OPTIMISATION DE LA RÉCOLTE DE CHAIR ET MORTALITÉ DURANT LES OPÉRATIONS DE PÊCHE AU CRABE DES NEIGES (*Chionoecetes opilio* O. Fabricius) DANS L'EST CANADIEN

Réjean Dufour, Denis Bernier et Jean-Claude Brêthes

Direction des Sciences
Ministère des Pêches et Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000, 850 route de la Mer
Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

1997

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2152.

Rapport technique canadien

des sciences halieutiques et aquatiques 2152

1997

OPTIMISATION DE LA RÉCOLTE DE CHAIR ET MORTALITÉ DURANT LES OPÉRATIONS DE PÊCHE AU CRABE DES NEIGES (*Chionoecetes opilio* O. Fabricius) DANS L'EST CANADIEN

Réjean Dufour, Denis Bernier[1] et Jean-Claude Brêthes[2]

Direction des Sciences
Ministère des Pêches et Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000, 850 route de la Mer
Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

1 Biologiste consultant, 44 Des Retraités, Mont-Joli, Québec, G5H 1E6

2 Département d'océanographie, Université du Québec à Rimouski, 300 rue des Ursulines, Rimouski, Québec, G5L 2Z9

© Ministre des Travaux publiques et Services gouvernementaux Canada 1997

No de cat. Fs 97-6/0000 ISSN 0706-6570

On devra citer la publication comme suit :

Dufour, R., D. Bernier et J.-C. Brêthes. 1997. Optimisation de la récolte de chair et mortalité durant les opérations de pêche au crabe des neiges (*Chionoecetes opilio* O. Fabricius) dans l'est canadien. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2152. : viii + 31 p.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES iii

LISTE DES TABLEAUX iv

LISTE DES FIGURES v

LISTE DES ANNEXES vi

RÉSUMÉ vii

ABSTRACT viii

INTRODUCTION 1

MATÉRIEL ET MÉTHODES 3

GÉNÉRALITÉS 3

DURETÉ ET CONTENU EN CHAIR 3

MORTALITÉ DURANT LES OPÉRATIONS DE PÊCHE 5

RÉSULTATS 6

DURETÉ ET CONTENU EN CHAIR 6

MORTALITÉ DURANT LES OPÉRATIONS DE PÊCHE 8

DISCUSSION 11

DURETÉ ET CONTENU EN CHAIR 11

MORTALITÉ DURANT LES OPÉRATIONS DE PÊCHE 14

CONCLUSION 16

REMERCIEMENTS 17

BIBLIOGRAPHIE 18

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Synthèse des valeurs des principales variables mesurées lors de l'étude sur la dureté et le contenu en chair. 21

Tableau 2. Synthèse des valeurs des principales variables mesurées lors de l'étude sur la mortalité des crabes des neiges durant les opérations de pêche. 22

Tableau 3. Taux de mortalité des crabes blancs en fonction du dessèchement, de la vitesse du vent, de la température de l'air et du temps d'exposition des crabes sur le pont. 22

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Lieux d'échantillonnage des crabes des neiges utilisés dans les projets sur la dureté et le contenu en chair (•), et sur la mortalité des crabes durant les opérations de pêche (□). 23

Figure 2. Schéma des mesures effectuées sur les crabes des neiges dans le projet dureté et contenu en chair..... 24

Figure 3. Répartition de la taille des crabes des neiges qui ont servi à l'étude sur: (A) la dureté et le contenu en chair, et (B) la mortalité durant les opérations de pêche 25

Figure 4. Relation entre la condition (A), le rendement en chair (B) et le contenu en eau (C) des crabes et leur dureté de carapace..... 26

Figure 5. Relation entre l'état de la carapace, tel que défini par (A) Lamoureux et Lafleur (1982) et (B) Foyle *et al.* (1989), et la dureté des crabes.. 28

Figure 6. Indice de Fulton moyen calculé sur les crabes capturés en 1990 et 1991. (A) mâles adolescents et adultes d'état de carapace 1 et 2, selon Lamoureux et Lafleur (1982) et Foyle et al. (1989) ; (B) mâles adultes d'états de carapace 3 et 4, selon Lamoureux et Lafleur (1982) et Foyle et al. (1989 29

Figure 7. Taux de mortalité des crabes blancs en fonction de la variable mixte (••••) représentant le dessèchement des crabes exposés à l'air sur le pont d'un bateau. 30

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. État de la carapace et critères utilisés pour déterminer la condition de la carapace des crabes des neiges selon Lamoureux et Lafleur (1982)..... 31

Annexe 2. État de la carapace et critères utilisés pour déterminer la condition de la carapace des crabes des neiges selon Foyle *et al.* (1989)..... 32

RÉSUMÉ

Dufour, R., D. Bernier et J.-C. 1997. Optimisation de la récolte de chair et mortalité durant les opérations de pêche au crabe des neiges (*Chionoecetes opilio* O. Fabricius) dans l'est canadien. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2152 : viii + 31 p.

Les changements de dureté de la carapace et de contenu en chair chez le crabe des neiges ont été suivis dans les populations de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent en 1990 et 1991. Parallèlement, une deuxième étude axée sur la mortalité des crabes des neiges soumis à des conditions de pêche similaires à celles rencontrées durant la pêche a été réalisée en 1991.

Les résultats de la première étude montrent qu'une dureté de carapace ≥ 60 unités de duromètre devrait être ciblée par l'industrie si une chair en abondance et de qualité est le principal critère recherché chez les crabes capturés durant les opérations de pêche. De façon générale, la condition et le rendement en chair des crabes entre 60 et 80 unités de duromètre sont constants mais différents de ceux des crabes mous (dureté < 60 unités de duromètre) et des crabes durs (dureté ≥ 80 unités de duromètre). Le contenu en eau des crabes ≥ 60 unités de duromètre est inférieur à celui des crabes de dureté inférieure. Il est suggéré d'éviter de capturer les crabes blancs afin de leur permettre d'augmenter le rendement et la qualité de leur chair et de se reproduire. Il est possible d'estimer précisément le contenu en chair d'un crabe en connaissant son poids vif et sa dureté mesurée à l'aide d'un duromètre, et en incorporant ces valeurs dans les équations proposées dans ce document.

Les crabes des neiges rejetés à la mer durant les opérations de pêche survivent relativement bien aux traitements qu'on leur fait subir. Seulement 14,3 % des crabes blancs et 2,2 % des crabes durs soumis aux traitements sont morts durant notre étude après une réimmersion en eau de mer d'une durée maximale de 72 heures. Ces valeurs sont similaires à celles obtenues pour des espèces apparentées dans d'autres études du même genre. Toutefois, les crabes blancs sont nettement plus sensibles aux opérations de pêche que les crabes durs durant la période estivale ou leur mortalité peut atteindre un niveau huit fois plus élevé qu'au printemps. Trois types de facteurs interviennent simultanément et affectent leur survie. Ce sont dans l'ordre : 1) les facteurs reliés directement aux opérations de pêche, la vitalité des crabes à leur arrivée sur le pont et leur nombre de pattes manquantes, 2) un facteur propre à l'individu, la taille des crabes, et 3) un facteur relié à l'environnement, le niveau de dessèchement des crabes avant leur remise à l'eau. Ces facteurs agissent directement ou indirectement sur les crabes et diminuent leur chance de survivre aux opérations de capture lorsqu'ils sont rejetés à la mer.

ABSTRACT

Dufour, R., D. Bernier and J.-C. Brêthes. 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 : viii + 30 p.

Changes in shell hardness and meat content were studied in the snow crab populations of the estuary and northern Gulf of St Lawrence in 1990 and 1991. In parallel with this, an investigation on mortality rates of snow crab under fishing conditions approximating those of commercial fishing operations was conducted in 1991.

The results of the first study showed that a shell hardness ≥ 60 durometer units should be targeted by the industry if abundant and quality meat is the main criterion for snow crab catches during fishing activities. In general, the condition and meat yield of crab measuring between 60 and 80 durometer units are constant but differ from those of soft crabs (hardness < 60 durometer units) and hard crabs (hardness ≥ 80 durometer units). The water content of crabs ≥ 60 durometer units is lower than that for crabs with a lower hardness value. It is recommended that fishermen should avoid capturing white crabs so that they have the opportunity to reproduce and to increase their meat yield. A precise estimate can be made of a given crab's meat content by taking its live weight and durometer reading (hardness) and entering these values into the equations put forward in this document.

Snow crabs that are thrown back during fishing activities survive relatively well despite the treatment to which they have been subjected. Only 14.3% of white crabs and 2.2% of hard crabs subjected to this handling died during the study after being reimmersed in sea water for up to 72 hours. These values are comparable to those obtained for related species in other, similar investigations. However, white crabs are markedly more sensitive to fishing operations than hard crabs, especially in summer when their mortality rates can be eight times higher than in spring. Three types of factors which operate simultaneously affect their survival. They are, in order of importance: 1) factors related directly to fishing activities, the vitality of the crabs when landed on deck and the number of missing legs, 2) a factor related to the individual, the size of the crabs, and 3) an environmental factor, the extent of dessication of the crabs before they are returned to the water. These factors have a direct or indirect impact on the crabs and reduce their chances of survival between the time they are caught and then released at sea.

INTRODUCTION

La mue est un phénomène cyclique qui permet au crabe des neiges de grandir en remplaçant sa vieille carapace par une nouvelle carapace plus grande. Les crabes des neiges de l'est canadien de taille > 30 mm de largeur de carapace muent généralement d'avril à juin annuellement jusqu'à la mue terminale qui marque, autant chez les mâles que chez les femelles, le passage à la maturité (Conan et Comeau 1986, Sainte-Marie et Hazel 1992). Cette dernière mue s'effectue à une taille variable chez les deux sexes. La taille définitive se situe entre 40 et 165 mm de largeur de carapace pour les mâles et entre 37 et 95 mm pour les femelles (Alunno-Bruscia 1993, Sainte-Marie *et al.* 1995).

Le durcissement et le remplissage en chair de la carapace d'un crabe qui vient de muer se fait progressivement durant la période de temps s'écoulant entre deux mues successives, que l'on appelle intermue. Ces deux processus se réalisent aussi de façon continue pour les crabes adultes dont la croissance est terminée jusqu'à ce qu'ils deviennent séniles. Après la mue, la nouvelle carapace est molle et le crabe absorbe de l'eau afin d'augmenter son volume et remplir le nouvel espace disponible après la mue. Le crabe est alors appelé «crabe blanc» dû à la couleur plutôt blanchâtre et immaculée de son ventre (Dufour et Sainte-Marie 1996). Les crabes sont peu actifs durant cette période et prennent quelques semaines avant de s'alimenter de nouveau et reprendre leurs activités normales (O'Halloran et O'Dor 1988). Peu à peu, leur carapace va durcir et l'eau absorbée lors de la mue sera progressivement remplacée par de la chair. Le durcissement de la carapace d'un crabe qui vient de muer peut prendre de deux à quatre mois et ce délai semble indépendant de la taille pour les crabes de taille commerciale (Watson 1971, Taylor *et al.* 1989). Le processus de remplacement de l'eau assimilée après la mue par de la chair est plus long. On parle généralement d'une période minimale de six mois, si l'on tient compte des informations récoltées durant la pêche.

A la fin des années quatre-vingts, l'entrée massive des crabes blancs dans la pêche a causé de nombreux problèmes à l'industrie du crabe des neiges dans l'est canadien (Dufour et Coutu 1989, Hare et Dunn 1993, Dufour 1995). La pêcherie de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent a été particulièrement affectée à partir de 1985 et les crabes blancs ont été abondants dans les prises jusqu'en 1989. Les débarquements ont chuté fortement durant cette période, passant de 5 818 t en 1985 à 2 622 t en 1989, et entraînant l'arrêt presque complet de la pêche sur la Basse Côte Nord du Québec (zones de gestion 13 et 14) en 1989 (Dufour 1995).

Les résultats de travaux récents sur la biologie et la dynamique des populations du crabe des neiges montrent que la diminution des captures durant cette période est en grande partie attribuable au recrutement à la pêche de trois faibles classes d'âge (1977-79) qui ont pris neuf à dix ans avant d'atteindre la pêche (Sainte-Marie et Dufour 1995). Cette forte baisse du recrutement conjuguée à une récolte intensive des crabes de taille commerciale laissés sur les fonds avant cette période, n'ont laissé à la pêche que les

recrues de l'année, soit les crabes blancs. C'est pourquoi leur importance relative a pris de l'ampleur durant cette période. Ces crabes sont de mauvaise qualité puisqu'ils contiennent beaucoup d'eau et ils sont souvent rejetés à la mer lors de la pêche.

Pour séparer les crabes blancs de ceux ayant une carapace plus dure, Foyle *et al.* (1989) ont suggéré l'utilisation d'un duromètre dès la fin des années quatre-vingts. Cette jauge à pression sert à mesurer la dureté de la carapace du crabe des neiges et a été développée sur la côte du Pacifique par (Hicks et Johnson 1991) afin de mesurer la dureté de la carapace du crabe dormeur (*Cancer magister*). Le duromètre utilisé pour mesurer la dureté de la carapace du crabe des neiges est une jauge pouvant exercer une pression de 4,9 grammes par millimètre carré. Il donne une lecture proportionnelle à la rigidité de la carapace d'un crabe lorsque son stylet est appuyé fermement sur la pince. Le seuil de séparation entre les crabes blancs et les crabes à carapace plus dure a d'abord été fixé à 72 unités avant d'être abaissé à 68 unités suite à des tests effectués sur le terrain dans la région de Terre-Neuve (J. R. Botta, Service de l'Inspection, Ministère des Pêches et Océans, Terre-Neuve, communication personnelle). Ce seuil de séparation entre les crabes blancs et les crabes à carapace plus dure est maintenant appliqué pour la gestion de l'ensemble des pêcheries de crabe des neiges dans l'est canadien.

Le taux de survie des crabes des neiges rejetés à l'eau durant les opérations de pêche a fait l'objet de peu d'études. Miller (1977) a montré que les crabes des neiges «blancs» rejetés à la mer subissaient un taux de mortalité de 20 % lorsqu'exposés à l'air et au soleil sur le pont d'un bateau pendant trois minutes durant l'été. Toutefois, la mortalité des crabes blancs augmentait à 64 %, comparé à 30 % pour les crabes à carapace dure, lorsque le temps d'exposition aux éléments extérieurs augmentait à 35 minutes. Kruse *et al.* (1994) ont obtenu un taux de mortalité pour des crabes dormeurs de taille légale (largeur de carapace > 165 mm) 45 % plus élevé chez les individus blancs que chez les individus à carapace dure. Les crabes de cette étude furent capturés à l'aide de casiers, manipulés avec précaution et soumis à des périodes d'exposition à l'air ne dépassant pas 60 minutes. Dans une autre étude, Carls et O'Clair (1995) ont suivi en laboratoire les effets d'une exposition prolongée à des températures de l'air très froides (-20 °C à +5°C) sur le crabe *Chionoecetes bairdi*. Les résultats obtenus montrent que les crabes soumis aux températures les plus froides meurent rapidement après un à deux jours. De plus, l'exposition des crabes au froid intense réduit leur vigueur, cause l'autotomie des pattes et diminue le taux d'alimentation des adultes et la croissance des juvéniles.

Les blessures causées lors de la séparation des crabes des engins de pêche peuvent aussi leur être fatales. Stevens (1990) a obtenu un taux de mortalité de 78 % pour des crabes *Chionoecetes bairdi* capturés durant des opérations de pêche utilisant un chalut. La perte de quelques pattes lors du démaillage des crabes *Ranina ranina* des filets maillants utilisés pour leur capture a été fatale dans 60 à 70% des cas (Kennelly *et al.* 1990).

Le durcissement et le remplissage en chair de la carapace du crabe des neiges après la mue ont été suivis dans les populations de l'estuaire et du Nord du golfe du Saint-Laurent durant les années 1990 et 1991. L'objectif principal de notre étude était d'établir une

relation entre la dureté de la carapace et le contenu en chair des crabes des neiges provenant de la pêche. De plus, une étude de la mortalité des crabes des neiges, particulièrement des crabes blancs, soumis à des conditions de pêche expérimentale similaires à celles qui prévalent durant les opérations de pêche commerciales a été réalisée en 1991. On voulait mesurer l'impact des activités de pêche sur la survie des crabes rejetés à la mer lors de la pêche et identifier les principaux facteurs affectant leur survie. L'effet spécifique de la température de l'air sur la survie des crabes des neiges a aussi fait l'objet d'observations en milieu contrôlé. L'objectif général de ces deux études était d'aider l'industrie de la pêche au crabe des neiges à développpper des approches de gestion des captures mieux adaptées aux conditions changeantes de la pêche.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

GÉNÉRALITÉS

La terminologie utilisée pour décrire la maturité des crabes des neiges mâles est la même que celle présentée dans Sainte-Marie *et al.* (1995). La classification des mâles est la suivante : *les immatures* sont de petite taille et en croissance, leurs gonades sont en développement et leurs pinces petites et non-différenciées ; *les adolescents* bien que toujours en croissance, possèdent des gonades et des appendices reproducteurs fonctionnels. Toutefois, leurs pinces ne sont pas encore différenciées ; finalement, *les adultes* sont des crabes qui ont terminé leur croissance (mue terminale complétée) et qui possèdent des gonades et des appendices reproducteurs fonctionnels. Leurs pinces sont bien développées et différenciées.

DURETÉ ET CONTENU EN CHAIR

Les crabes des neiges qui ont servi à l'étude sur la dureté de la carapace et le contenu en chair proviennent des populations exploitées de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent (Figure 1). La période de capture s'échelonnait du 17 avril au 18 octobre 1990, et du 4 août au 2 septembre 1991. Les crabes étaient d'abord congelés individuellement à - 20°C peu de temps après leur capture et envoyés à l'IML pour analyse. On a concentré nos efforts sur la récolte d'échantillons représentatifs des captures commerciales de tout le territoire.

La séparation entre les crabes mâles adultes et adolescents, en fonction de l'allométrie des pinces, a été réalisée à partir de l'équation de tri développée par Sainte-Marie et Hazel (1992). La condition de la carapace des crabes a été évaluée selon les méthodes utilisées dans Lamoureux et Lafleur (1982) et Foyle *et al.* (1989) ; voir aussi les Annexes 1 et 2. Les lectures de duromètre furent prises à trois sites différents à la base de la pince droite (Figure 2), afin de vérifier les biais de mesure attribuables au site même de lecture. Les crabes ont été décongelés lentement à la température ambiante, puis soumis à une série de

mesures et de manipulations (Figure 2) : la largeur de carapace (L.c., ±0,1 mm) ; la dureté de la carapace à l'aide d'un duromètre ; la largeur (L.p.), la longueur (l.p.) et la hauteur (h.p.) des pinces droite et gauche (±0,1 mm) ; le volume des pinces droites et gauches (±0,5 ml) par déplacement d'eau dans un contenant gradué ; le poids humide total du crabe avant cuisson (± 0,1 g) ; le poids humide avant cuisson de la chair de la pince droite sectionnée à la jonction du protopode et du carpopode (± 0,1 g) ; le poids sec de la chair de la pince droite après séchage dans une étuve à 60 °C jusqu'à un poids constant (± 0,1 g) ; le poids humide après cuisson de la chair de la pince gauche (± 0,1 g) ; et le poids humide de la chair du crabe, moins les deux pinces, après une cuisson d'environ douze minutes (± 0,1 g). Le nombre de pattes manquantes était également noté.

Les valeurs du contenu en chair total d'un crabe et de son contenu en eau (poids et %) ont été calculées à partir des équations suivantes :

(1) Poids total de chair extraite (g) = Poids humide après cuisson de la chair du crabe, les deux pinces en moins + 2 × Poids humide après cuisson de la chair de la pince gauche ;

(2) Rendement en chair (%) = 100 × Poids total de chair extraite / Poids humide du crabe avant cuisson ;

(3) Contenu en eau (%) = 100 × (Poids humide avant cuisson de la chair de la pince droite - Poids sec de la chair de la pince droite) / Poids humide avant cuisson de la chair de la pince droite.

Les statistiques de base des principales variables, les analyses et les tests statistiques effectués pour ce travail (analyse de régression multiple, analyse logistique, test du Chi-carré, le Fisher's Exact Test, les tests de Kruskal-Wallis et de Dunn et le test Wilcoxon Signed Rank) ont tous été effectués à partir des logiciels SAS (Statistical Analysis System, Cary, USA) et SigmaStat (Jandel Scientific Software, San Rafael, USA).

Afin d'évaluer les changements dans le temps de l'état général des individus d'une même espèce, on emploie souvent des facteurs de condition. L'indice de condition de Fulton est le plus utilisé (Ricker 1975) et correspond au rapport du poids de l'animal sur sa taille au cube. Plus le poids d'un animal est élevé à une taille donnée, meilleure est sa condition. Il peut aussi indiquer certains changements de condition reliés aux saisons et aux lieux de capture. On a calculé l'indice de condition de Fulton pour tous les crabes récoltés durant les saisons de pêche 1990 et 1991. L'indice de condition de chacun des crabes a été calculé de la façon suivante :

Indice de Fulton= Poids total de chair extraite (mg) / Largeur de carapace (mm) ^{3}

MORTALITÉ DURANT LES OPÉRATIONS DE PÊCHE

L'étude sur la mortalité des crabes durant les opérations de pêche s'est déroulée du 15 avril au 27 juillet 1991 dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent (Figure 1). Les crabes mâles étaient capturés à l'aide de casiers à maillage commercial ou de chaluts à perche ouvrant sur 3 ou 10 mètres de largeur avec un maillage de 25 mm (maille étirée) dans le cul. Les mesures suivantes étaient prises sur chacun des crabes capturés à leur arrivée sur le pont du bateau : la largeur de la carapace (L.c., en mm) ; la hauteur de la pince droite, ou de la pince gauche si la pince droite était absente (h.p., en mm). Enfin, les lésions sur la carapace ont été notées, ainsi que le nombre de pattes manquantes. Par la suite, les crabes étaient identifiés individuellement à l'aide d'une étiquette de type «spaghetti» et placés dans une citerne alimentée continuellement en eau de mer fraîche jusqu'au début de l'expérience, soit généralement moins de 30 minutes après leur mise en attente.

La température de l'air sur le pont du bateau et la vitesse moyenne du vent selon l'échelle de Beaufort étaient notées durant chaque traitement. La vitalité des crabes, avant et après les traitements, était établie à partir de l'échelle développée par Stevens (1990). Les crabes étaient classés comme suit : 1) *vivant* : le crabe bouge spontanément et cherche à s'enfuir ; 2) *faible/moribond* : le crabe montre une activité seulement après stimulation des pattes ou des pièces buccales ; et 3) *mort* : aucun mouvement n'est perçu, même après une stimulation répétée des pattes et des pièces buccales. La mort était confirmée par vérification de la présence de battements cardiaques en soulevant délicatement la partie dorsale de la carapace. Deux durées d'exposition à l'air ont été déterminées avant le début de l'expérience, soit 15 et 30 minutes. La durée de 30 minutes représentait la période maximum de résidence d'un crabe sur le pont d'un bateau de pêche lors des opérations de pêche commerciale. Après exposition, les crabes étaient placés dans des casiers japonais, dont l'entrée était obstruée, et immergés près des lieux de capture pour des durées de 24, 48 et 72 heures. Le nombre de crabes par casier pouvait varier mais était généralement gardé peu élevé, soit autour de 10 crabes par casier. La vitalité des crabes était de nouveau notée à leur remontée sur le pont du bateau à la fin du traitement.

L'expérience en laboratoire a consisté à évaluer le taux de mortalité de quelques crabes blancs soumis à des températures élevées, comparables à celles trouvées en été dans notre région d'étude. Une dizaine de crabes au total, identifiés individuellement à l'aide d'une étiquette «spaghetti», furent exposés à l'air dans une chambre à température contrôlée (entre 5 et 30 $^{\circ}$C) pour des périodes variant de 15 à 45 minutes. Les crabes étaient conservés dans des bacs d'eau de mer d'un volume d'environ 0,26 m^3 et réfrigérés à 4 $^{\circ}$C, avant le début du traitement et y étaient retournés après le traitement, leur vitalité étant vérifiée 48 heures plus tard.

RÉSULTATS

DURETÉ ET CONTENU EN CHAIR

Le Tableau 1 présente les statistiques de base récoltées sur les crabes échantillonnés sur le terrain. Un total de 464 crabes des neiges mâles d'une taille (L.c.) entre 70,0 et 134,0 mm ont été capturés pour l'étude. Les mâles adultes dominaient l'échantillon et la représentation des adolescents n'atteignait que 7 % (Figure 3). Le poids total du contenu en chair des crabes échantillonnés variait de 40,3 à 443,7 g pour une moyenne de 181,1 g par crabe. Ces valeurs représentaient un rendement moyen en chair de 41,0 ± 6,0 % du poids total des crabes. Le contenu en eau des crabes, tel que mesuré à partir de la pince droite, variait de 50,0 à 96,6 % pour un valeur moyenne de 82,4 %.

Les mesures de largeur, de longueur et d'épaisseur ne différaient pas significativement entre la pince droite et la pince gauche (test Wilcoxon Signed Rank, longueur p=0,11, hauteur p=0,47, largeur p=0,40). Les lectures de duromètre provenant de l'avant de la pince droite (Figure 2) différaient significativement de celles prises au centre et à l'arrière (test Wilcoxon Signed Rank, $p < 0,0001$). Les valeurs provenant du centre de la pince, lieu habituel de la prise de cette mesure sur le crabe des neiges, étaient en moyenne plus faibles que celles provenant des deux autres sites (Tableau 1).

La condition des crabes capturés dans la pêche s'améliore de façon continue avec le durcissement de leur carapace (Figure 4A). Après une période relativement stable, la condition des crabes passe de 0,076 mg de chair/mm^3 de carapace (L.c.) en moyenne à un plafond situé approximativement à 0,166 mg/mm^3 en moyenne pour une dureté d'environ 90 unités de duromètre. La condition des crabes entre 60 et 80 unités de duromètre est assez constante (0,147 ± 0,025 mg/mm^3) mais diffère significativement (test de Dunn, $P<0,05$) de celle des crabes de dureté inférieure à 60 unités de duromètre (0,086 ±□0,018 mg/mm^3) et des crabes de dureté supérieure à 80 unités de duromètre (0,164 ± 0,017 mg/mm^3). La condition moyenne des crabes de dureté ≥ 60 unités de duromètre est supérieure (test Mann Whitney Rank Sum, $P<0,0001$) et presque 2 fois plus élevée que celle des crabes de dureté inférieure à 60 unités de duromètre, soit 0,160 ± 0,020 mg/mm^3 et 0,086 mg/mm^3 respectivement.

Le rendement en chair augmente également en fonction de la dureté de la carapace (Figure 4B). La courbe de régression non linéaire ajustée aux données montre une augmentation à partir d'environ 27 unités de duromètre, soit des crabes contenant approximativement 26 % de chair en moyenne, jusqu'à environ 90 unités de duromètre pour des crabes dont le contenu en chair dépasse légèrement 43 % en moyenne. Les crabes se regroupent aussi en 3 classes de dureté ayant des rendements en chair assez constants et qui diffèrent entre elles (test de Dunn, $P<0,05$). Ce sont: 1) les crabes de dureté < 60 unités de duromètre (28.3 ± 4,5 % de chair), 2) les crabes de dureté

intermédiaire entre 60 et 80 unités de duromètre (39,9 ± 5,4 % de chair), et 3) les crabes de dureté ≥ 80 unités de duromètre (43,1 ± 3,5 % de chair). Le rendement en chair moyen des crabes de dureté ≥ 60 unités de duromètre (42,4 ± 4,2 % de chair) est différent (test Mann Whitney Rank Sum, P<0,0001) et 50 % plus élevé que celui des crabes de dureté < 60 unités de duromètre (28,3 ± 4,5 % de chair).

A l'opposé, le contenu en eau de la chair de la pince droite diminue régulièrement en fonction du durcissement de la carapace des crabes (Figure 4C). Il passe d'environ 93 % à 26 unités de duromètre à approximativement 80 % en moyenne pour une dureté d'environ 85 unités de duromètre. Deux groupes de crabes se distinguent l'un de l'autre par l'homogénéité de leur contenu en eau (test Mann Whitney Rank Sum, P<0,0001). Ce sont: 1) les crabes de dureté < 60 unités de duromètre avec 91,4 ± 3,3 % d'eau dans la chair, et 2) ceux de dureté ≥ 60 unités de duromètre avec 81,4 ± 3,6 % d'eau dans la chair.

Lorsqu'on identifie chacun des crabes par son état de carapace en utilisant les méthodes rapportées dans Lamoureux et Lafleur (1982) et Foyle *et al.* (1989), montrées aux Annexes 1 et 2, on constate qu'au seuil de 60 unités de duromètre, les deux méthodes concordent et permettent de séparer efficacement les crabes mous (état 1 : dureté moyenne de 36,7 ± 11,0 unités de duromètre pour Lamoureux et Lafleur, et 36,0 ± 10,3 unités de duromètre pour Foyle *et al.*) des autres catégories de crabes échantillonnés (Figure 5A et 5B). Les vieux crabes à carapace molle, soit le état 4 de Foyle *et al.* (1989), semblent être également bien séparés des autres catégories de crabe à ce seuil. Les deux méthodes concordent aussi assez bien au seuil de 80 unités de duromètre pour séparer les crabes durs (état 3 : dureté moyenne de 88,1 ± 7,6 unités de duromètre pour Lamoureux et Lafleur et 88,1 ± 8,0 unités de duromètre pour Foyle *et al.*) des autres catégories de crabes (≥ 87,5 % et ≥ 87,0 % des crabes de état 3 pour Lamoureux et Lafleur et Foyle *et al.,* respectivement). À des valeurs supérieures au seuil de 68 unités de duromètre, les deux méthodes ont permis de conserver respectivement 41,7 % et 69,7 % des crabes de dureté intermédiaire (état 2 pour les deux méthodes) comparativement à 83,3 % et 89,9 % des crabes de ce stade de dureté pour les valeurs supérieures à 60 unités de duromètre.

La condition des crabes des neiges capturés dans la pêche varie en fonction du temps et des différents sites de pêche occupés annuellement (Figure 6). Les adolescents et les jeunes adultes d'état de carapace 1 et 2 voient leur condition fluctuer autour de 0,139 mg/mm^3 jusqu'à la fin juin 1990 avant de chuter fortement à 0,086 mg/mm^3 au début de juillet 1990. La condition des adolescents et des jeunes adultes progresse régulièrement par après, mais il faut attendre plusieurs mois avant qu'elle n'atteigne un niveau similaire à celui des crabes échantillonnés durant les premiers mois de la pêche. De fait, la condition des crabes échantillonnés le plus tardivement à l'automne 1990 (18 octobre) atteint 0,118 mg/mm^3, soit une valeur inférieure à celle obtenue pour les crabes échantillonnés avant juillet de la même année. Toutefois, la condition des adolescents et des jeunes adultes échantillonnés à l'automne 1991 (2 septembre : 0,149 mg/mm^3) dépassait légèrement celle des crabes de la même catégorie échantillonnés avant juillet 1990. La condition relative des plus vieux mâles adultes (état de carapace 3 et 4) varie cinq fois moins durant la même période (coefficient de variation=3,9 % par rapport à

18,2 % pour les adolescents et les jeunes adultes). Elle fluctue autour de 0,165 mg/mm^3 en moyenne sur les deux années, soit une valeur légèrement supérieure à la condition moyenne obtenue pour les adolescents et les jeunes adultes échantillonnés avant juillet 1990.

Plusieurs paramètres ont été retenus à l'étape de sélection pour l'élaboration d'un modèle permettant de connaître la quantité de chair qui peut être extraite d'un crabe en fonction de sa condition. Le poids humide du crabe, la largeur de la carapace, le poids sec de la chair, le volume et l'épaisseur de la pince droite, le nombre de pattes manquantes et les valeurs de duromètre correspondantes, ont été utilisés dans l'analyse de régression. Les résultats montrent dans un premier temps que 86 % de la variation des valeurs du contenu total en chair des crabes peut être expliquée par le logarithme naturel des valeurs de leur poids humide. La variance expliquée atteint 90 % lorsque, dans un deuxième temps, on introduit le logarithme naturel des valeurs du duromètre dans le modèle. Les deux modèles satisfont aux deux principales conditions propres à l'analyse de régression, soit la normalité de la distribution des données autour de la ligne de régression et l'homogénéité des variances des valeurs du contenu en chair total par rapport aux valeurs de poids humide et de duromètre correspondantes. Les équations des modèles résultants sont les suivants:

$$\text{CHAIR_TOT} = -918{,}221 + (183{,}642 \times \ln \text{PH_CRABE})$$
$$n = 458$$

et

$$\text{CHAIR_TOT} = -1117{,}65 + (171{,}737 \times \ln \text{PH_CRABE}) + (62{,}019 \times \ln \text{DUROM})$$
$$n = 446$$

où CHAIR_TOT = Contenu en chair total d'un crabe (g)
PH_CRABE = Poids humide du crabe entier mesuré au 0,1 g près
DUROM = Valeur de duromètre (unité)
et n = Nombre de données utilisées pour le modèle

Une limite de confiance sur la moyenne des valeurs de la variable Contenu en chair total peut être calculée selon les indications de Dagnelie (1975).

MORTALITÉ DURANT LES OPÉRATIONS DE PÊCHE

Une synthèse des mesures effectuées et des principaux résultats obtenus lors du projet sur la mortalité durant les opérations de pêche se trouve au Tableau 2. Soixante-quinze pourcent des 729 crabes des neiges mâles dont la maturité pouvait être déterminée, étaient blancs (dureté < 68 unités de duromètre) et comprenaient 74 % d'adolescents (Figure 3B). L'étendue des tailles variait de 57,0 à 138,0 mm de largeur de carapace (L.c.) et 35 % des

737 mâles pouvant être mesurés avaient une taille égale ou supérieure à la taille légale de 95 mm (Tableau 2).

La mortalité totale de tous les crabes mâles (blancs et durs) obtenue avec un délai maximum de 72 heures après les traitements, est faible (11,2 %). Quatre-vingt-quinze pourcent (78/82) des crabes qui sont morts étaient blancs. La mortalité chez les crabes blancs atteignait 14,3 % (78/547) et était significativement différente (χ^2, $p<0,001$) de celle obtenue pour les crabes durs, soit 2,2 % (4/182).

Fait intéressant, près du tiers (32,1 %) des crabes blancs qui sont morts étaient partiellement ou complètement vidés de chair, car ils avaient été dévorés par les organismes nécrophages présents sur les fonds. La plupart de ces crabes (84 % ; 21/25) possédaient au moins une patte manquante ou une blessure récente et apparente sur la carapace (pince brisée, lésions sur la carapace). Seulement un crabe à carapace dure de taille commerciale à qui il manquait une patte a subi le même sort que les crabes blancs. Soixante-huit pourcent (17/25) des crabes blancs qui ont été dévorés par les nécrophages étaient de taille légale et au moins la moitié (13/25) de tous les crabes blancs vidés de leur chair l'ont été à l'intérieur d'un délai de 24 heures.

La mortalité chez les crabes blancs augmente fortement durant l'été. En effet, huit fois plus de crabes blancs sont morts en juin et juillet (Fisher's Exact Test, $p<0,01$), soit 88,5 % de tous les crabes blancs morts (69/78), par rapport à 11,5 % (9/78) en avril et mai. La différence de taux de mortalité entre les crabes blancs et celle des crabes durs n'est significative qu'en juin (23,0 % pour les blancs et 0,0 % pour les durs, χ^2: $p<0,001$) et juillet (15,7 % pour les blancs par rapport à 2,9 % pour les durs, χ^2: $p<0,05$). La mortalité chez les crabes blancs n'est pas significativement différente entre juin et juillet (Fisher's Exact Test, $p=0,37$).

Parmi les nombreuses variables soumises à l'analyse logistique afin d'identifier celles dont l'influence est significative ($p<0,05$) sur la mortalité des crabes blancs, quatre d'entre elles ont été sélectionnées pour leur contribution importante au modèle. Ce sont par ordre d'importance :

1) La vitalité du crabe à son arrivée sur le pont du bateau lors de la capture ;
2) Le nombre de pattes manquantes ;
3) La taille du crabe ; et
4) Le dessèchement du crabe ; soit une variable mixte composée de trois facteurs mesurés sur le pont du bateau : le temps d'exposition à l'air (heure), la température de l'air (°C), et la vitesse moyenne du vent (mètres/seconde).

Les équations du modèle linéaire logistique permettant de calculer la probabilité d'une mortalité en utilisant ces quatre variables sont les suivantes :

$$\text{Logit}(p) = -7{,}3713 + (0{,}8839 \times \text{VITALITÉ}) + (0{,}4667 \times \text{PATTES MANQUANTES}) + (0{,}0377 \times \text{TAILLE}) + (0{,}0126 \times \text{DESSÈCHEMENT})$$

et,

$$p = e^{\text{logit}(p)} \Big/ \left(1 + e^{\text{logit}(p)}\right)$$

où, p = Probabilité qu'un crabe blanc meurt, étant donné les facteurs suivants :
VITALITÉ = Vitalité des crabes à leur arrivée sur le pont, soit : 1=actif ou 2=faible ou moribond ;
PATTES MANQUANTES = Nombre de pattes manquantes, soit 0=aucune à n=10 (valeur maximale) ;
TAILLE = Largeur de la carapace du crabe en mm ;
DESSÈCHEMENT = Facteur mixte comprenant la température sur le pont, le temps d'exposition et la vitesse du vent (°C-heure-mètres/seconde).

La prédiction du modèle (crabe blanc vivant ou mort) concorde avec la réalité dans 75,6 % des cas.

En accord avec le modèle logistique, les données récoltées sur les crabes blancs montrent que la mortalité augmente rapidement en fonction du nombre de pattes manquantes chez le crabe. Lorsque le crabe blanc est actif au départ, les taux de mortalité passent de 7,1 % (13/183), quand le crabe possède toutes ses pattes, à 20,0 % (2/10) lorsque plus de deux pattes manquent. Ces valeurs de mortalité ne sont toutefois pas significativement différentes de celles des crabes qui ont survécu (χ^2, p=0,222). Cependant, les taux de mortalité sont significatifs (χ^2, p<0,01) et encore plus élevés lorsque le crabe blanc est faible au départ. Ils augmentent rapidement passant de 10,5 % (11/105) lorsque le crabe possède toutes ses pattes, à 47,6 % (10/21) lorsque le crabe a perdu plus de deux pattes, soit une valeur maximum 2,5 fois plus élevé que lorsque le crabe était actif au départ.

La taille influence également la mortalité des crabes blancs, particulièrement lorsqu'ils sont faibles à leur arrivée sur le pont du bateau. Pour un crabe blanc actif au départ, les taux de mortalité sont significativement différents (χ^2, p<0,05) et passent de 6,6 % (14/211) lorsque celui-ci est d'une taille inférieure à la taille légale (L.c.<95 mm), à 14,2 % (16/113) lorsqu'il est de taille légale (L.c.≥95 mm). Les taux de mortalité sont aussi significativement différents (χ^2, p<0,01) et atteignent des valeurs deux fois plus élevées lorsque le crabe blanc est faible au départ, passant de 14,7 % (20/136) pour un crabe blanc de taille sous-légale, à 35,1 % (27/77) pour un crabe blanc de taille légale.

La vitesse du vent et la température de l'air couplées au temps d'exposition sur le pont, qui composent la variable mixte dessèchement, jouent aussi un rôle déterminant dans la

mortalité des crabes blancs. De façon générale, la mortalité des crabes blancs augmente en fonction du dessèchement des crabes sur le pont (Figure 7). Le taux de mortalité était d'environ 0,12 crabe blanc par unité de dessèchement lorsque seuls les crabes morts qui n'ont pas été vidés de leur contenu en chair sur le fond sont considérés. Le rapport atteint 0,20 crabe blanc par unité de dessèchement si tous les crabes blancs morts sont considérés. Dans un premier temps, le taux de mortalité fluctue entre 1,9 % (1/53) et 15,1 % (8/53) jusqu'à une valeur de 13,1 unités de dessèchement, avant d'augmenter régulièrement par la suite et atteindre sa valeur la plus élevée soit 18,9 % (10/53) à 68,8 unités de dessèchement. L'augmentation presque continue de la mortalité à partir de 13,1 unités de dessèchement correspond à une augmentation régulière de la vitesse du vent qui passe de 1,5 mètres/seconde à 10,2 mètres/seconde pour 68,8 unités de dessèchement, soit la valeur de la vitesse du vent la plus élevée mesurée durant le projet (Tableau 3 et Figure 7). Toutefois, les données montrent que des mortalités importantes, jusqu'à 15 % (8/53), peuvent aussi survenir alors que la vitesse du vent est faible (environ 2,4 mètres/seconde en moyenne dans l'étude). La température de l'air (14,8 °C en moyenne dans l'étude), semble être, à ce moment là, un des facteurs décisifs à considérer pour expliquer ces taux de mortalité élevés.

DISCUSSION

DURETÉ ET CONTENU EN CHAIR

Le duromètre est un outil utile et nécessaire pour mesurer la dureté de la carapace des crabes des neiges et permettre de protéger les crabes blancs durant la pêche, mais n'est pas toujours très efficace lorsqu'il est utilisé seul pour mesurer la dureté de tous les crabes qui peuvent être capturés durant la pêche. La jauge actuelle donne des lectures plus ou moins valides lorsqu'on s'en sert pour mesurer la dureté des crabes dont la carapace est très molle, soit les crabes dont les lectures étaient généralement < 60 unités dans notre étude. La carapace peu calcifiée de ces crabes, dont certains peuvent être très vieux, est fragile et plie ou se perfore facilement au contact du stylet du duromètre. Le duromètre seul ne permet pas de différencier les crabes adultes mous qui viennent de muer de ceux qui sont séniles, la carapace étant molle en raison de processus dégénératifs, et dont l'exploitation peut être souhaitable dans certains contextes (Sainte-Marie et Dufour 1995). On recommande donc l'utilisation d'une des méthodes empiriques d'identification de la condition de la carapace, comme celle mise-au-point par Sainte-Marie *et al*. (1995) qui permet d'associer un âge relatif au crabe adulte appartenant aux différents états de carapace identifiés, de pair avec l'utilisation du duromètre pour une identification et une gestion plus rationnelles des différentes catégories de crabes capturés dans la pêche.

Si une chair abondante et de qualité est un critère important pour l'industrie, la pêcherie devrait cibler en priorité les crabes ayant une lecture de duromètre ≥ 60 unités. Notre étude montre que la condition et le rendement en chair de ces crabes sont supérieurs à ceux des crabes de dureté inférieure et que leur contenu en eau est également moins élevé.

Les seuils de séparation pour les crabes de dureté supérieure et inférieure à 60 unités de duromètre seraient, en moyenne, à 0,123 mg de chair / mm^3 de carapace pour la condition, 35,6 % pour le rendement en chair et 85,2 % pour le contenu en eau. Les crabes de dureté ≥ 60 unités de duromètre peuvent aussi être regroupés en deux catégories dont la condition et le rendement en chair diffèrent l'une de l'autre, soit les crabes de dureté entre 60 et 80 unités de duromètre et ceux de dureté ≥ 80 unités de duromètre. Les crabes de dureté ≥ 80 unités de duromètre ont une condition et un rendement en chair supérieurs aux crabes de dureté entre 60 et 80 unités de duromètre. Le seuil de 60 unités de duromètre permet aussi de séparer les crabes mous (état 1 de Lamoureux et Lafleur (1982) et de Foyle *et al.* (1989)) des autres catégories de crabe. Par contre, une plus grande proportion de crabes de dureté intermédiaire (état 2 pour les deux méthodes) peut être conservée à ce seuil par rapport au seuil de 68 unités de duromètre utilisé présentement pour séparer les crabes blancs des autres types de crabe. Les crabes de dureté intermédiaire, particulièrement ceux d'état 2 de Foyle *et al.* (1989), auraient effectué leur dernière mue depuis approximativement 5 mois à 1 an selon Sainte-Marie et Dufour (1995). Ils constitueraient donc, avec les crabes mous, les recrues de l'année. Or, on sait que la protection des recrues de l'année, particulièrement des adolescents qui peuvent encore croître, par leur remise à l'eau lors de la capture, permet d'augmenter fortement le rendement par recrue parce qu'ils peuvent être capturés l'année suivante avec un contenu en chair plus élevé et aussi une taille plus grande dans le cas des adolescents (Sainte-Marie et Dufour 1995). De plus, la conservation d'un plus grand nombre de ces crabes augmente le nombre de reproducteurs potentiels pour les accouplements du printemps suivant. Par conséquent, pour les raisons énumérées plus haut, nous encourageons la pratique actuelle de remise-à-l'eau des crabes blancs (crabes de dureté <68 unités de duromètre) bien qu'un certain nombre de ceux-ci, soit environ 20 % des crabes de dureté intermédiaire, possèdent une apparence, un rendement et une qualité de chair très recherchés présentement.

Le rendement moyen en chair obtenu dans notre étude, bien que très élevé, est comparable à celui obtenu par Sims *et al.* (1980) pour la même espèce. Le rendement moyen en chair des crabes de notre étude était plus faible pour les crabes blancs (33,5 ± 7,7 %) par rapport aux crabes à carapace plus dure (valeurs de duromètre ≥ 68 unités), soit 42,7 ± 3,9 %. Ces valeurs sont similaires à celles obtenues par Sims *et al.* (1980), soit 34,6 % et 41,8 % respectivement, qui ont utilisé des techniques manuelles et automatisées de soutirage de la chair en usine. Foyle *et al.* (1989) mentionnent que le rendement en chair pour les crabes durs (états 3-5) a été soigneusement évalué en laboratoire à 41,2 % en moyenne, soit une valeur très près de celle que nous avons obtenue pour les crabes à carapace dure. Le soutirage de la chair des crabes a été méticuleusement effectué de façon manuelle dans notre étude, ce qui explique probablement les rendements très élevés en chair que nous avons obtenus par rapport à ce qu'on obtient généralement dans les usines de l'est canadien, soit entre 20 et 30 % de rendement en chair en moyenne (Foyle *et al.* 1989) et Francis Coulombe, communication personnelle). Ainsi, des pertes de chair importantes d'au moins 10 % sont encourues lors du décorticage des crabes en usine et pourraient probablement être réduites par des opérations plus soignées.

Notre étude montre que le poids vif (poids humide) des crabes peut être un bon indicateur de leur contenu en chair (86 % de la variance expliquée dans le premier modèle de prédiction du contenu en chair). Nos résultats contrastent avec ceux obtenus par Taylor et Warren (1991) qui mentionnaient que le contenu en chair des crabes de différentes conditions de carapace ne variait pas beaucoup. La condition des crabes capturés dans la pêche peut varier d'une année à l'autre (Figure 6), plus particulièrement chez les adolescents et les jeunes adultes (états de carapace 1 et 2). La condition des adultes plus âgés (états de carapace 3 et 4), par contre, ne semble pas fluctuer beaucoup dans le temps d'une région à une autre et on peut penser que la forte abondance de ces crabes sur les fonds durant certaines années peut atténuer les variations de conditions normalement rencontrées dans les populations exploitées. C'est pourquoi nous avons cru bon d'ajouter une deuxième variable explicative, les valeurs du duromètre, au modèle de base afin de tenir compte des variations de condition des crabes engendrées généralement par l'entrée de nouvelles recrues dans la pêche et qui peuvent être estimés par la mesure de leur dureté. Toutefois, l'utilisation du deuxième modèle de prédiction du contenu en chair n'est recommandée que lorsque la dureté de la carapace des crabes est ≥ 60 unités de duromètre pour éviter les erreurs de lecture engendrées par les carapaces trop molles. L'appareillage nécessaire pour la prise des mesures utilisées dans les modèles est facile à trouver et consiste en une balance de précision (0,1 g près) et un duromètre du même type que ceux utilisés par les échantillonneurs du MPO et les observateurs en mer durant la pêche. Comme les extractions ont été effectuées manuellement et avec le plus grand soin, les valeurs obtenues dans notre étude sont maximales. Une calibration peut être effectuée sur demande afin de refléter l'efficacité d'une usine particulière.

La relation entre la condition et la dureté de la carapace d'un crabe après la mue semble indiquer que le processus de durcissement de la carapace (calcification) doit être assez avancé avant qu'un crabe n'accroisse son contenu en chair de façon appréciable. Un jeûne durant les trois ou quatre premières semaines suivant la mue a déjà été observé chez des crabes des neiges gardés en bassins (O'Halloran et O'Dor 1988). La mue fait appel à des processus physiologiques très complexes. Dans ses travaux sur la mue des crustacés décapodes, Drach (1939) mentionne que l'accroissement tissulaire, surtout musculaire, des deux espèces de crabes étudiées dans ses travaux, l'araignée de mer (*Maia squinado*) qui appartient à la famille des majidés tout comme le crabe des neiges, et le crabe tourteau (*Cancer pagurus*), s'effectue surtout entre les états C_2 et C_4 du cycle d'intermue, plus particulièrement en C_3. Or, le durcissement de la plupart des parties du l'exosquelette, y compris les pinces, est complété durant cette période. Drach (1939) mentionne encore que ce n'est qu'après une ou deux semaines d'alimentation active que les tissus marquent un gain en poids important caractérisant une reprise de leur croissance. Comme le durcissement complet de la carapace chez le crabe des neiges peut prendre de deux à quatre mois avant d'être complété (Watson 1971, Taylor *et al.* 1989), il est peu probable que les crabes des neiges qui ont mué au printemps n'aient accru leur contenu en chair de façon significative avant l'automne de la même année, tel que montré par l'évolution de l'indice de Fulton pour les adolescents et les adultes d'état de carapace 1 et 2 dans notre étude. Ainsi, pour augmenter sensiblement le rendement en chair par nouvelle recrue qui entre dans la pêche au printemps, il faudrait attendre l'automne avant de capturer les

crabes qui ont mué dans la même année. Une telle pratique de pêche permettrait en plus d'accroître la qualité de la chair pour cette catégorie de crabe. Toutefois, la pêche automnale du crabe des neiges n'est pas souhaitable puisqu'elle augmente la capture des adolescents dont la croissance n'est pas terminée, et peut affecter à long terme le potentiel reproducteur des populations concernées par la capture sans discernement des adultes de grande taille qui sont les meilleurs reproducteurs. Il vaudrait mieux encourager la capture des crabes dans l'année suivant leur apparition dans la pêche pour leur permettre de se reproduire ou de muer de nouveau pour atteindre une plus grande taille et un poids plus élevé.

MORTALITÉ DURANT LES OPÉRATIONS DE PÊCHE

Les simulations effectuées durant l'étude sur la mortalité des crabes des neiges pendant les opérations de pêche se rapprochent de la situation réelle sur le terrain pendant la saison de pêche. La gamme des tailles couvertes lors de l'étude, soit de 57 à 138 mm, est pratiquement la même que celle trouvée dans la pêche qui est de 60 à 140 mm (Dufour 1995). Les crabes blancs et les crabes de taille sous-légale sont bien représentés soit respectivement 75 % et 65 % des crabes de l'échantillon qui a servi à l'étude. De plus, l'échantillon comprend 74 % de mâles adolescents de différentes tailles que l'on recommande de remettre soigneusement à l'eau durant la pêche pour leur permettre de croître et d'augmenter la biomasse des crabes de taille commerciale sur le fond (Sainte-Marie et Dufour 1995). L'expérience s'est déroulée sur plusieurs mois, d'avril à juillet, afin de couvrir une période complète de pêche dans une pêcherie de type printanière où le taux de crabes blancs peut être abondant. On a utilisé les mêmes types d'engin de pêche que ceux utilisés dans la pêche, soit des casiers japonais, et une technique de pêche également similaire à celle utilisée par les pêcheurs avec des appâts et des temps d'immersion comparables.

La manipulation des crabes durant les opérations sur le pont et leur soumission aux différents traitements n'a fait l'objet d'aucune attention particulière. Les seules manipulations différentes de celles effectuées durant la pêche étaient leur remise à l'eau dans des cages suivant leur exposition sur le pont et leur remonté par après afin de vérifier leur état. Toutefois, comme le délai maximum d'attente pour la vérification des mortalités après traitement n'a pas dépassé 72 heures, le taux de survie à long terme des crabes utilisés dans notre étude peut être surestimé puisque des mortalités supplémentaires découlant des traitements peuvent se produire par après (Kenelly *et al.* 1990).

Les crabes des neiges rejetés en mer durant les opérations de pêche survivent relativement bien aux traitements qu'on leur fait subir durant les opérations de capture. Le taux de mortalité des crabes blancs (14,3 %) et des crabes à carapace dure (2,2 %), sont restés relativement faibles durant l'étude et au total seulement 11,2 % des 729 crabes des neiges soumis aux différents traitements sont morts après une réimmersion en eau de mer maximale de 72 heures. Des taux de mortalité comparables ont été obtenus dans d'autres études. Barry (1984), tel que rapporté dans Murphy et Kruse (1995), a obtenu un taux de

mortalité de 11,3 % pour des crabes dormeurs (*Cancer magister*) blancs soumis aux opérations de pêche. Dans une autre étude effectuée sur la même espèce, Tegelberg (1970), tel que rapporté dans Murphy et Kruse (1995), calcula des taux de mortalité de 15-16 % et de 4 % respectivement, pour des crabes blancs et des crabes à carapace dure soumis aux opérations normales de pêche et gardés ensuite dans des cages immergées durant deux jours. Les variations de la densité de crabes blancs par casier n'ont pas affecté les taux de mortalité obtenus durant cette étude.

Notre étude prouve hors de tout doute que les crabes blancs sont plus sensibles aux opérations de pêche que les crabes à carapace dure et que leur survie est plus faible lorsqu'ils sont capturés et rejetés à la mer durant l'été. La très grande majorité des crabes qui sont morts durant l'étude étaient blancs (78/82). Plus intéressant encore, les deux types de crabes, blancs et à carapace dure, survivent et meurent dans des proportions similaires au printemps, alors qu'en été la situation change et défavorise nettement les crabes blancs qui meurent en plus grand nombre.

Trois types de facteurs, qui sont inter-reliés, interviennent durant les opérations de pêche et constituent les principales causes de mortalité chez les crabes blancs rejetés à la mer. Les facteurs reliés aux opérations de pêche, soit la vitalité des crabes à leur arrivée sur le pont et le nombre de pattes manquantes, ont été identifiés dans cet ordre d'importance, comme les deux premières sources de mortalité chez les crabes blancs. L'engin de pêche semble jouer un rôle important sur la vitalité des crabes à leur arrivée sur le pont. La mortalité causée par l'emploi de chaluts dans la pêche par exemple, peut être plus élevée que celle causée par l'utilisation de casiers (Chapman 1981, Hayes 1973 et Reilly 1983, tel que rapporté dans Murphy et Kruse (1995)). On parle ici de chaluts de grande dimension (chalut à *Nephrops* et à poissons de fond) traînés sur le fond durant des périodes de temps beaucoup plus longues que celles de l'étude. L'accumulation des crabes dans le cul du chalut durant le touage peut les blesser ou, autrement, les affaiblir grandement avant leur arrivée sur le pont.

D'autre part, l'utilisation de filets augmente la probabilité de perte de membres lors du démaillage des crabes, ce qui peut leur être fatal (Kennelly *et al.* 1990). Dans notre étude, le taux de mortalité atteint 47,6 % et est presque cinq fois plus élevé pour les crabes blancs faibles au départ dont le nombre de pattes manquantes est supérieur à deux par rapport à des crabes blancs similaires sans patte manquante (10,5 %).

Les blessures extérieures (lésions et pattes cassées ou arrachées) causées lors des opérations de pêche permettent aux organismes nécrophages vivant aux profondeurs qu'affectionnent le crabe des neiges, puces de mer (amphipodes) et myxines principalement, de pénétrer à l'intérieur du crabe pour se nourrir. Trois espèces d'amphipodes voraces appartenant à la famille des lysianassidés (*Anonyx lilljeborgi, A. sarsi* et *Orchomenella pinguis*) vivent aux profondeurs caractérisant l'habitat du crabe des neiges dans le Nord du Golfe et peuvent facilement s'infiltrer à l'intérieur des crabes par le plus petit interstice (Sainte-Marie *et al.* 1989, Cyr et Sainte-Marie 1995). Les crabes blancs, généralement plus faibles que les crabes à carapace plus dure, sont très

vulnérables à ce type de prédation et la présence d'amphipodes, en plus ou moins grand nombre, à l'intérieur des crabes a été remarquée dans près du tiers (25/78) de ceux qui sont morts dans notre étude.

La taille (facteur intrinsèque à l'espèce) et le niveau de dessèchement (facteur relié à l'environnement de capture) des crabes suivent dans l'ordre pour leur importance sur la survie des crabes blancs. Les crabes blancs qu'ils soient actifs ou faibles à leur arrivée sur le pont, meurent en plus grand nombre lorsqu'ils sont de taille commerciale (L.c. ≥ 95 mm). Le rapport entre le taux de mortalité des crabes blancs de taille sous-légale (L.c. < 95mm) et ceux de taille légale (L.c. ≥ 95 mm) est approximativement du simple au double. Cependant, le taux de mortalité est plus élevé lorsque les crabes sont faibles à leur arrivée sur le pont et peut atteindre 35,1 % lorsqu'ils sont de taille commerciale.

L'action conjuguée du vent et d'une température de l'air élevée sur le pont d'un bateau lors des opérations de capture agissent de pair avec le temps d'exposition et affectent la survie des crabes blancs. Le mécanisme d'action est complexe et les trois facteurs peuvent agir ensemble, avec d'autres facteurs comme l'ensoleillement et le taux d'humidité dans l'air ambiant, ou individuellement, pour affecter surtout la physiologie et le comportement des crabes sans nécessairement causer directement la mort. Les crabes blancs peuvent résister longtemps lorsque exposés à l'air, même à une température élevée. Des dix crabes blancs exposés entre 15 et 45 minutes à une température variant de 5 à 30 °C dans une chambre à atmosphère contrôlée, deux seulement sont morts après avoir subi le traitement le plus long et éprouvant, soit une exposition de 45 minutes à 30 °C. L'exposition à l'air durant de longues périodes dessèche l'animal et semble occasionner des changements osmotiques importants au niveau de son hémolymphe. Les changements au niveau de l'hémolymphe ont été plus rapides au cours des 30 premières minutes chez la langouste *Panulirus argus* exposée à l'air durant deux heures, et ont occasionné des dommages physiologiques secondaires manifestés par des comportements de défense et de fuite aberrants (Vermeer 1987). Les langoustes ont survécu et leur hémolymphe est revenue à la normale lorsqu'on les a immergées de nouveau dans l'eau pour 24 heures, après le traitement. Ainsi, l'exposition à l'air des crabes blancs sur le pont durant les opérations de capture aurait pour effet de les affaiblir davantage et pourrait engendrer des comportements de défense et de fuite aberrants qui les rendraient encore plus vulnérables à la prédation et aux maladies.

CONCLUSION

Si une chair en abondance et de qualité est le principal critère recherché chez les crabes capturés durant les opérations de pêche, une dureté de carapace ≥ 60 unités de duromètre devrait être ciblée par l'industrie. De façon générale, la condition et le rendement en chair des crabes entre 60 et 80 unités de duromètre est constante mais différente de celle des crabes mous (dureté < 60 unités de duromètre) et des crabes durs (dureté ≥ 80 unités de duromètre). Le contenu en eau des crabes ≥ 60 unités de duromètre est inférieur à celui

des crabes de dureté inférieure. Il est suggéré d'éviter de capturer les crabes blancs afin de leur permettre de se reproduire et d'augmenter le rendement et la qualité de leur chair. Il est possible de connaître précisément le contenu en chair d'un crabe en connaissant son poids vif et sa dureté mesurée à l'aide d'un duromètre, et en incorporant ces valeurs dans les équations proposées dans notre document.

Les crabes des neiges rejetés en mer durant les opérations de pêche survivent relativement bien aux traitements qu'on leur fait subir. Seulement 14,3 % des crabes blancs et 2,2 % des crabes durs soumis aux traitements sont morts durant notre étude après une réimmersion en eau de mer d'une durée maximale de 72 heures. Ces valeurs sont similaires à celles obtenues pour des espèces apparentées dans d'autres études du même genre. Toutefois, les crabes blancs sont nettement plus sensibles aux opérations de pêche que les crabes durs surtout durant la période estivale où leur mortalité peut atteindre un niveau huit fois plus élevé qu'au printemps. Trois types de facteurs interviennent simultanément et affectent leur survie. Ce sont dans l'ordre : 1) les facteurs reliés directement aux opérations de pêche (la vitalité des crabes à leur arrivée sur le pont et leur nombre de pattes manquantes), 2) un facteur propre à l'individu (la taille des crabes), et 3) un facteur relié à l'environnement (le niveau de dessèchement des crabes avant leur remise à l'eau). Ces facteurs agissent directement ou indirectement sur les crabes et diminuent leur chance de survivre aux opérations de capture lorsqu'ils sont rejetés à la mer.

REMERCIEMENTS

Ce projet à été partiellement financé par le Programme Fédéral de Développement des Pêches (PFDPQ). Nous tenons à remercier toutes les personnes qui de près ou de loin ont participé activement aux projets et plus particulièrement: les échantillonneurs sur le terrain de la Division des Invertébrés et de la Biologie Expérimentale de la Direction des Sciences du MPO, Région Laurentienne ; à Hélène Gagnon, Patrice Goudreau et Pierre Sylvestre pour leur travail, parfois ingrat, sur le terrain et en laboratoire ; aux équipages du Grèbe, du A.C. Horth et du L.M. Lauzier ; à Bernard Sainte-Marie et Francis Coulombe pour leurs commentaires judicieux sur une première version du manuscrit ; et finalement à Richard Bailey qui a été somme toute, le précurseur de cette étude dans le milieu des années quatre-vingt.

BIBLIOGRAPHIE

Alunno-Bruscia, M. 1993. Croissance et maturation des femelles du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius), dans le golfe du Saint-Laurent. Mémoire D.E.A., Université Aix-Marseille II, Marseille, France. 36 pp.

Carls, M.G. et C.E. O'Clair. 1995. Responses of Tanner crabs, *Chionoecetes bairdi*, exposed to cold air. Fishery Bulletin 93 : 44-56.

Cyr, C., et B. Sainte-Marie. 1995. Catch of Japanese crab traps in relation to bait quantity and shielding. Fisheries Research 24 : 129-139.

Conan, G. Y. et M. Comeau. 1986. Functional maturity and terminal molt of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences 43 : 1710-1719

Dagnelie, P. 1975. Analyse statistique à plusieurs variables. Ed. Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique : 362 p.

Drach, P. 1939. Mue et cycle d'intermue chez les crustacés décapodes. Annales de l'Institut Océanographique, tome XIX : 103-391.

Dufour, R. 1995. Le crabe des neiges de l'estuaire et du Nord du golfe du Saint-Laurent : État des populations en 1994. MPO, Pêches de l'Atlantique, Document de recherche 95/96.

Dufour, R. et J.M. Coutu. 1989. Crabe des neiges de l'estuaire et du Nord du golfe du Saint-Laurent - Évaluation 1988. Comité Scientifique Consultatif des Pêches Canadiennes dans l'Atlantique 89/31.

Dufour, R. et B. Sainte-Marie. 1996. Le crabe des neiges de l'Estuaire et du Nord du Golfe du Saint-Laurent. MPO, Pêches de l'Atlantique, Rapport sur l'état des stocks No 96/6.

Foyle, T.P., G.V. Hurley et D.M. Taylor. 1989. Field testing shell hardness gauges for the snow crab fishery. Canadian Industry Report of Fisheries and Aquatic Sciences 193 : ix + 38.

Hare, G.M. et L. Dunn. 1993. A retrospective analysis of the Gulf of St. Lawrence snow crab (*Chionoecetes opilio*) fishery 1965-1990. In: L.S. Parsons and W.H. Lear (eds.), Perspectives on Canadian marine fisheries management. Canadian Bulletin of Fishery Aquatic Sciences 226:177-192.

Hicks, D., et B.A. Johnson. 1991. A device to measure shell hardness of Dungeness crabs. Alaska Department of Fish and Game, Division of Commercial Fisheries, Professional Paper 001, Juneau.

Kennelly, S.J., D.Watkins et J.R. Craig. 1990. Mortality of discarded Spanner crabs *Ranina ranina* (Linnaeus) in a tangle-net fishery - laboratory and field experiments. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 140 : 39-48.

Kruse, G.H., D. Hicks et M.C. Murphy. 1994. Handling increases mortality of softshell Dungeness crabs returned to the sea. Alaska Fishery Bulletin 1 : 1-9.

Lamoureux, P. et P.E. Lafleur. 1982. The effects of exploitation on snow crab populations of the south western gulf of St. Lawrence between 1975 and 1981. *In* Proceedings of the International Symposium on the Genus *Chionoecetes*. Lowell Wakefield Fisheries Symposia Series, University of Alaska, Alaska Sea Grant Report, 82-10 : 443-481.

Miller, R.J. 1977. Resource underutilization in a spider crab industry. Fisheries, 2 : 9-12.

Murphy, M.C. et G.H. Kruse. 1995. An annotated bibliography of capture and handling effects on crabs and lobsters. Alaska Fishery Research Bulletin 2 : 23-75.

O'Halloran, M.J. et O'Dor, R.K. 1988. Molt cycle of male snow crabs, *Chionoecetes opilio*, from observations of external features, setal changes, and feeding behavior. Journal of Crustacean Biology 8 : 164-176.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Buletin of Fishery Research Board of Canada 191 : 382 p.

Sainte-Marie, B. et R. Dufour. 1995. Crabe des neiges de l'estuaire et du Nord du golfe du Saint-Laurent (zones de pêche 13,14,15,16 et 17). *In* Savard, L. [éd.]. Rapport sur l'état des invertébrés en 1994 : crustacés et mollusques des côtes du Québec et crevette nordique de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2323 : 3-27.

Sainte-Marie, B. et F. Hazel. 1992. Moulting and mating of snow crabs, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius), in shallow waters of the northwestern Gulf of Saint Lawrence. Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences 49 : 1282-1293.

Sainte-Marie, B., J.A. Percy et J.R. Shea. 1989. A comparaison of meal size and feeding rate of the lysianassid amphipods *Anonyx nugax*, *Onisimus* (=*Pseudalibrotus*) *litoralis* and *Orchomenella pinguis*. Marine Biology 102 : 361-368.

Sainte-Marie, B., S. Raymond et J.-C. Brêthes. 1995. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab *Chionoecetes opilio* (Brachyura, Majidae). Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences 52 : 903-924.

Sims, G.G., W.E. Anderson et C.E. Cosham. 1980. A comparison of meat yields and mechanical deshelling characteristics of molted and unmolted specimens of atlantic snow crab (*Chionoecetes opilio*). Canadian Technical Report Fishery and Aquatic Sciences 908 : 8 p.

Stevens, B.G. 1990. Survival of King and Tanner crabs captured by commercial sole trawls. Fishery Bulletin 88 : 731-744.

Taylor, D.M., Marshall, G.W., et O'Keefe, P.G. 1989. Shell hardening in snow crabs *Chionoecetes opilio* tagged in soft-shelled condition. North American Journal of Fishery Management 9 : 504-508.

Taylor, D.M., et W.G. Warren. 1991. Male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788), weight-width relationships: an exercise in multi-source regression. Journal of Shellfish Research 10 : 165-168.

Vermeer, G.K. 1987. Effects of air exposure on desiccation rate, hemolymph chemistry, and escape behavior of the spiny lobster, *Panulirus argus*. Fishery Bulletin 85 : 45-51.

Watson, J. 1971. Ecdysis of the snow crab, *Chionoecetes opilio*. Canadian Journal of Zoology 49 : 1025-1027.

Tableau 1. Synthèse des valeurs des principales variables mesurées lors de l'étude sur la dureté et le contenu en chair.

PARAMÈTRES	N	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	MAXIMUM
POIDS HUMIDE (g)					
CRABE ENTIER	464	434,8	186,3	113,3	978,8
CHAIR-CRABE ENTIER	459	181,1	86,9	40,3	443,7
CHAIR-PINCE DROITE	460	12,6	7,1	1,0	35,5
CHAIR-PINCE GAUCHE	459	11,6	7,0	2,0	36,6
POIDS SEC (g)					
CHAIR PINCE DROITE	461	2,1	1,3	0,3	6,7
RENDEMENT EN CHAIR (%)					
CRABE ENTIER	458	41,0	6,0	21,9	58,0
CONTENU EN EAU (%)					
PINCE DROITE	460	82,4	4,7	50,0	96,6
LARGEUR DE CARAPACE (mm)	464	103,5	14,6	70,0	134,0
PINCE GAUCHE					
LONGUEUR (mm)	462	47,7	10,1	22,0	72,0
HAUTEUR (mm)	461	25,2	5,3	14,0	38,0
LARGEUR (mm)	461	22,3	4,9	11,0	49,0
VOLUME (ml)	460	17,8	9,7	3,0	50,0
PINCE DROITE					
LONGUEUR (mm)	461	47,7	10,1	23,0	73,0
HAUTEUR (mm)	462	25,3	5,3	14,0	38,0
LARGEUR (mm)	459	22,3	4,8	12,0	33,0
VOLUME (ml)	457	17,9	9,8	3,0	50,0
PATTES MANQUANTES	464	--	--	0,0	3,0
DUROMÈTRE					
AVANT	227	86,9	16,9	18,0	100,0
CENTRE	455	81,0	17,2	12,0	99,0
ARRIÊRE	224	83,0	16,4	22,0	99,0

Tableau 2. Synthèse des valeurs des principales variables mesurées lors de l'étude sur la mortalité des crabes des neiges durant les opérations de pêche.

PARAMÈTRES	N	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	MAXIMUM
TEMPS D'EXPOSITION À L'AIR (MIN)	738	26,7	11,2	12,0	50,0
TEMPS D'IMMERSION (HR)	738	39,4	14,0	24,0	72,0
TEMPÉRATURE DE L'AIR (°C)	28	11,2	4,5	0,0	18,5
PROFONDEUR DE CAPTURE (m)	43	81,9	18,8	53,0	130,0
LARGEUR DE LA CARAPACE (mm)	737	90,6	15,2	57,0	138,0
CRABE DE TAILLE :					
COMMERCIALE (L. c. ≥ 95 mm)	258	107,4	10,7	95,0	138,0
NON COMMERCIALE (L.c. < 95 mm)	479	81,5	7,5	57,0	94,3
HAUTEUR DE PINCE (mm)	728	18,1	5,9	10,0	40,0
DUROMÈTRE (unité)	588	62,7	11,6	27,0	97,0

Tableau 3. Taux de mortalité des crabes blancs en fonction du dessèchement, de la vitesse du vent, de la température de l'air et du temps d'exposition des crabes sur le pont.

Mortalité		Dessèchement (°C-hr-m/s)	Vitesse du vent (m/s)	Température de l'air (°C)	Temps d'exposition (minute)
Nombre	%				
1	1,9	0,2	7,8	0,1	15
1	1,9	6,7	3,4	7,9	15
1	1,9	9,9	3,4	5,8	30
1	1,9	13,1	1,5	10,5	50
2	3,8	0,4	7,8	0,1	30
3	5,7	19,0	3,4	13,4	25
3	5,7	19,5	7,8	5,0	30
3	5,7	21,0	5,6	15,0	15
4	7,5	6,1	1,5	16,3	15
7	13,2	12,2	1,5	16,3	30
8	15,1	9,1	3,4	13,4	12
9	17,0	34,4	10,2	13,5	15
10	18,9	68,8	10,2	13,5	30

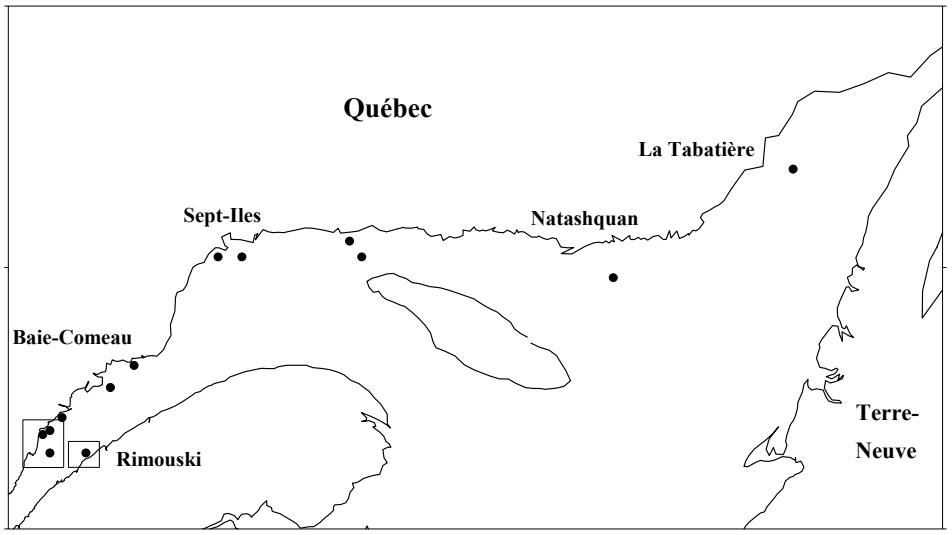

Figure 1. Lieux d'échantillonnage des crabes des neiges utilisés dans les projets sur la dureté et le contenu en chair (•), et sur la mortalité des crabes durant les opérations de pêche (□).

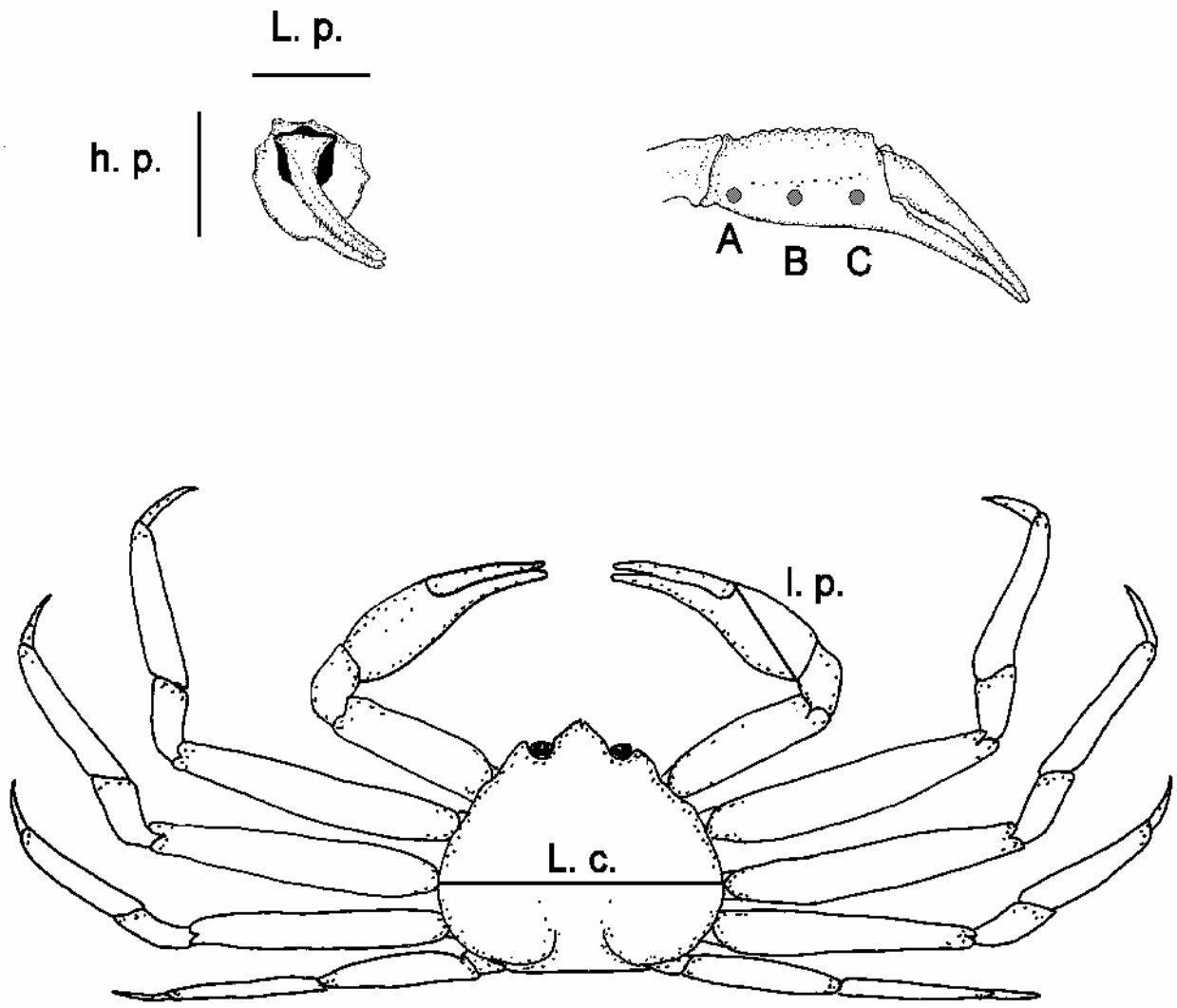

Figure 2. Schéma des mesures effectuées sur les crabes des neiges dans le projet dureté et contenu en chair : L.c.=largeur de carapace ; L.p., h.p. et l.p. respectivement la largeur, la hauteur et la longueur de la pince ; A, B et C=sites de prise de mesure de duromètre.

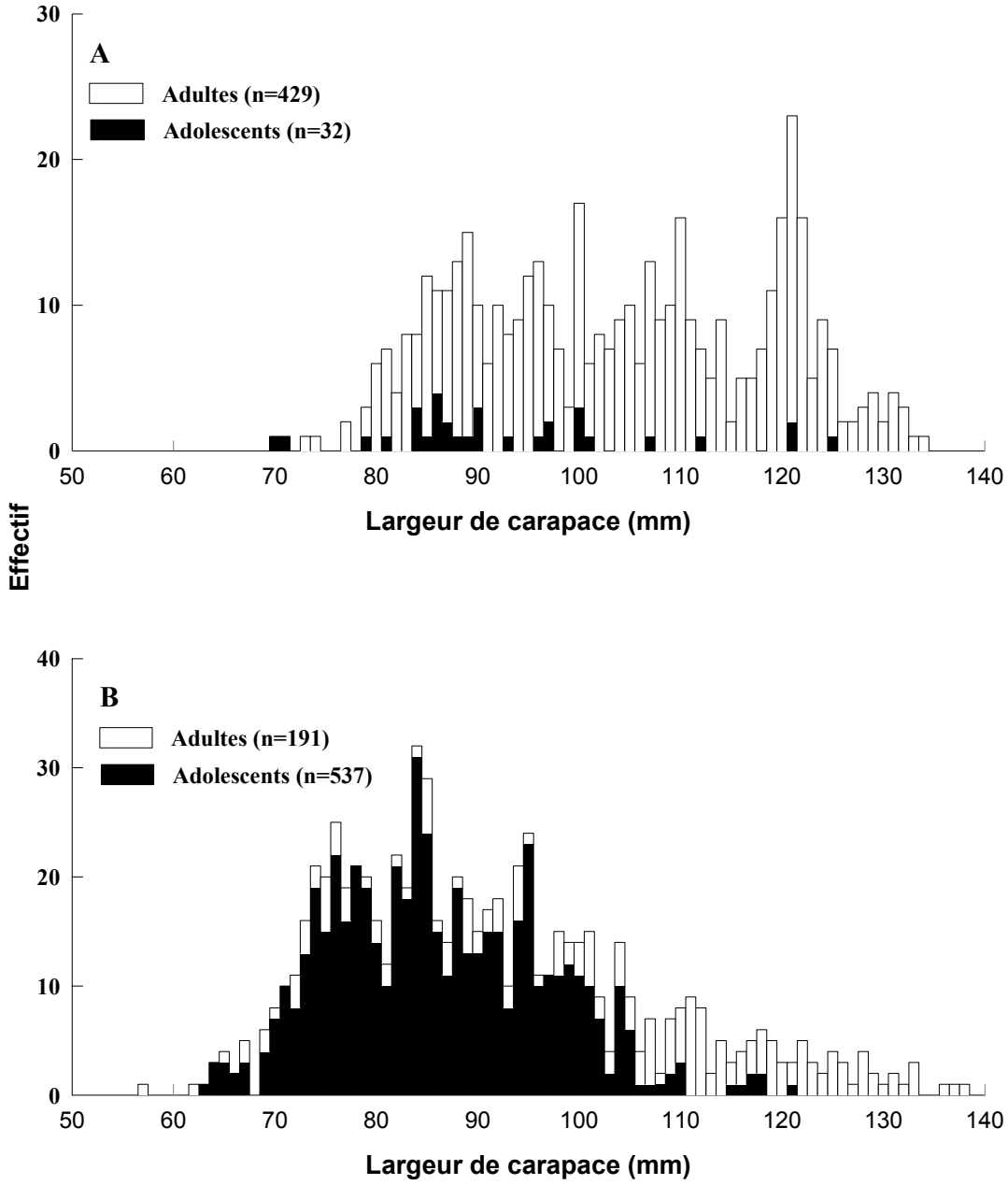

Figure 3. Répartition de la taille des crabes des neiges qui ont servi à l'étude sur: (A) la dureté et le contenu en chair, et (B) la mortalité durant les opérations de pêche.

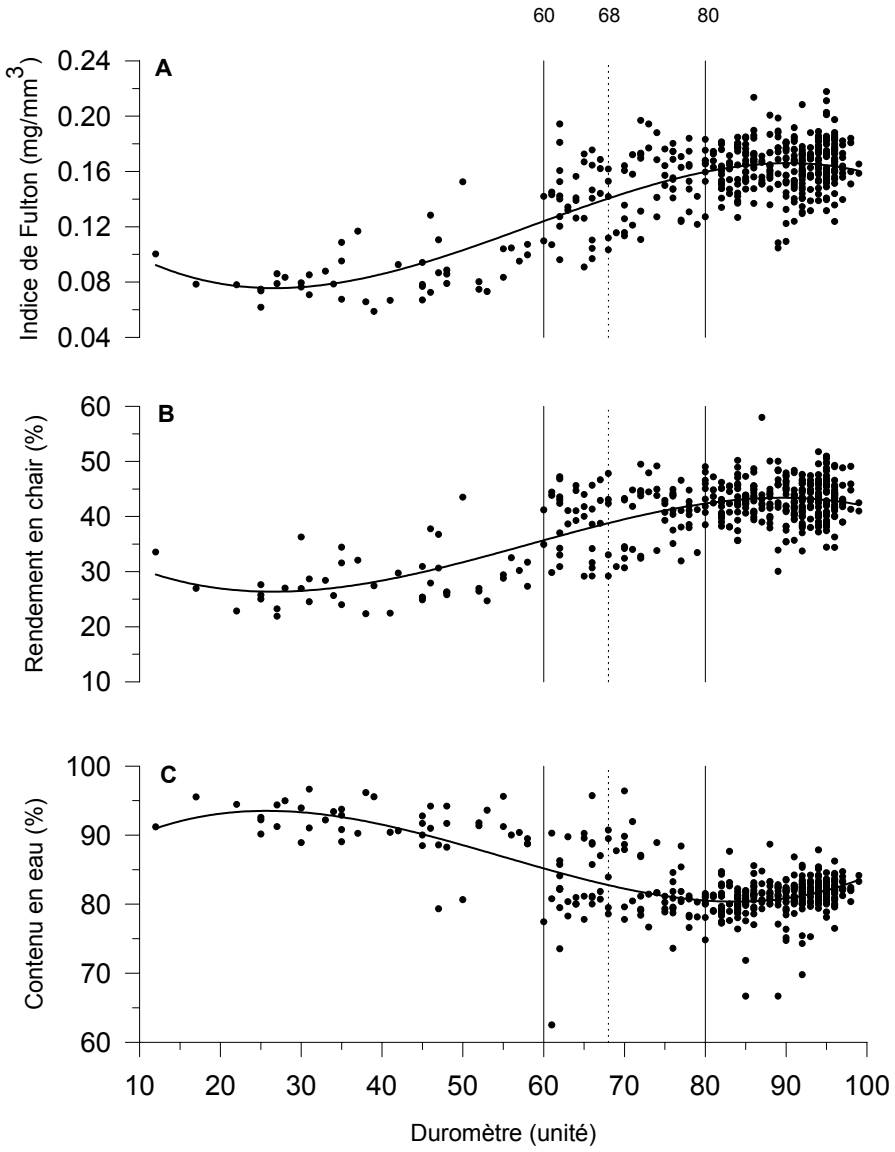

Figure 4. Relation entre la condition (A), le rendement en chair (B) et le contenu en eau (C) des crabes et leur dureté de carapace. L'équation des droites de régression non-linéaire de chacun des graphiques est la suivante: (A) $y = 0{,}137 - 5{,}087\times10^{-3}\ x + 1{,}234\times10^{-4}\ x^2 - 7{,}027\times10^{-7}\ x^3$; (B) $y = 37{,}897 - 0{,}966\ x + 0{,}024\ x^2 - 1{,}358\times10^{-4}\ x^3$; (C) $y = 83{,}510 + 0{,}866\ x + 0{,}022\ x^2 + 1{,}340\times10^{-4}\ x^3$.

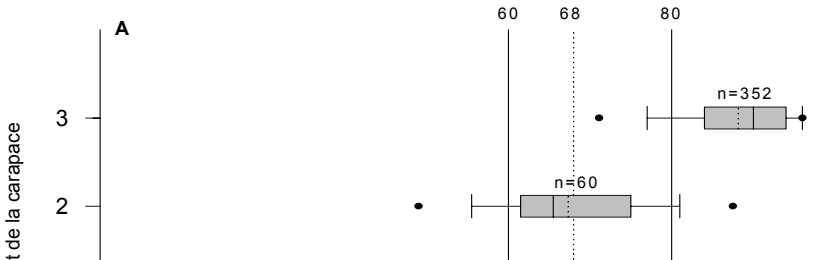
A
60
68
80
n=352
n=60
3
2
t de la carapace

Figure 5. Relation entre l'état de la carapace, tel que défini par (A) Lamoureux et Lafleur (1982) et (B) Foyle *et al.* (1989), et la dureté des crabes. Le n représente le nombre de crabes appartenant à chaque catégorie. Les points aux extrémités identifient le 5 ième et le 95 ième centile, la moyenne apparaît en pointillée et la médiane en trait plein.

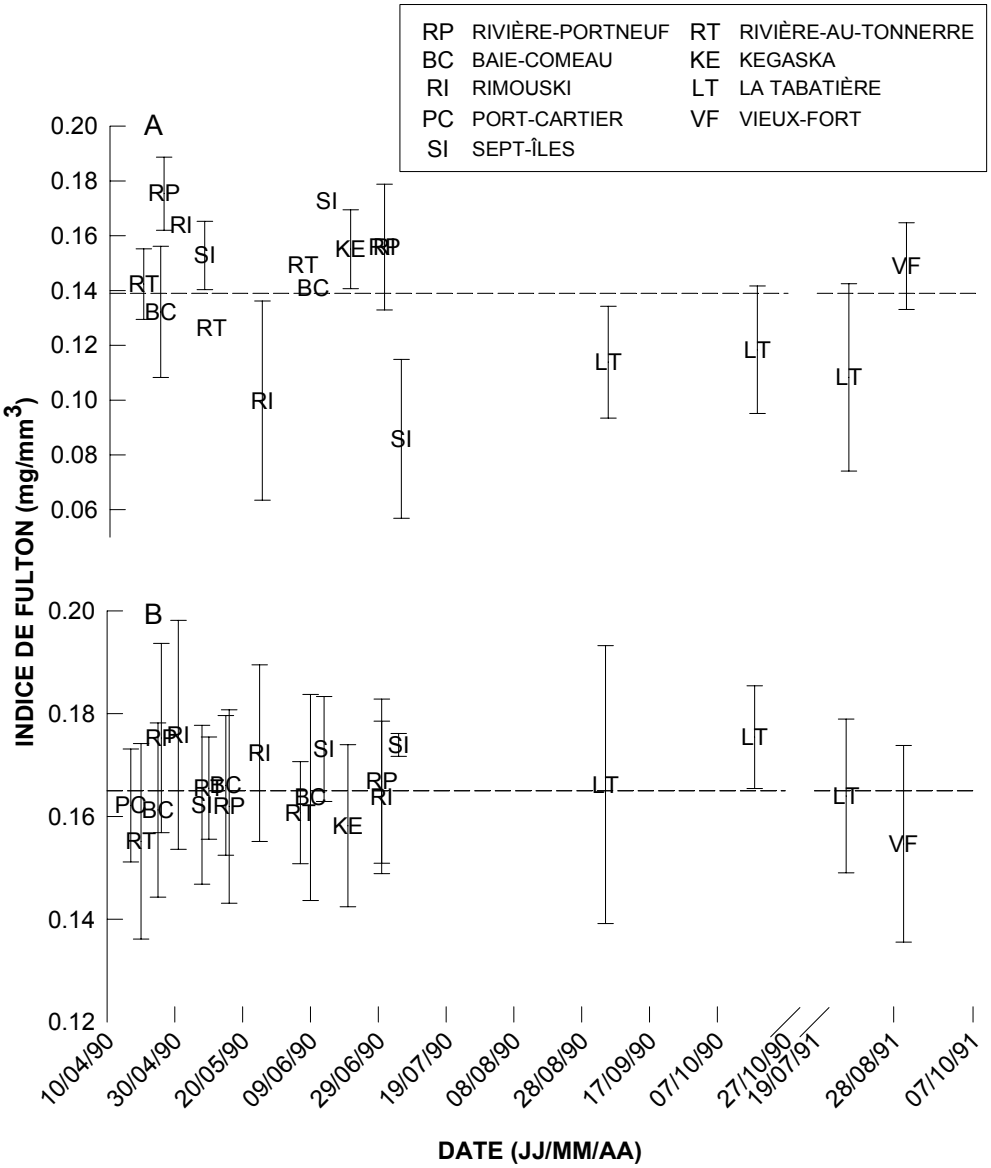

Figure 6. Indice de Fulton moyen calculé sur les crabes capturés en 1990 et 1991. (A) mâles adolescents et adultes d'état de carapace 1 et 2, selon Lamoureux et Lafleur (1982) et Foyle *et al.* (1989) ; (B) mâles adultes d'états de carapace 3 et 4, selon Lamoureux et Lafleur (1982) et Foyle *et al.* (1989). La précision des indices moyens est de ± 1 écart type. La ligne pointillée représente: (A) l'indice de Fulton moyen de tous les crabes capturés avant la fin juin 1990 et (B) l'indice de Fulton moyen pour tous les crabes dans cette catégorie d'états de carapace et sur toute l'année.

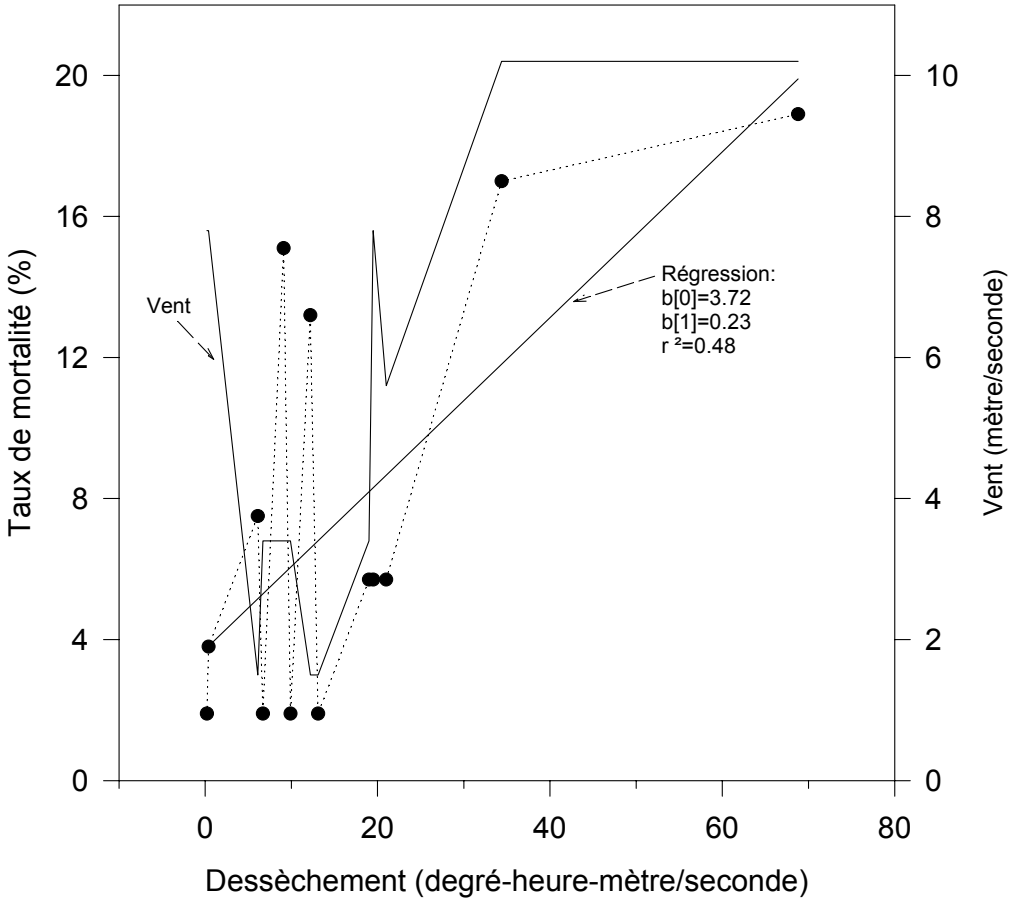

Figure 7. Taux de mortalité des crabes blancs en fonction de la variable mixte (••••) représentant le dessèchement des crabes exposés à l'air sur le pont d'un bateau. La droite de régression a été calculées sur les données brutes du taux de mortalité. L'influence du vent (—) sur la relation est également montrée.

Annexe 1

État de la carapace et critères utilisés pour déterminer la condition des crabes des neiges selon Lamoureux et Lafleur (1982). Les chiffres correspondent aux états de carapace.

«1» La carapace est de couleur claire et d'apparence molle. Les pinces sont très irridescentes et facilement cassables (mou).

«2» La carapace est de couleur claire et peut avoir des épibiontes. Les pinces sont peu irridescentes et facilement cassables (intermédiaire).

«3» La carapace est de couleur brun pâle dorsalement et brun-jaunâtre ventralement ; Présence de marques sur la carapace et d'épibiontes sur la face dorsale. Les pinces ne sont pas irridescentes et ne se cassent pas facilement (dur).

«4» La carapace est vieille, sale et molle ; présence de décalcification spécialement au niveau des jointures des pattes (vieux).

Annexe 2

État de la carapace et critères utilisés pour déterminer la condition de la carapace des crabes des neiges selon Foyle et al. (1989). Les chiffres correspondent aux états de carapace.

«1» La pince se déforme sous une pression du pouce. La carapace apparaît nouvelle, étincelante et dépourvue d'organismes de fixation (épibiontes). Les pinces sont irridescentes sur la partie externe. La carapace est de couleur blanche ou rose pâle sur le ventre (mou).

«2» Aucune ou légère déformation de la pince sous une pression modérée du pouce. La carapace apparaît nouvelle, étincelante et dépourvue d'épibionte. Les pinces sont irridescentes sur la partie externe. La carapace est blanche ou rose pâle sur le ventre (nouveau et dur).

«3» La carapace est plus vieille que le stade 2, de couleur brun-orange et couverte de quelques épibiontes. Les pinces sont irridescentes sur leur partie externe. La carapace est blanche ou rose sur le ventre (vieux et dur I).

«4» La carapace est sans brillance avec plusieurs épibiontes fixés dessus. La carapace est de couleur jaune sur le ventre (vieux et dur II).

«5» La carapace est foncée, molle et habituellement couverte d'épibiontes. Des traces de dégénération sous forme de marques noires et l'absence de rigidité dans les jointures caractérisent habituellement ces crabes (vieux et dur III).