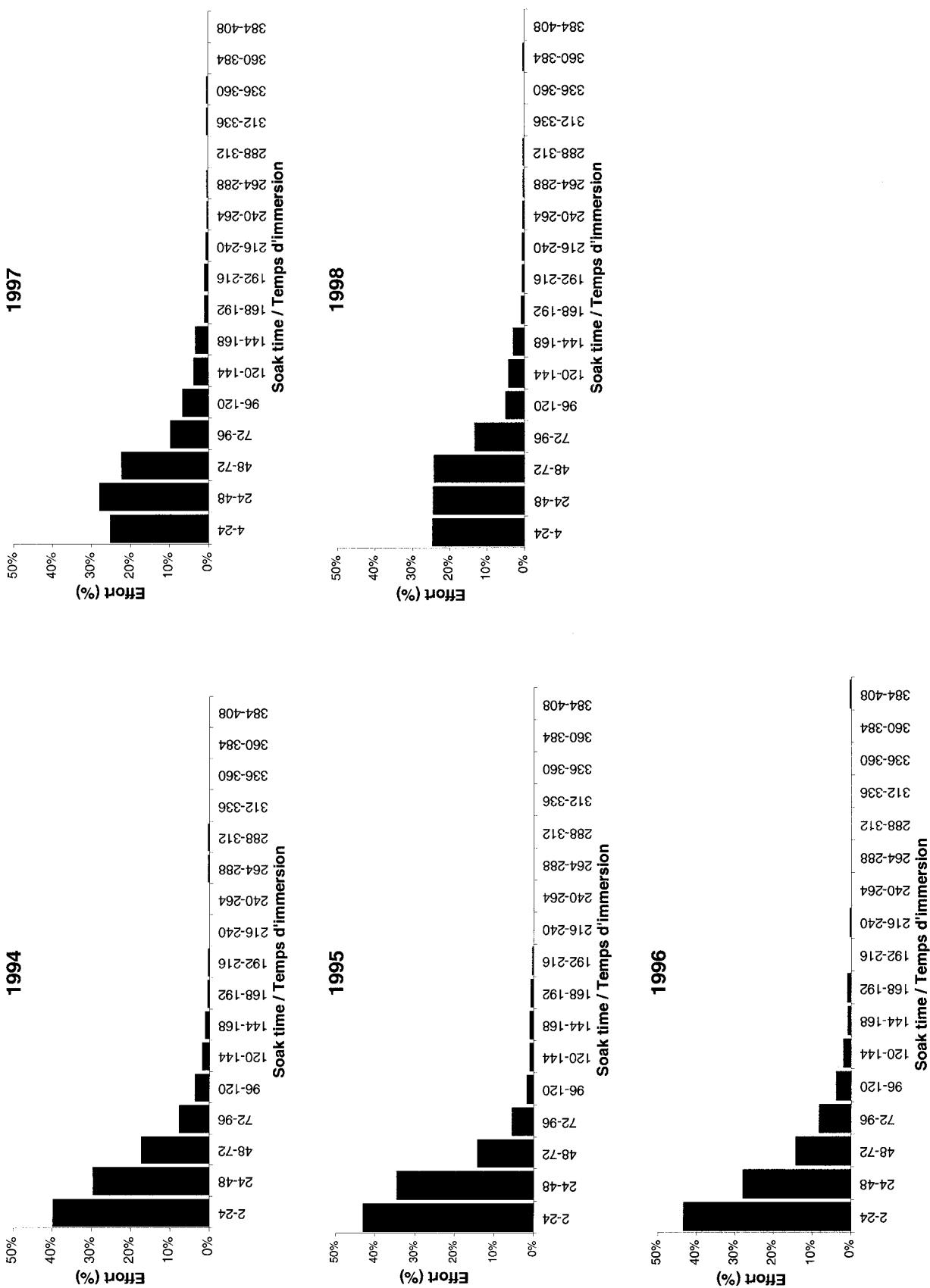


Figure 8: Distribution of fishing effort (in percentage) per 24 hours soak time intervals in Area 12 from 1994 to 1998.

Figure 8: Distribution de l'effort de pêche (en pourcentage) par intervalles de temps d'immersion de 24 heures dans la zone 12 de 1994 à 1998.

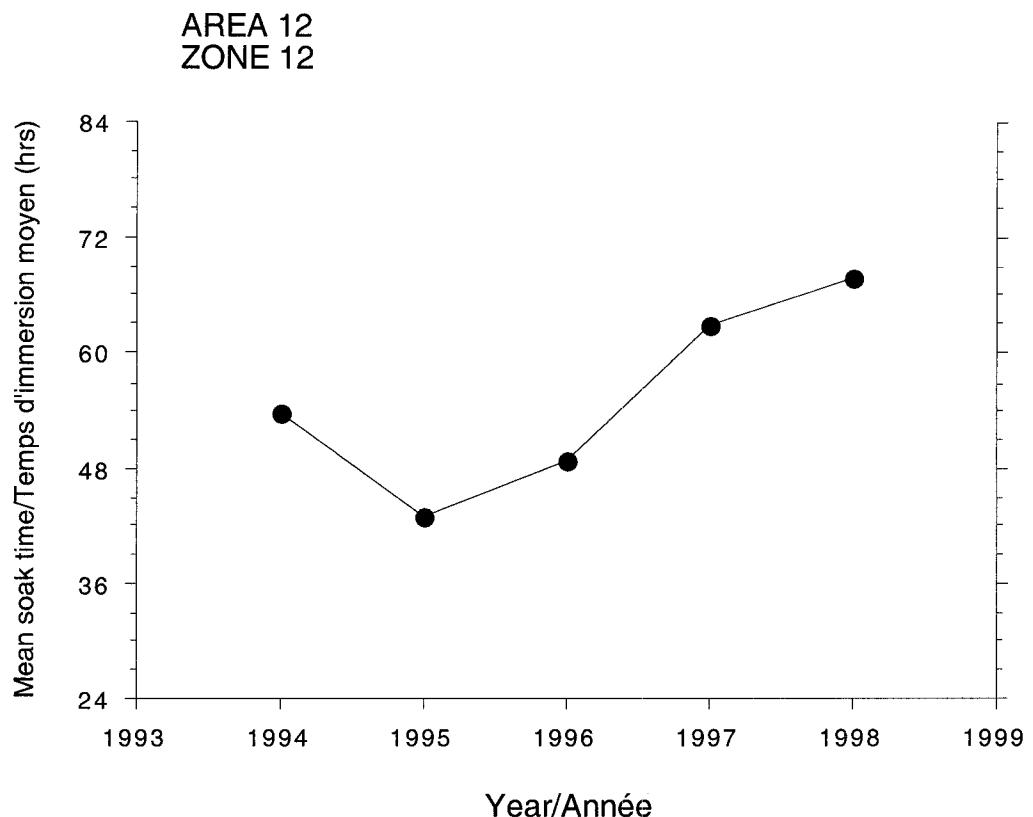


Figure 9. Mean soak time (in hours) of traps in Area 12 from 1994 to 1998.

Figure 9. Temps d'immersion moyen (en heures) des casiers dans la zone 12 de 1994 à 1998.

**ZONE 12  
AREA 12**

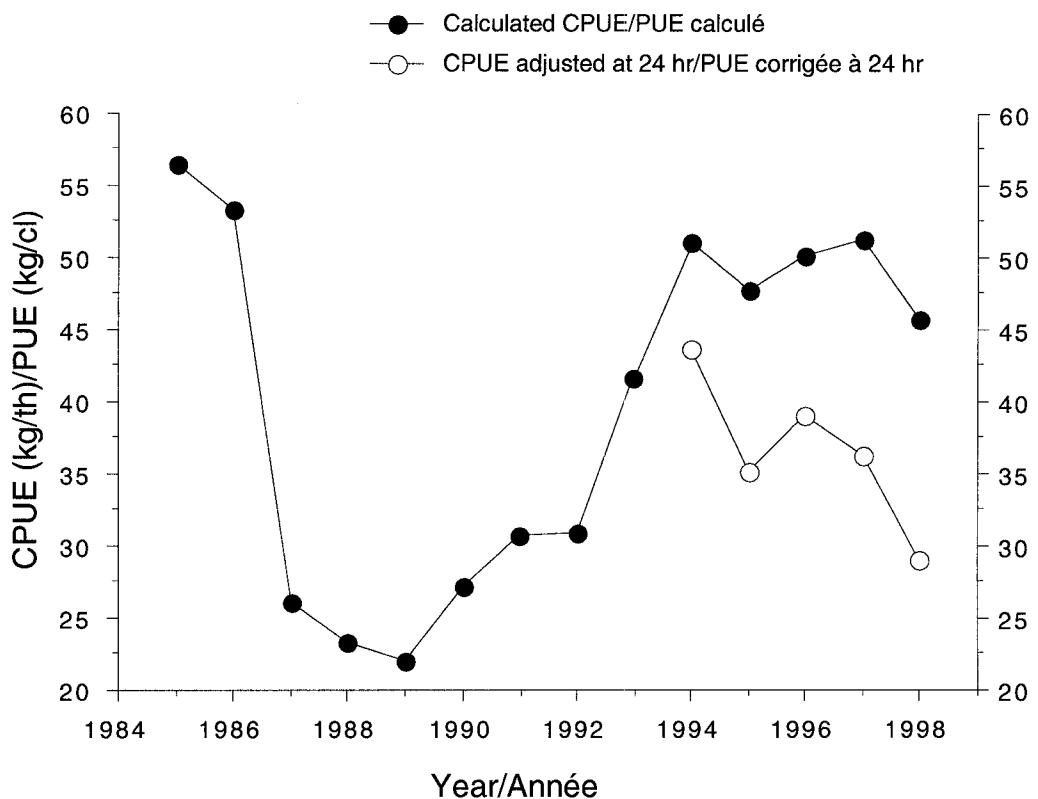


Figure 10: Annual CPUE (kg/trap hauls) in Area 12 since 1985 showing the difference between calculated and adjusted at 24 hours of soak times from 1994 to 1998.

Figure 10: PUE (kg/casier levé) annuelle dans la zone 12 depuis 1985 montrant la différence entre les PUE calculées et corrigées à 24 heures d'immersion de 1994 à 1998.

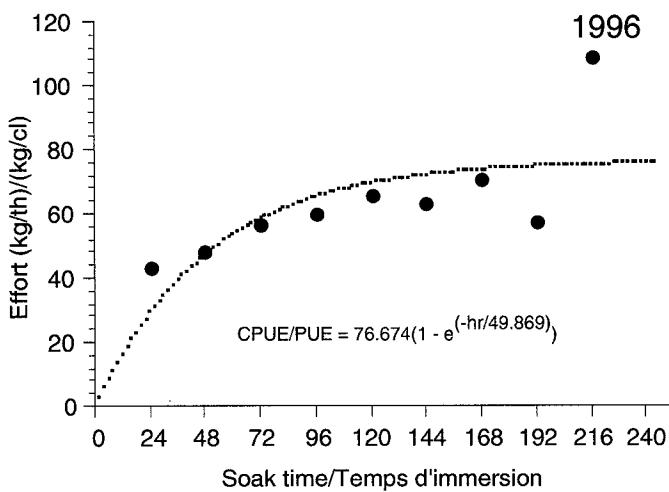
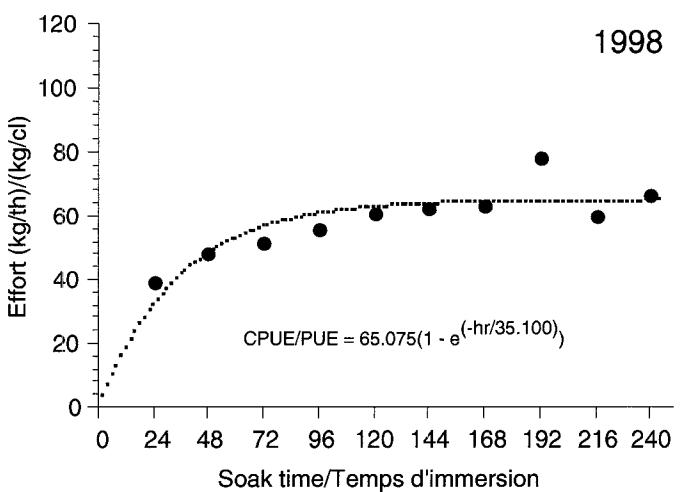
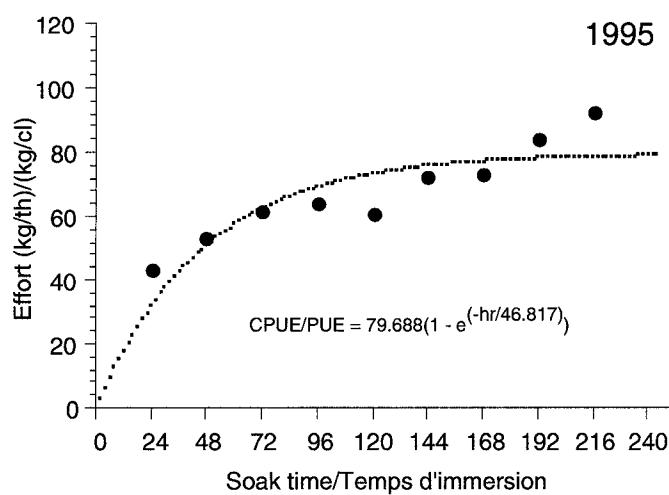
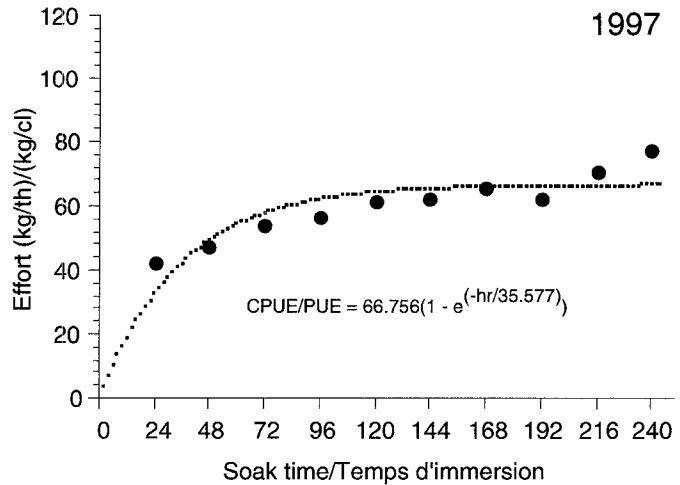
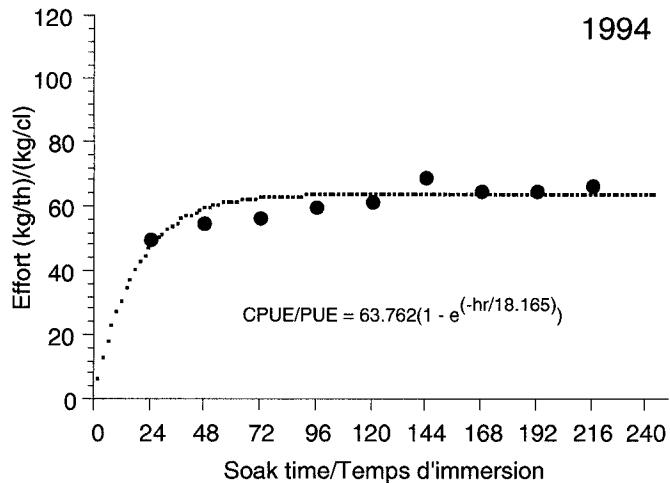


Figure 11: Exponential curve of catch per unit of effort (kg/th) per 24 hours soak time intervals in Area 12 from 1994 to 1998

Figure 11: Courbe exponentielle des prises par unité d'effort (kg/cl) par intervalles de temps d'immersion de 24 heures dans la zone 12 de 1994 à 1998.

AREA 18  
ZONE 18

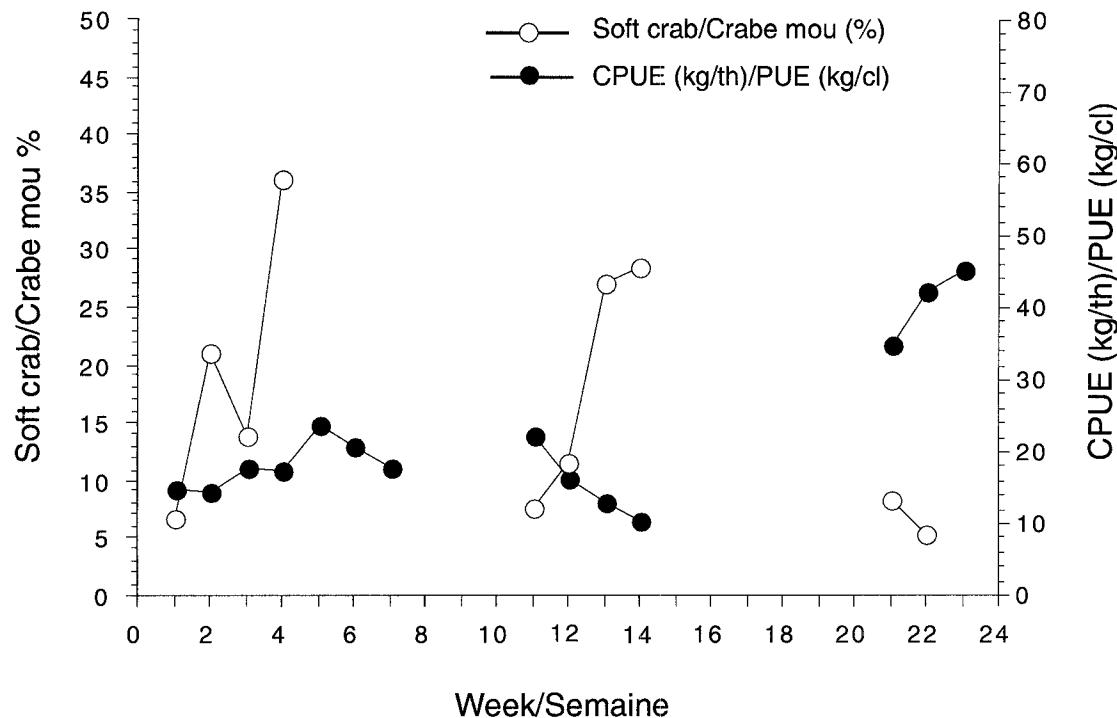


Figure 12. Weekly percentage of soft-shelled crabs and CPUE (kg/th) in Area 18 in 1998.

Figure 12. Pourcentage de crabes mous et PUE (kg/cl) hebdomadaire dans la zone 18 en 1998.

AREA 19  
ZONE 19

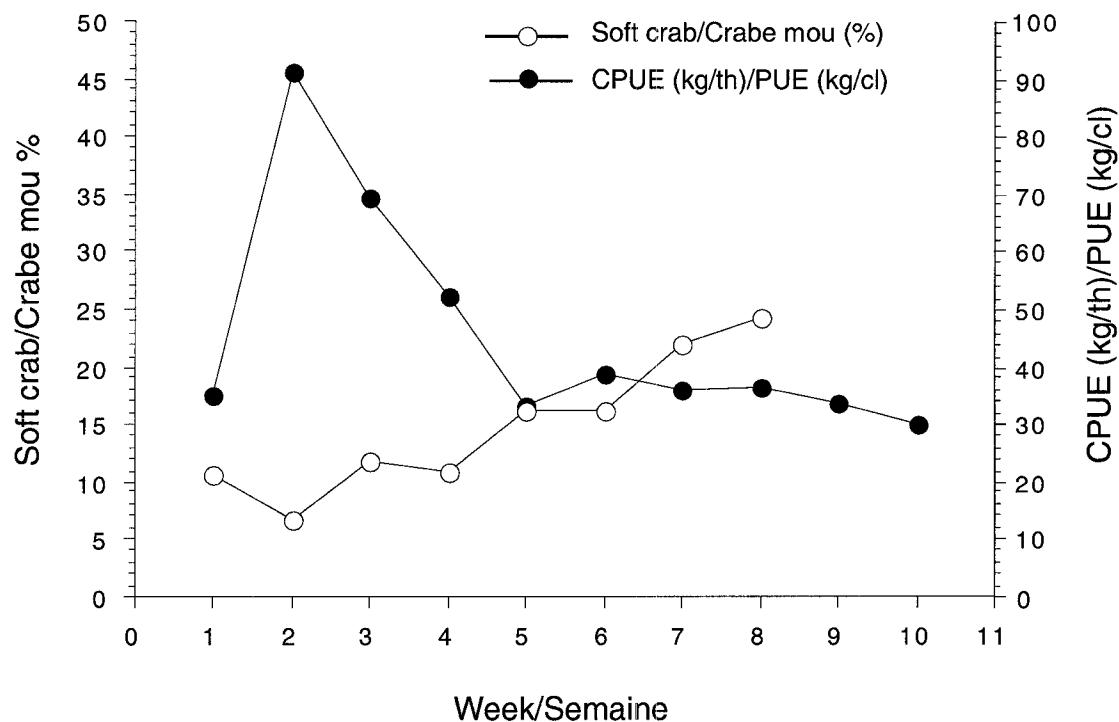


Figure 13. Weekly percentage of soft-shelled crabs and CPUE (kg/th) in Area 19 in 1998.

Figure 13. Pourcentage de crabe mou et PUE (kg/cl) hebdomadaire dans la zone 19 en 1998.

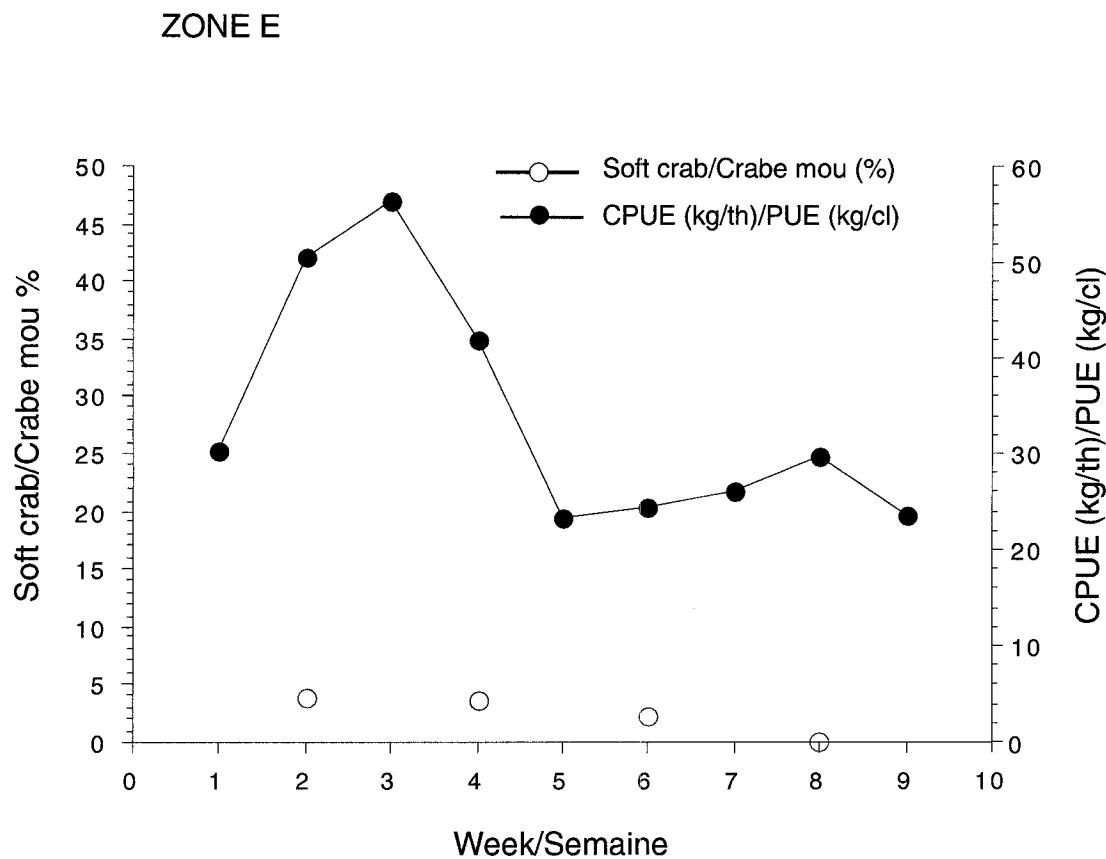


Figure 14. Weekly percentage of soft-shelled crabs and CPUE (kg/th) in Zone E in 1998.

Figure 14. Pourcentage de crabe mou et PUE (kg/cl) hebdomadaire dans la zone E en 1998.

## ZONE F

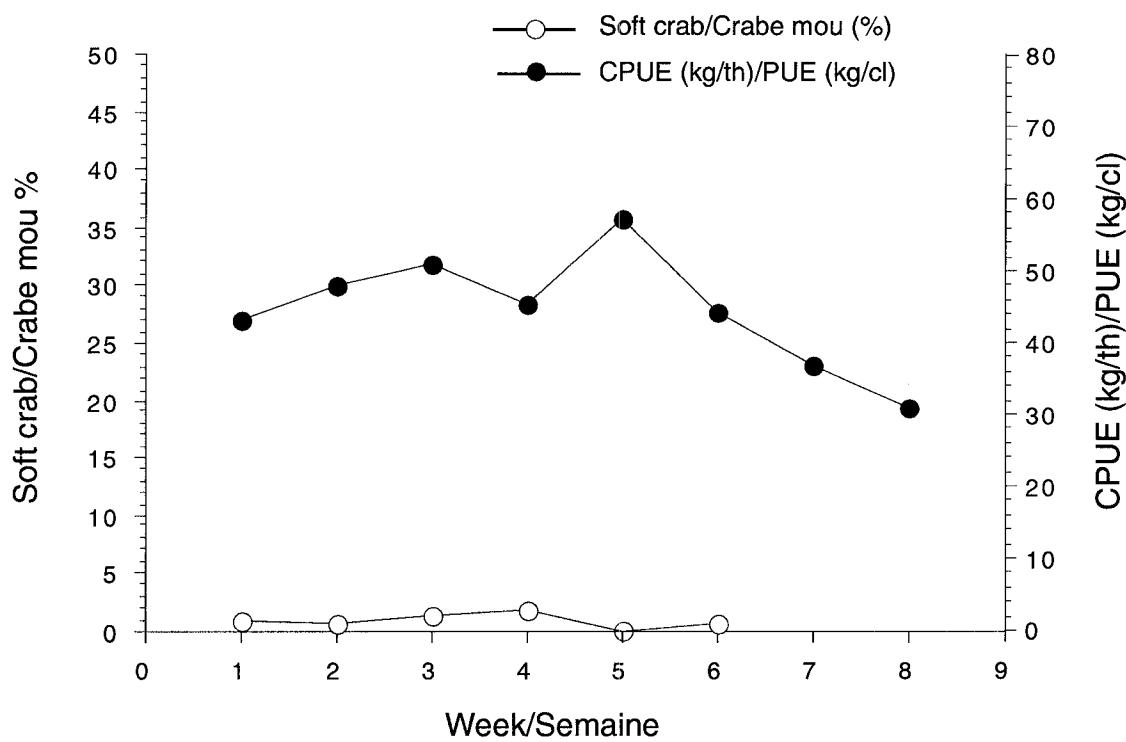


Figure 15. Weekly percentage of soft-shelled crabs and CPUE (kg/th) in Zone F in 1998.

Figure 15. Pourcentage de crabe mou et PUE (kg/cl) hebdomadaire dans la zone F en 1998.

**AREA 18**  
**ZONE 18**

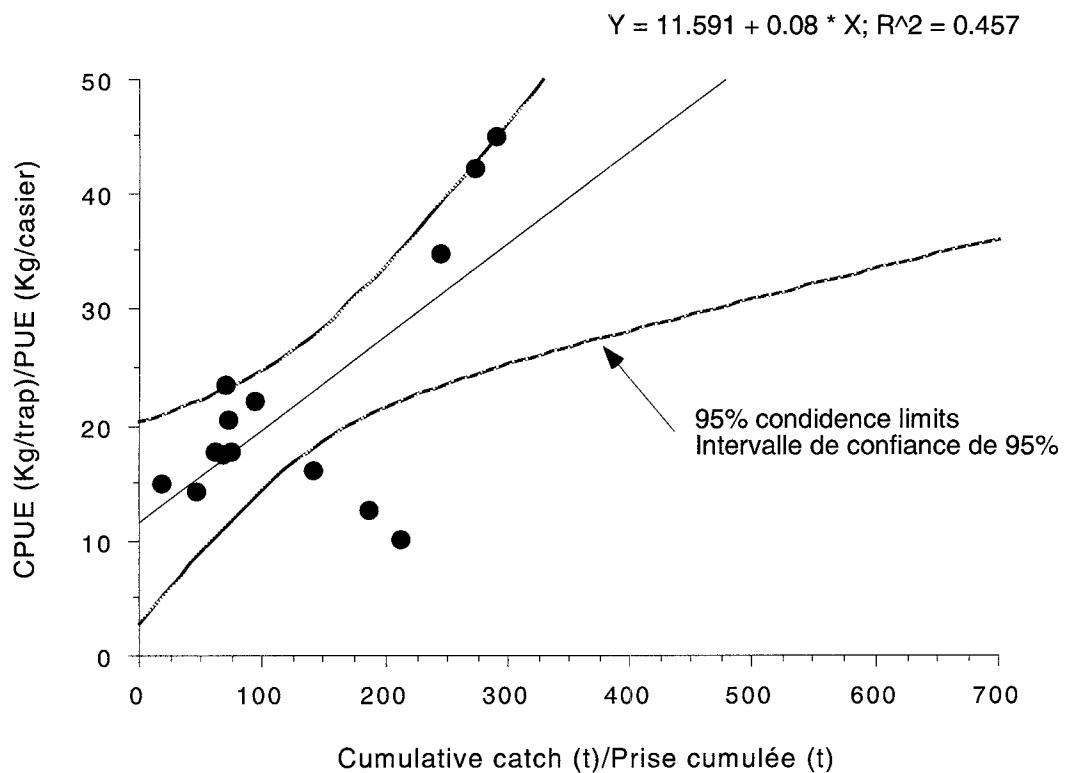


Figure 16: Leslie analysis from the 1998 logbook data in Area 18.

Figure 16: Analyse de Leslie à partir des données des carnets de bord de 1998 dans la zone 18.

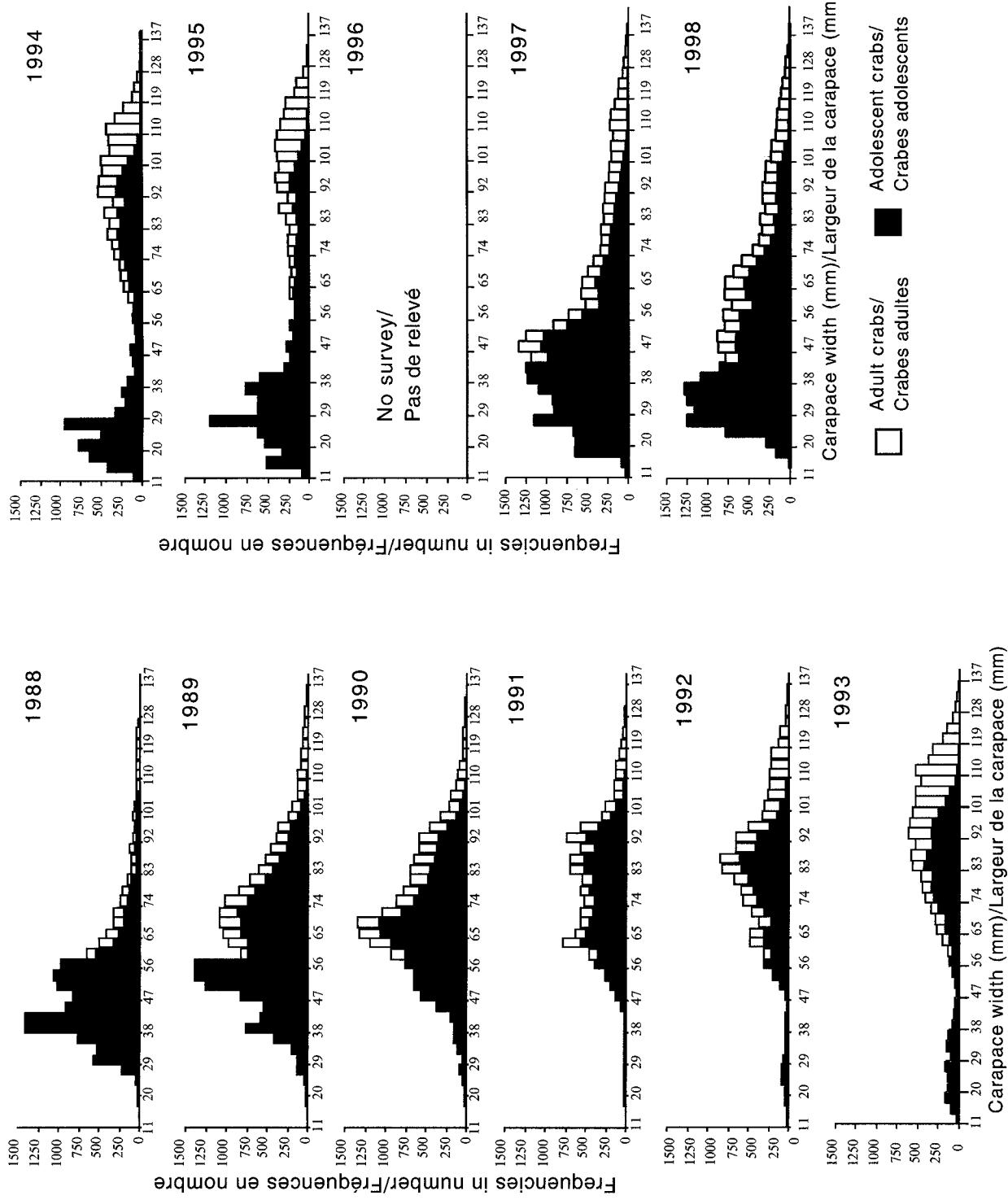
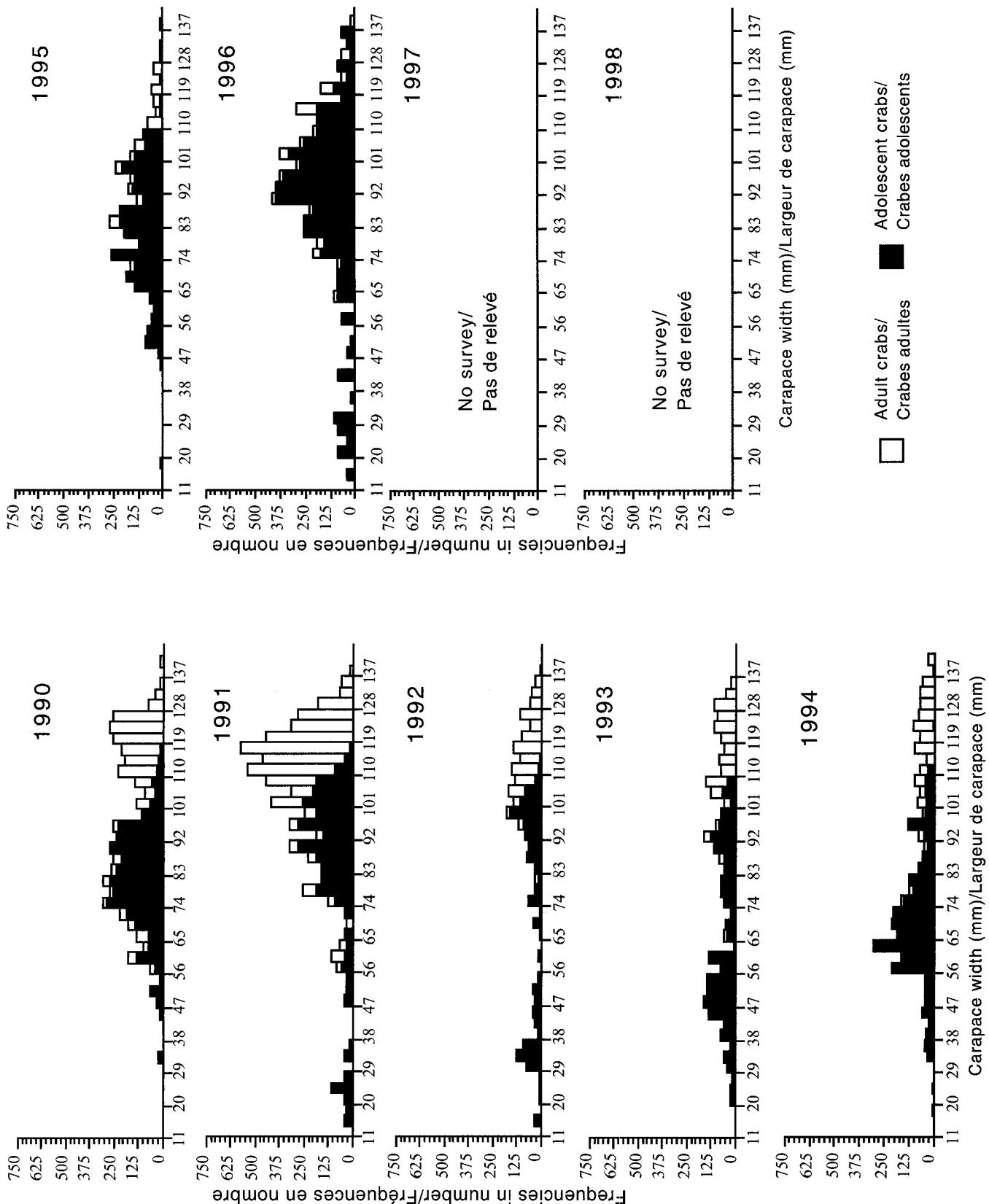


Figure 17. Size frequency distributions for male snow crabs taken during the research surveys in Area 12 following the fishing season from 1988 to 1998.

Figure 17. Distributions de fréquence de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone 12 après la saison de pêche entre 1988 et 1998.



**Figure 18.** Size frequency distributions for male snow crabs taken during the research surveys in Area 18 following the fishing season from 1990 to 1998.  
**Distributions de fréquence de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone 18 après la saison de pêche entre 1990 et 1998.**

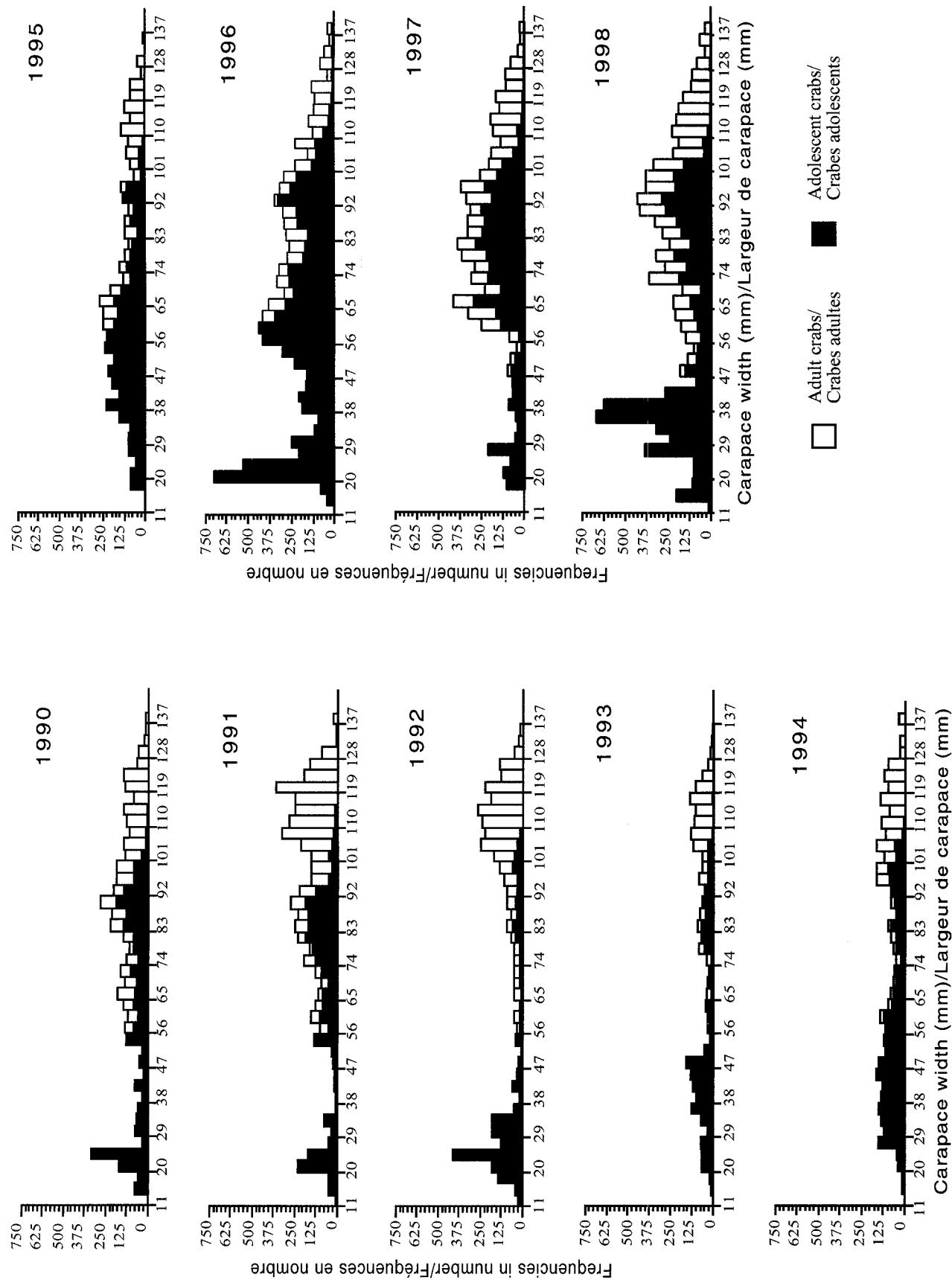


Figure 19.

Size frequency distributions for male snow crabs taken during the research surveys in Area 19 following the fishing season from 1990 to 1998.

Figure 19.

Distributions de fréquence de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone 19 après la saison de pêche entre 1990 et 1998.

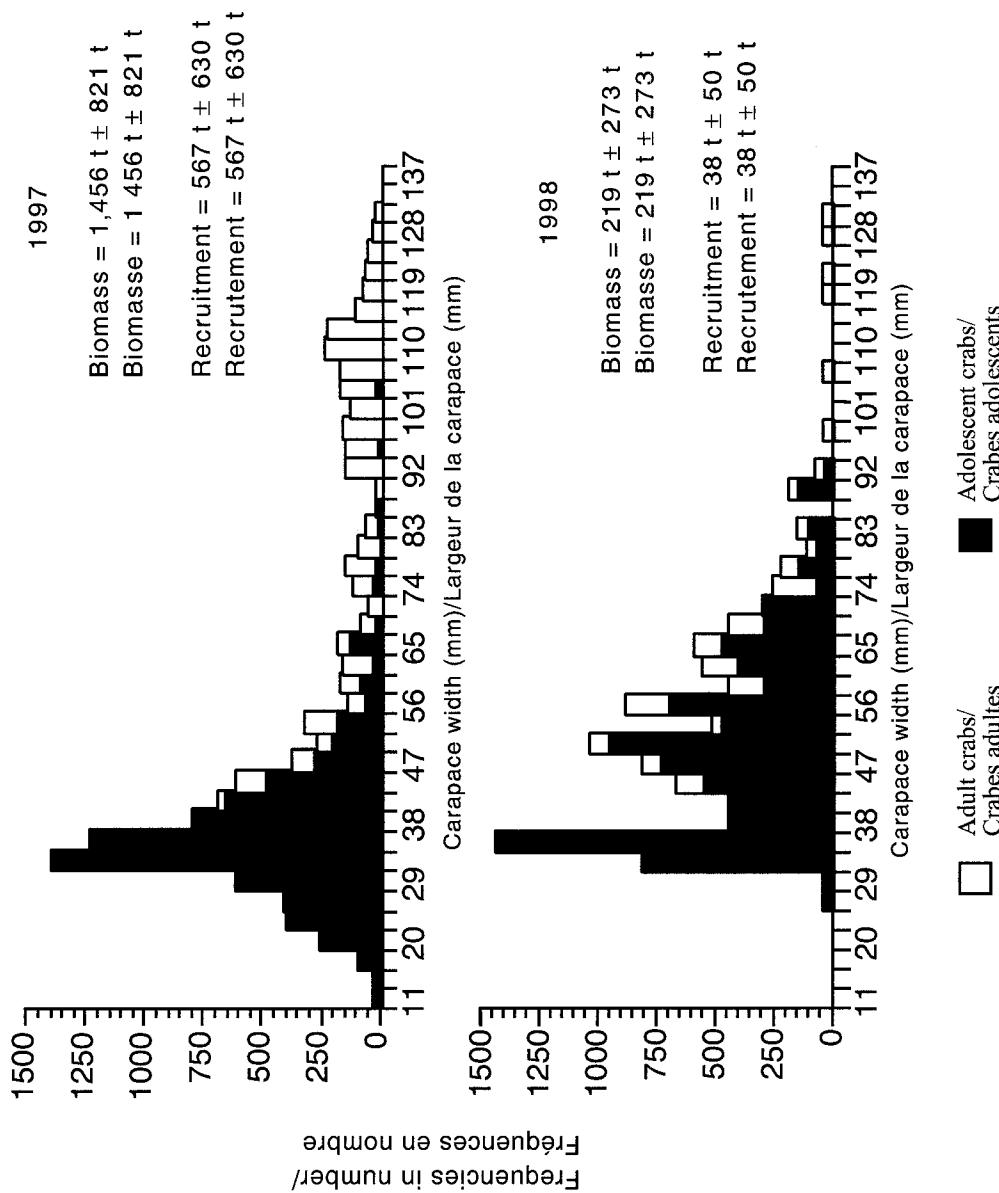


Figure 20. Size frequency distributions for male snow crabs taken during the research surveys in Zone E following the fishing seasons of 1997 and 1998.

Distributions de fréquence de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la Zone E après les saisons de pêche de 1997 et 1998.

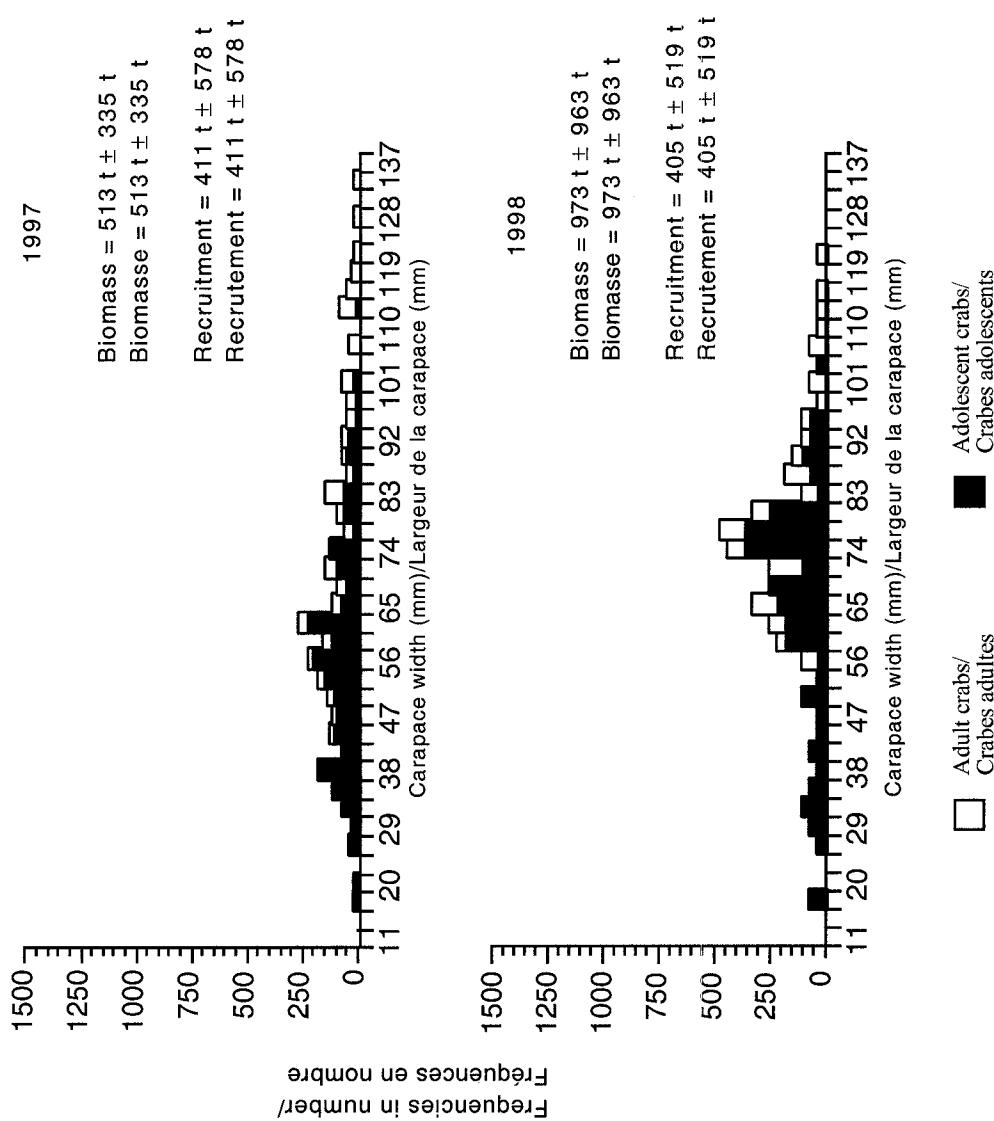


Figure 21. Size frequency distributions for male snow crabs taken during the research surveys in Zone F following the fishing seasons of 1997 and 1998.

Figure 21. Distributions de fréquence de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la Zone F après les saisons de pêche de 1997 et 1998.

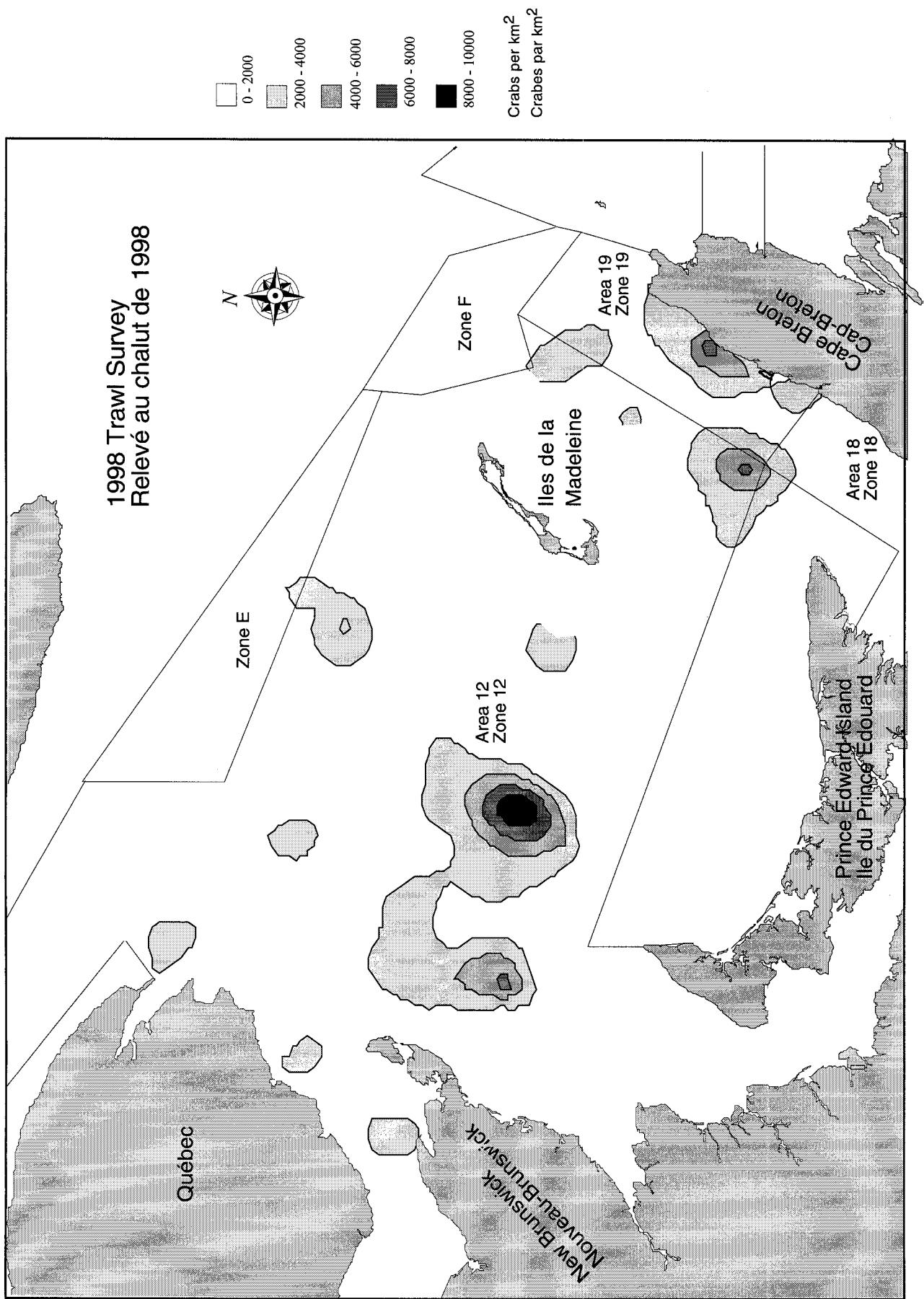


Figure 22. Projected density contours of adult snow crab  $\geq 95$  mm CW for 1999.  
Figure 22. Contours de densité projetés de crabe des neiges adulte  $\geq 95$  mm LC pour 1999.

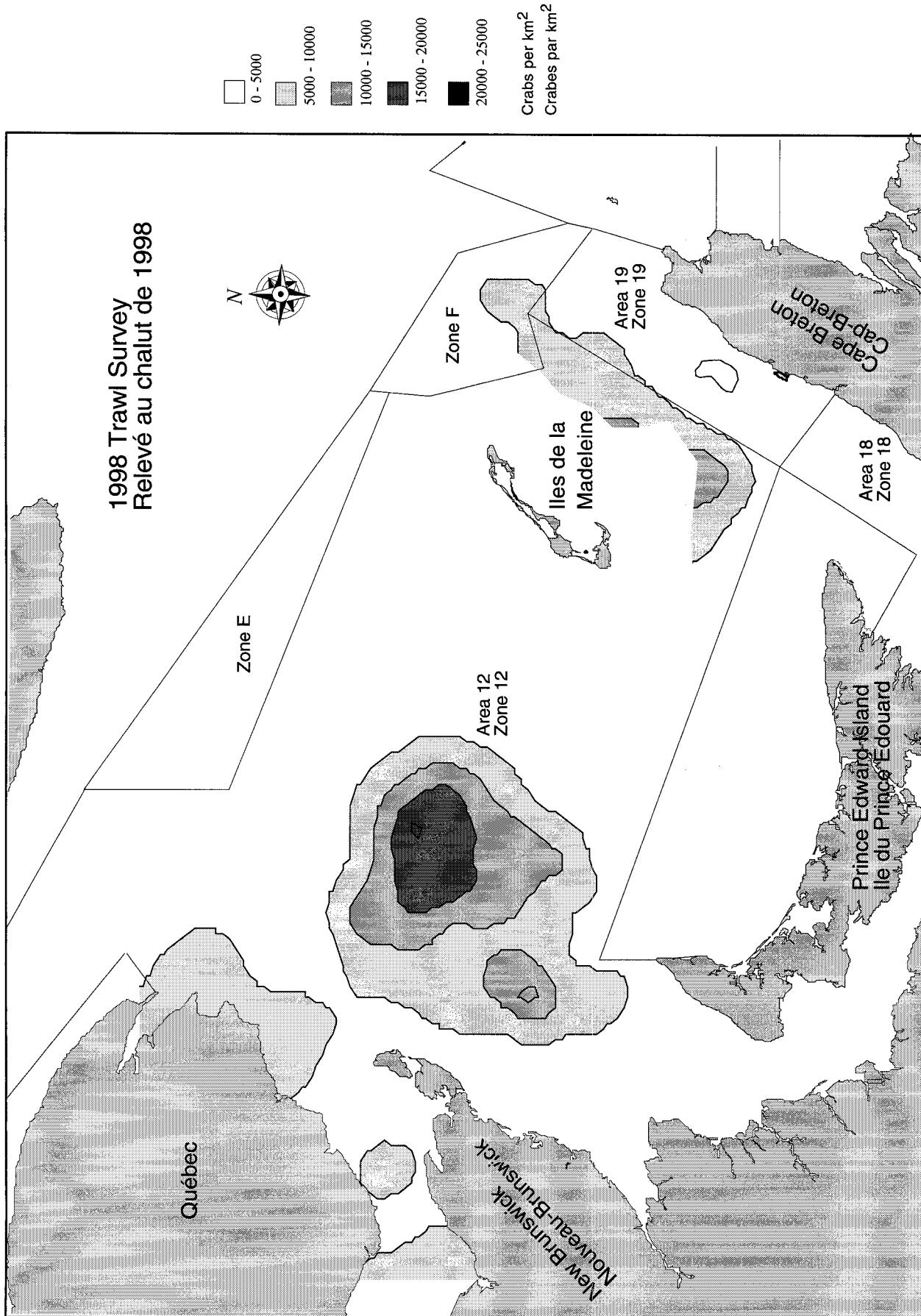


Figure 23.  
Figure 23.

Projected density contours of adolescent snow crab  $\geq 56$  mm CW for 1999.  
Contours de densité projetés de crabe des neiges adolescent  $\geq 56$  mm LC pour 1999.