

# **Ensemencement du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) au large du Nouveau-Brunswick, Canada**

L.-A. Davidson, M. Niles, R. Nowlan et B. Frenette

Pêches et Océans Canada  
Centre des pêches du Golfe  
C.P. 5030  
Moncton, Nouveau-Brunswick  
Canada E1C 9B6

2019

**Rapport technique canadien des sciences  
halieutiques et aquatiques 3294**



Fisheries and Oceans  
Canada

Pêches et Océans  
Canada

**Canada**

## **Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques**

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques de Pêches et Océans Canada, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications à part entière. Le titre exact figure au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la base de données Résumés des sciences aquatiques et halieutiques.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de Rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de Rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de Rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

## **Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences**

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of Fisheries and Oceans Canada, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in the data base Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Rapport technique canadien des sciences  
halieutiques et aquatiques 3294

2019

Ensemencement du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*)  
au large Nouveau-Brunswick, Canada

par

L.-A. Davidson<sup>1</sup>, M. Niles<sup>1</sup>, R. Nowlan<sup>2</sup> et B. Frenette<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Pêches et Océans Canada, Centre des pêches du Golfe, C.P. 5030.  
Moncton, Nouveau-Brunswick, Canada, E1C 9B6

<sup>2</sup>Pecten UPM/MFU Inc., Shediac, Nouveau-Brunswick, Canada E4P 2G1

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2019  
N° de cat. Fs 97-6/3294F-PDF      ISBN 978-0-660-29614-2      ISSN 1488-545X

On devra citer la publication comme suit :

Davidson, L.-A., Niles, M., Nowlan, R. et Frenette, B. 2019. Ensemencement du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) au large du Nouveau-Brunswick, Canada. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 3294: ix + 46p.

## TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES .....	v
LISTE DES FIGURES .....	vi
LISTE OF TABLEAUX.....	vii
RÉSUMÉ.....	viii
ABSTRACT .....	ix
1.0 INTRODUCTION.....	1
2.0 MATÉRIELS ET MÉTHODES .....	3
2.1 PRINCIPES GÉNÉRAUX .....	3
2.2 SITE D'ÉTUDE .....	3
2.3 TEMPÉRATURE DE L'EAU .....	6
2.4 APPROVISIONNEMENT EN NAISSAINS.....	6
2.4.1 Suivi de la ponte .....	6
2.4.2 Collecteur.....	7
2.4.3 Suivi temporel du captage de naissains.....	8
2.5 APPROVISIONNEMENT DE NAISSAINS À L'ÉCHELLE COMMERCIALE.....	9
2.5.1 Filières et collecteurs .....	9
2.5.2 Préparation des collecteurs.....	10
2.5.3 Ancres.....	11
2.5.4 Suivi du captage du naissain à l'échelle commerciale .....	12
2.6 L'ENSEMENCEMENT .....	12
2.6.1 Technique de nettoyage 2001-2004 .....	12
2.6.2 Technique de nettoyage améliorée 2005-2008.....	13
2.7 ÉVALUATION DES SITES ENSEMENCÉS ET DE PÊCHE .....	14
2.7.1 Évaluation par caméra vidéo.....	14
2.8 LA PÊCHE DES SITES ENSEMENCÉS .....	15
3.0 RÉSULTATS .....	16
3.1 TEMPÉRATURE .....	16
3.2 APPROVISIONNEMENT EN NAISSAINS.....	18
3.2.1 Suivi de la ponte .....	18
3.2.2 Suivi temporel du captage de naissains.....	19
3.3 CAPTAGE ET ENSEMENCEMENT À L'ÉCHELLE COMMERCIAL .....	21
3.3.1 Suivi du captage de naissains à l'échelle commerciale .....	21
3.3.2 Quantité de collecteurs déployés .....	22
3.3.3 Nombre de naissains ensemencés .....	22
3.4 ÉVALUATION DES SITES ENSEMENCÉS .....	24
3.4.1 Suivi de la densité des pétoncles sur les sites ensemencés.....	24
3.5 ÉVALUATION DES SITES DE PÊCHES.....	26
3.6 LA PÊCHE DES SITES ENSEMENCÉS .....	26
3.6.1 Baie des Chaleurs.....	26

3.6.2 Baie Miramichi .....	27
3.6.3 Détroit de Northumberland.....	28
4.0 DISCUSSION.....	28
5.0 CONCLUSIONS.....	33
6.0 REMERCIEMENTS.....	34
7.0 RÉFÉRENCES.....	35
8.0 ANNEXE .....	41
8.1 ANNEXE 1. Nombre et la taille des naissains de pétoncle géant dans les collecteurs. ....	41
8.2 ANNEXE 2. Suivi des densités de diverses espèces sur les sites de pêche .....	43
8.3 ANNEXE 3. Suivi des densités de diverses espèces sur les sitesensemencés .....	44

### LISTE DES FIGURES

Figure 1. Zone de Pêche de Pétoncle (ZPP) 21A, 21B, 21C, 22, 23 et 24 de la Région du Golfe.....	3
Figure 2. Les sites d'ensemencement et les sites de captage du pétoncle.....	5
Figure 3. Un thermographe submersible, VEMCO MINILOG.....	6
Figure 4. Pétoncle femelle (gauche) et mâle (droite), (une coquille est retirée exposant la chair). ....	6
Figure 5. Collecteur de naissain de pétoncle. ....	8
Figure 6. La hauteur de la coquille du pétoncle géant.....	9
Figure 7. Installation commerciale des filières avec collecteurs. ....	10
Figure 8. La fabrication de collecteurs : a) Netron™ rigide bleu, b) Placement du Netron™ dans un sac, c) Attachement des sacs pour éviter l'échappement des naissains, d) Collecteurs complets.....	11
Figure 9. Ancres : a) Le système d'ancre japonaise, b) Ancres à deux pattes construites avec des rails de chemin de fer. ....	11
Figure 10. Nettoyage des collecteurs dans des bassins d'eau salée à bord du bateau. ....	13
Figure 11. Exemple de problème d'accumulation de sédiment dans le fond du bassin de nettoyage de 2001 à 2004.....	13
Figure 12. Activités d'ensemencement: a) Nettoyage dans un bassin muni d'un panier d'Aquamesh, b) Ensemencement à partir du panier. ....	14
Figure 13. Équipements utilisés pour évaluer les fonds ensemencés: a)Traineau (Troika) avec camera, lumière et 2 lasers, b) Écran, enregistreur numérique et GPS. ....	15
Figure 14. La température moyenne de l'eau par jour d'un des sites d'ensemencement dans la Baie des Chaleurs en 2001 (bleu), 2005 (rose), 2006 (orange) et 2007 (vert). ....	16
Figure 15. La température moyenne de l'eau par jour au niveau des structures de captage dans la Baie des Chaleurs en 2001 (bleu), 2002 (rose), 2003 (orange), 2004 (vert) et 2005 (mauve). Les graphiques insérés sont du fond (bleu) et de la surface (rose) en 2001.....	16

Figure 16. La température moyenne de l'eau par jour au niveau des structures de captage dans la baie Miramichi en 2004-2005.....	17
Figure 17. La température moyenne de l'eau par jour d'un des sites d'ensemencement dans le détroit Northumberland en 2005 (turquoise), 2006 (bleu), 2007 (rose) et 2008 (vert).....	17
Figure 18. La température moyenne de l'eau par jour au niveau des structures de captage dans la Baie des Chaleurs en 2001 (bleu), 2002 (rose), 2003 (orange), 2004 (vert) et 2005 (mauve). Les graphiques insérés sont du fond (bleu) et de la surface (rose) en 2001.....	17
Figure 19. L'indice gonado-somatique (IGS) moyen des pétoncles de la Baie des Chaleurs, 2001 (rouge), 2002 (bleu), 2003 (turquoise), 2004 (vert) et 2005(rose).	18
Figure 20. L'indice gonado-somatique (IGS) moyen des pétoncles du détroit de Northumberland, 1997 (turquoise), 1998 (vert), 1999 (noir), 2000 (rouge) et 2001 (bleu). .....	18
Figure 21. Suivi temporel du captage du nombre moyen de naissains de pétoncle dans la Baie des Chaleurs en 2001(rouge), 2002 (noir) et 2003 (bleu). ....	19
Figure 22. Suivi temporel du captage du nombre moyen naissains de pétoncle dans le détroit de Northumberland en 2003 (rose). ....	19
Figure 23. Le dénombrement hebdomadaire du nombre moyen de pétoncles (rose), d'Hiatellas (bleu), de moules (gris), et d'étoiles de mer (ligne verte) du suivi temporel du captage de naissains de pétoncle dans la Baie des Chaleurs en septembre 2003. .....	20
Figure 24. Le dénombrement hebdomadaire du nombre moyen de pétoncles rose), d'Hiatellas (bleu), de moules (gris), et étoile de mer (ligne verte) du suivi temporel du captage de naissains de pétoncle dans le détroit de Northumberland en septembre 2003. ....	20
Figure 25. Collecteurs retirés remplis de naissain de pétoncle géant. ....	21
Figure 26. Le suivi des densités moyennes $\pm$ les écart-types des pétoncles/m <sup>2</sup> sur les sites ensemencés dans la Baie des Chaleurs sur le site et les activités d'ensemencement et de pêche indiqués : a) BC2001, b) BC2002, c) BC2003 et d) BC2004. ....	24
Figure 27. Le suivi des densités moyennes $\pm$ les écart-types des pétoncles sur les sites ensemencés dans la baie Miramichi sur le site et les activités d'ensemencement et de pêche indiqués : a) BM2001 et b) BM2003. ....	25
Figure 28. Le suivi des densités moyennes $\pm$ les écart-types des pétoncles sur les sites ensemencés dans le détroit de Northumberland sur le site et les activités d'ensemencement et de pêche indiqués :a) DN2001 et b) DN2003. ....	25

### LISTE OF TABLEAUX

Tableau 1. L'aire des sites de collectes et des sites d'ensemencement. ....	5
Tableau 2. Résumé des activités de captage et d'ensemencement sur les sites dans la Baie des Chaleurs (BC), la baie Miramichi (BM) et le détroit de Northumberland (DN). .....	23
Tableau 3. Récolte de chair de pétoncle en 2006 provenant du site BC2001...	26
Tableau 4. Récolte de chair de pétoncle des sites en 2008 provenant des sites BC2001, BC2002 et BC2003. ....	27

## RÉSUMÉ

Davidson, L.-A., Niles, M., Nowlan, R. et Frenette, B. 2019. Ensemencement du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) au large du Nouveau-Brunswick, Canada. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 3294: ix + 46p.

En réaction aux faibles débarquements de pétoncle au large du nord-est et sud-est du Nouveau-Brunswick, des pêcheurs se sont impliqués dans un projet d'ensemencement par l'intermédiaire de Pecten UPM/MFU Inc. (Pecten), une compagnie à but non lucratif affiliée à l'Union des pêcheurs des Maritimes (UPM). Entre 1996 et 2000, Pecten visait à maîtriser les techniques de la collecte des naissains de pétoncle. À partir de 2001, la compagnie visait plutôt à évaluer l'efficacité de l'ensemencement envers le repeuplement des populations du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) dans la Région du Golfe. Chaque année, les pêcheurs choisissaient un endroit d'environ 1 km<sup>2</sup> qui était fermé à la pêche et dédié à l'ensemencement dans chacune des Zones de Pêche de Pétoncle (ZPP) suivante : 21A (la Baie des Chaleurs), 21C (la baie Miramichi) et 22 (déroit de Northumberland). Dans chacune de ces ZPPs, il y avait un seul site de captage qui a servi pour la durée du projet. Un important approvisionnement de naissains de pétoncle provenant du milieu naturel a été réalisé avec constance. Chaque année, la date du début de la ponte des pétoncles adultes devait être déterminée afin de prédire la meilleure date pour l'immersion des collecteurs. La ponte commençait à la fin août ou au début septembre, mais parfois elle était initiée à la mi-août. Le nombre maximum de naissains de pétoncle par collecteur était capté lorsque les collecteurs étaient déployés 4 à 5 semaines après le déclenchement de la ponte. La densité d'ensemencement sur chaque site désigné était variable, car tous les naissains disponibles pour ce site y étaient ensemencés. Alors la densité d'ensemencement des sites était souvent inférieure mais parfois supérieure à la densité d'ensemencement recommandée de 4 à 5 pétoncles/m<sup>2</sup>. La densité de pétoncle sur certains sites ensemencés et fermés pour 5 ans était plus élevée que sur les sites de pêche commerciale évalués pour des fins de comparaison. En général, le meilleur rendement d'ensemencement de ce projet a été observé dans la Baie des Chaleurs. La plus haute densité de 0,425±0,118 (moyenne±écart type) pétoncle/m<sup>2</sup> y a été observée en 2006 sur un site ensemencé en 2002. Ce site avait une densité initiale de 0,074±0,042 pétoncle/m<sup>2</sup> ainsi une augmentation de 5,7 fois avait été réalisée. Enfin, l'ensemencement du pétoncle dans la région du Golfe pourrait contribuer à l'augmenter de la biomasse des pétoncles. Une fermeture de banc du pétoncle est une étape de l'ensemencement toutefois une fermeture sans ensemencement peut contribuer à l'augmentation de la densité des pétoncles. Afin de mieux satisfaire aux attentes des activités d'ensemencement, ces activités doivent être intégrées dans la gestion de la pêche avec un plan de gestion approprié qui inclut la participation et l'accord des utilisateurs.



## ABSTRACT

Davidson, L.-A., Niles, M., Nowlan, R. et Frenette, B. 2018. Ensemencement du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) au large du Nouveau-Brunswick, Canada. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 3294: ix +46p.

Low scallop landings off the northeastern and southeastern coast of New Brunswick prompted some fishermen to get involved in an enhancement project through Pecten UPM/MFU Inc. (Pecten), a non-profit company affiliated to the Maritime Fishermen Union (MFU). Between 1996 and 2000, Pecten aimed to master the spat collection techniques. From 2001 onward, the company aimed to evaluate the effectiveness of the enhancement activities towards restocking the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) populations in the Gulf Region. Each year, fishermen selected an area of about 1 km<sup>2</sup> that was closed to fishing and dedicated to enhancement in the following Scallop Fishing Areas (SFA) 21A (Chaleur Bay), 21C (Miramichi Bay) and 22 (Northumberland Strait). In each of these SFA, one spat collection site was selected and retained for the duration of the project. A large supply of wild scallop spat was consistently obtained. Each year, the spawning onset date of the adult scallops had to be determined to predict the best time to deploy the collectors. Spawning began in late August or early September, but sometimes spawning was initiated in mid-August. The maximum number of scallop spat per collector was captured when the collectors were deployed 4 to 5 weeks after the spawning onset. The seeding density at each designated site was inconsistent because all available spat for that site were seeded at the site. Consequently, the seeding density at each site was often lower but sometimes higher than the recommended seeding density of 4-5 scallops/m<sup>2</sup>. Scallop density at some sites seeded and closed for 5 years was higher than at commercial fisheries sites assessed for comparison purposes. In general, the best enhancement performance in this project has been observed in the Chaleur Bay. The highest density of 0.425±0.118 (mean±standard deviation) scallop/m<sup>2</sup> was observed there in 2006 on a site enhanced in 2002. That site had an initial density of 0.074±0.042 scallop/m<sup>2</sup>; therefore, a 5.7 fold increase was achieved. In conclusion, scallop enhancement could contribute to the scallop biomass increase in the Gulf Region. A bed closure is a step requirement for enhancement activities, however, a closure without enhancement can contribute to increasing the scallop density. To better meet the expectations of enhancement activities, these activities must be integrated in the fisheries management with an appropriate management plan that includes the participation and agreement of users.

## 1.0 INTRODUCTION

Le pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) est un mollusque bivalve distribué sur la côte nord-ouest de l'Océan Atlantique de la côte nord du golfe du Saint-Laurent, Canada (Squires 1962) à Cape Hatteras en Caroline du Nord, États-Unis (Posgay 1957). Cette espèce benthique peut être retrouvée à des profondeurs allant de 3,6 m à 180 m (Gosner 1978; Naidu *et al.* 1989) sur des fonds mixtes de sable-gravier ou gravier-cailloux et occasionnellement sur des fonds de sable vaseux ou rocheux (Couturier *et al.* 1995). La meilleure croissance chez le pétoncle géant est observée lorsque la salinité est entre 25 et 32‰ et la température est entre 10 et 15°C (Young-Lai et Aiken 1986; Frenette 2004). Une température de l'eau supérieure à 23,5°C est mortelle chez le pétoncle géant et parfois des températures supérieures à 21°C peuvent causer des mortalités en fonction de la température à laquelle ils ont été acclimatés en milieu naturel (Dickie 1958). Le pétoncle géant est gonochorique (Drew, 1906), c'est-à-dire qu'un individu est mâle ou femelle. Lorsque les conditions environnementales sont propices pour le pétoncle, celui-ci dirige de l'énergie à la production des gamètes (ovocytes et spermatozoïdes) (MacDonald et Thompson 1986) pour des fins de reproduction. La production des gamètes chez les mâles et les femelles est synchronisée (Davidson *et al.* 1993; Davidson 1998) et leur développement est catégorisé en diverses stades au cours du cycle de la reproduction (Davidson et Worms 1989; Naidu 1970). La dernière étape est la ponte lorsque les gamètes sont relâchés dans la colonne d'eau où a lieu la fertilisation. Le pétoncle est très fécond et selon la taille de l'individu, une femelle peut produire annuellement entre 1 et 270 millions œufs (ovocytes) (Langton *et al.* 1987). L'œuf fertilisé se développe en larve et nage activement dans la colonne d'eau malgré qu'il soit assujéti aux courants (stade planctonique). Les larves sont planctoniques pendant environ 35 jours durant lesquels elles passent par divers stades de développement (Culliney 1974). Le dernier stade est la larve pédivéligère qui se dirige vers le fond et cherche à se fixer à un substrat approprié en se servant d'un filament (byssus) sécrété par une glande (Le Pennec 1978). En nature, les naissains ont été retrouvés sur divers substrats. Stewart et Howarth (2016) ont signalé que les bryozoaires ramifiés agissent comme un habitat pour les pétoncles. Dans la Baie des Chaleurs, N.-B., Harvey *et al.* (1993) ont observé des naissains de pétoncles d'Islande sur quelques types de substrats, en particulier l'exosquelette des hydroïdes morts (*Tubularia larynx*). À ce point, le pétoncle (taille de coquille 0,237 à 0,254 mm (Culliney 1974)) est plus petit qu'un grain de sel (0,3 mm) lorsqu'il commence à vivre sur le fond (stade benthique) où il se nourrit et grandit. Les pétoncles sont des organismes filtreurs qui s'alimentent de plancton (Shumway *et al.* 1987). Le pétoncle géant fait l'objet d'une importante pêche commerciale. La taille moyenne des pétoncles pêchés varie d'un banc à l'autre et dans le sud du golfe du Saint-Laurent des tailles moyennes de 88.1mm à 117.6mm ont été rapportés (Davidson *et al.* 2012). Le taux de croissance des pétoncles varie d'un endroit à l'autre, alors l'âge des pétoncles, lorsqu'ils sont recrutés à la pêche, varie de 4 à 7 ans (Stewart et Arnold 1994).

Pour des fins de gestion de pêche, la côte est du Canada est divisée en quatre Régions : Terre-Neuve-et-Labrador, Maritimes-Scotia-Fundy, Golfe et Québec (<http://www.dfo-mpo.gc.ca/index-fra.htm#>). La Région du Golfe englobe le sud du golfe du Saint-Laurent où les premiers débarquements officiels de pétoncles géants ont été enregistrés au début des années 1900 (Lanteigne et Davidson 1991). La pêche du pétoncle y était la pêche de mollusques la plus lucrative jusqu'au milieu des années 1990 (Mallet 2010). Dans la Région du Golfe, les débarquements de pétoncles (*Placopecten magellanicus*) ont atteint leur plus haut niveau dans les années 1960. Ensuite, ils ont diminué jusqu'au milieu des années 1970. Ils ont, par la suite, fluctué autour de 250 t de chair jusqu'en 1998 et ont chuté à nouveau pour niveler autour de 100 t depuis 2002 (Mallet 2010). En 1996, Pecten UPM/MFU Inc. (Pecten) a été incorporé comme compagnie à but non lucratif affiliée à l'Union des Pêcheurs des Maritimes (UPM). Son mandat était de repeupler et maximiser la productivité des populations de pétoncle géant dans la Région du Golfe bien que la cause de la chute des populations de pétoncles ne fût pas connue. Pecten a formé trois corporations locales : Pétoncles Chaleur Scallop inc., Pétoncles NET Scallop inc. (Miramichi) et Pétoncles Nord du Déroit-Northumberland Strait Scallop inc. En coopération avec ces corporations, Pecten a mis sur pied un projet d'ensemencement du pétoncle dans trois endroits : la Baie des Chaleurs, la baie Miramichi et le déroit de Northumberland.

Dans ses débuts, entre 1996 et 2000, Pecten visait à maîtriser les techniques du captage de naissains de pétoncles. Le but était d'établir un niveau suffisamment élevé et fiable pour assurer la rentabilité d'une opération d'ensemencement. Ces efforts étaient assurés par le bénévolat des pêcheurs. À partir de 2001, Pecten visait à déterminer l'efficacité de l'ensemencement envers le repeuplement des populations du pétoncle géant. Alors, en 2001, Pecten a professionnalisé ses opérations en embauchant un directeur général ainsi que deux équipages qui partageaient les travaux de captage et d'ensemencement. Deux bateaux de pêche côtière ont été munis d'équipement spécialisé afin de servir aux travaux d'ensemencement. À la demande de l'UPM, c'est aussi à ce moment que les biologistes de Pêches et Océans Canada (MPO) se sont impliqués aux suivis scientifiques. Entre 1996 et 2000, les biologistes du MPO étaient impliqués dans un projet d'ensemencement et culture du pétoncle dirigé par Botsford Professional Fishermen Association (BPFA).

## 2.0 MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 2.1 PRINCIPES GÉNÉRAUX

Dans la mesure du possible, les dirigeants de ce projet d'ensemencement du pétoncle ont visé à suivre les principes développés et utilisés au Japon (Yamaha Motor Co Ltd 1990). Ces principes incluent plusieurs étapes: 1) sélectionner des sites et les fermer à la pêche aux engins mobiles pour une période nécessaire pour la croissance des pétoncles, 2) s'approvisionner de naissains de pétoncle ou pétoncles juvéniles, 3) disperser ces pétoncles sur les sites 4) protéger les sites des braconniers pendant la fermeture et finalement, 5) récolter les pétoncles adultes des sites. Des suivis des densités des pétoncles sur les sites ensemencés ont été effectués afin d'estimer la biomasse du pétoncle disponible pour la récolte et déterminer l'efficacité de l'ensemencement envers le repeuplement. De plus, quelques sites de pêche commerciale ont aussi été évalués afin de comparer les densités de pétoncles aux sites ensemencés.

### 2.2 SITE D'ÉTUDE

Les pêcheurs de la Zone de Pêche de Pétoncle (ZPP) 21A, 21C et 22 de la Région du Golfe (Figure 1) ont choisi les endroits dédiés à ce projet d'ensemencement dans leur zone respective.

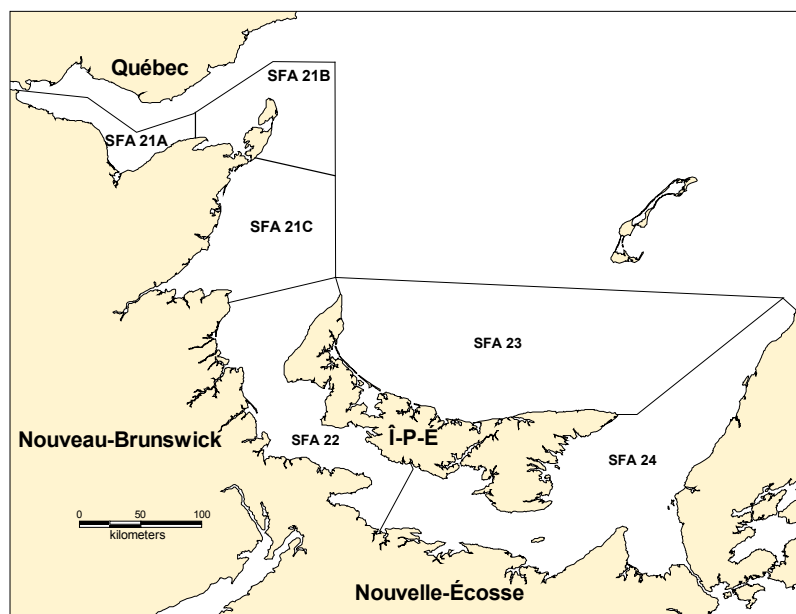


Figure 1. Zone de Pêche de Pétoncle (ZPP) 21A, 21B, 21C, 22, 23 et 24 de la Région du Golfe.

Certains sites servaient au captage des naissains tandis que d'autres à l'ensemencement. Les sites de captage des naissains ont été choisis selon les critères découlant des études spatiales effectuées entre 1995 et 2003 (Davidson *et al.* 2005b). Ces derniers recommandent de 1) sélectionner un site qui a une profondeur de 21 à 35 m (70 à 115 pieds) et qui est près d'un banc de pétoncle mais s'il y a une ferme pectinicole importante dans les environs, 12 à 20 m (40 à 64 pieds) pourraient suffire tel que démontré en Nouvelle-Écosse et 2) d'éviter les salissures (limons / matériaux en suspension) qui se trouvent souvent dans les eaux entre deux masses terrestres et 3) que les collecteurs soient suspendus dans la colonne d'eau, car des grandes pertes de naissains seront subies si les collecteurs touchent le fond. En plus, ces auteurs (Davidson *et al.* 2005b) ont signalé certains endroits dans le ZPP 21A, 21B et 22 où le taux de collecte avait un potentiel commercial, c'est-à-dire, au moins 500 naissains de pétoncle par collecteur (Cropp et Frankish 1989). Les pêcheurs se sont imposé un autre critère: celui d'éviter ou de réduire les conflits potentiels avec toutes pêches commerciales. D'après les études antérieures aux Îles-de-la-Madeleine (Clique et Giguère 1998) et dans le détroit de Northumberland (Davidson *et al.* 2005a), le succès des efforts d'ensemencement est augmenté ou seulement observé lorsque le site d'ensemencement fait partie d'un banc de pétoncle. C'est alors que les pêcheurs ont choisi des sections de leurs bancs commerciaux comme sites d'ensemencement. Les pêcheurs savent où se trouvent les bancs de pétoncles, en plus, Worms et Chouinard (1983) ont identifié et documenté les bancs de pétoncles dans la Région du Golfe.

Les sites sélectionnés dans le ZPP 21A se trouvaient au large de Pointe-Verte, NB et dans la baie Nepisiquit de la Baie des Chaleurs, ceux dans le ZPP 21C étaient à l'embouchure de la baie Miramichi et ceux dans le ZPP 22 étaient au large de Cap-Lumière au nord-est du détroit de Northumberland (Figure 2). Chaque année, un endroit était sélectionné pour les sites d'ensemencement dans chacun de ces ZPP (Tableau 1). Aussi, dans chacun des ZPP, il y avait un seul site de captage qui a servi pour la durée du projet (Figure 2). Dans la Baie des Chaleurs, les sites des activités d'ensemencement se trouvaient dans 3 endroits tandis que dans la baie Miramichi et le détroit de Northumberland, tous les sites, même le site de captage, étaient adjacents l'un à l'autre formant un bloc (Figure 2). Dans la Baie des Chaleurs, la profondeur des sites d'ensemencement variait de 11 à 18 m tandis que ceux dans la baie Miramichi étaient de 20 à 24 m et ceux dans le détroit de Northumberland étaient de 24 à 27 m.

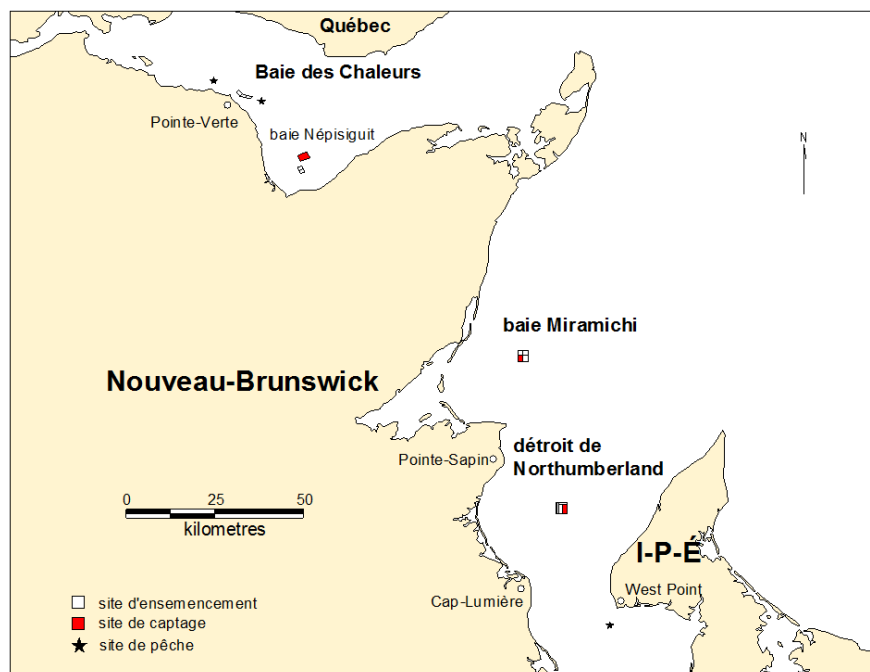


Figure 2. Les sites d'ensemencement et les sites de captage du pétoncle.

Les sites ont été nommés selon l'endroit et l'année qu'il a initialement été ensemencé. Par exemple, le site ensemencé dans la Baie des Chaleurs en 2001 était nommé: Baie des Chaleurs 2001 ou BC2001. Les sites ensemencés, les sites de captage et une zone tampon de 1 km autour de chaque site étaient fermés à la pêche aux engins mobiles par ordonnance de Pêches et Océans Canada (MPO). Dans la Région du Golfe, le mouvement des bateaux de pétoncles n'est pas surveillé avec un système de surveillance électronique. Alors il n'était pas possible de connaître si les fermetures étaient respectées en tout temps.

Tableau 1. L'aire des sites de collectes et des sites d'ensemencement.

Site	Site						
	captage	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	aire km <sup>2</sup>						
Baie des Chaleurs (BC)	6,70	1,20	1,13	1,22	1,00	1,00	1,00
baie de la Miramichi (BM)	3,19	1,45	---	1,60	1,60	1,60	---
détroit de Northumberland (DN)	4,30	2,18	---	1,03	0,98	0,98	---

## 2.3 TEMPÉRATURE DE L'EAU

Deux ou trois thermographes VEMCO MINILOGs (Figure 3) furent déployés à chacun des 3 sites d'études. Ces appareils ont été programmés pour mesurer la température toutes les deux heures. Périodiquement, les VEMCO MINILOGs furent retirés de l'eau afin de récupérer les données, les reprogrammés et les remettre à l'eau.

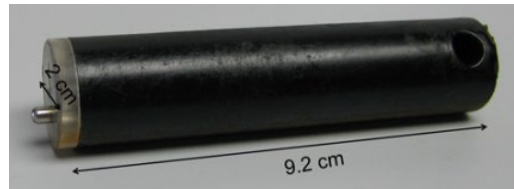


Figure 3. Un thermographe submersible, VEMCO MINILOG.

## 2.4 APPROVISIONNEMENT EN NAISSAINS

L'approvisionnement des naissains de pétoncle peut être obtenu d'une écloserie ou par le captage de naissain sauvage en utilisant des collecteurs artificiels (Parsons et Robinson 2006). La dernière approche a été choisie, alors il fallait déterminer la saison de ponte des pétoncles adultes pour savoir la date la plus propice de mettre les collecteurs à l'eau. Aussi, des suivis temporels ont été entamés afin de préciser la date de déploiement des collecteurs, maximiser le nombre de naissains de pétoncle et d'éviter le captage des espèces indésirables.

### 2.4.1 Suivi de la ponte

La gonade est la glande sexuelle qui produit les gamètes: œufs (ovocytes) ou spermatozoïdes. La gonade des femelles est rose et celle des mâles est blanche (Figure 4).

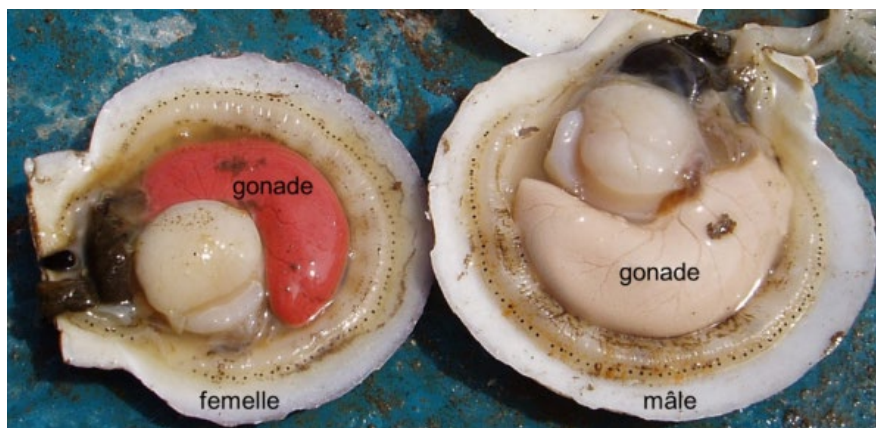


Figure 4. Pétoncle femelle (gauche) et mâle (droite), (une coquille est retirée exposant la chair).

La saison de la ponte du pétoncle a été déterminée en faisant le suivi de l'indice gonado-somatique (IGS) des pétoncles adultes ( $\geq 80$ ). L'IGS est le ratio entre le poids humide de la gonade et le poids humide des tissus mous (inclue la gonade). Le développement sexuel du pétoncle géant a été observé chez des individus aussi petits que 20 mm (Davidson 1998), mais la valeur maximum de l'IGS est dépendante de la taille jusqu'à ce qu'il atteigne la taille moyenne d'environ 80 mm ou plus (Parsons *et al.* 1992). Alors dans ce projet, lorsqu'un pétoncle était 80 mm ou plus, il recevait le statut d'adulte. Le déclenchement de la ponte est, en outre, indiqué par une chute rapide d'IGS. Entre 2001 et 2005, au mois de juillet, août et septembre, un échantillon hebdomadaire de 30 pétoncles d'une taille plus grande que 80 mm fut prélevé au large de Pointe-Verte, N-B (Baie des Chaleurs). Ce même échantillonnage a été effectué au large de Pointe-Sapin, N-B (déroit de Northumberland) entre 1997 et 2000 lors d'un projet dirigé par le BPFA et en 2001 dans le cadre de ce projet. Les pétoncles ont été disséqués afin de peser le poids de leur gonade et le reste de leurs tissus mous.

L'indice gonado-somatique (IGS) a été calculé de la façon suivante:

$$\text{IGS} = \text{PG}/(\text{PT}) \times 100,$$

ou PG = poids de la gonade, PT = poids total des tissus mous (inclue la gonade).

#### 2.4.2 Collecteur

Dans un milieu contrôlé au laboratoire, les larves de pétoncles géants sont planctoniques pour 35 jours (Culliney 1974). Malgré qu'en milieu naturel, la durée du stage planctonique peut varier dû aux conditions environnementales, il a été recommandé de déployer les collecteurs à l'eau, quatre semaines après le début de la ponte. De cette façon, les collecteurs seront en place lorsque les naissains commencent à chercher un substrat approprié sur lequel ils peuvent s'attacher. Si les collecteurs sont placés trop tôt, ils se remplissent de salissures ou de naissains des autres espèces. Un collecteur consistait d'un sac de mailles tricotées rempli de morceaux de Netron™ (Figure 5). Le sac était fait de filet polyéthylène au maillage de 3 mm et il était remplacé chaque année. Le Netron™, un substrat artificiel approprié pour la fixation des naissains de pétoncles, mesurait 40 cm x 100 cm et était fabriqué de filet polyéthylène très résistant et réutilisable (Davidson et Nowlan 2018). Le Netron™ rigide a été utilisé, car le volume du collecteur pouvait être maximisé et parce que celui-ci résiste à l'affaissement contrairement au Netron™ mou. Trois morceaux de Netron™ par sac ont été utilisés de 2001 à 2004. À partir de 2005, seulement 2 morceaux ont été placés dans chaque sac. Ce changement était fondé sur une étude qui comparait diverses conceptions de collecteurs (Niles *et al.* 2005). Ces auteurs ont trouvé qu'il n'y avait pas de différence significative entre le nombre de naissains de pétoncles captés dans les collecteurs avec deux morceaux de Netron™ ou ceux avec trois morceaux. Les collecteurs ont été attachés 2 par 2 sur une corde au diamètre de 11 mm (7/16").

Lorsque les naissains de pétoncle cherchent à s'attacher à un substrat approprié ils mesurent un peu moins de 0,3 mm (Culliney 1974) alors ils passent aisément à travers le maillage du sac des collecteurs de 3 mm. Une fois attachés au Netron™, les



naissains se nourrissent et croissent. Lorsqu'ils atteignent une taille plus grande que le maillage des sacs, ils sont ainsi retenus dans le collecteur.



Figure 5. Collecteur de naissain de pétoncle.

### 2.4.3 Suivi temporel du captage de naissains

Idéalement, pour bien effectuer un suivi temporel, dès le début de la ponte, trois collecteurs sont déployés à l'eau sur le site d'étude chaque semaine pour 8 semaines consécutives. Chaque série de trois collecteurs est prélevée après deux semaines d'immersion. Les collecteurs peuvent être congelés s'ils ne peuvent pas être analysés le même jour qu'ils sont prélevés. Dans ce projet, tous les collecteurs prélevés ont été congelés en attendant l'analyse. L'analyse du collecteur consiste à le placer dans un bassin d'eau et tranquillement sortir le Netron™ du sac. Le tout est brassé afin de faire tomber toutes les espèces attachées au Netron™. Lorsque le sac et le Netron™ sont propres, ils sont retirés du bassin. L'eau du bassin contenant toutes les espèces tombées du collecteur est vidée sur un tamis (150  $\mu\text{m}$ ). Le contenu sur le tamis est ensuite fixé dans une solution de formaldéhyde 10% tamponnée. Trois jours plus tard, le contenu est transféré dans de l'éthanol à 70% afin de le préserver à long terme. À l'aide d'un microscope à dissection, le contenu est examiné dans un plat pétri avec un peu d'eau. Les naissains de pétoncle et les autres espèces sont identifiés et comptés. Il est important de connaître la présence et le compte des autres espèces, car certaines espèces comme les moules et les Hiatellas utilisent la même nourriture que recherche les pétoncles. Autres espèces, comme les étoiles de mer, sont des prédateurs des pétoncles (Nadeau *et al.* 2009). La hauteur de la coquille (Figure 6) d'un échantillon de 100 pétoncles a été mesurée. Si un échantillon comptait plus que 100 pétoncles, un sous-échantillon était prélevé pour faciliter l'analyse. La subdivision de l'échantillon s'est réalisée à l'aide d'un « Folsom plankton splitter ».

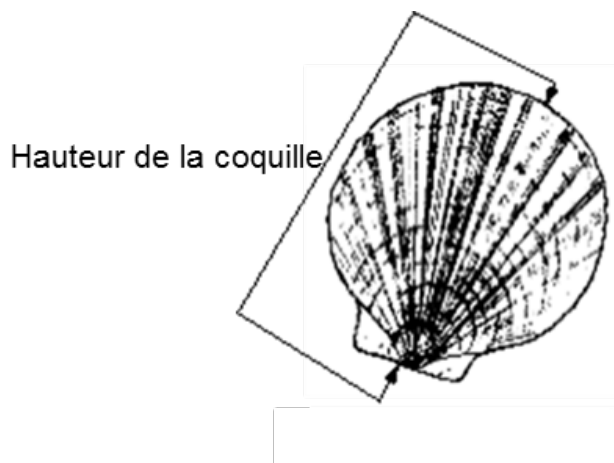


Figure 6. La hauteur de la coquille du pétoncle géant.

Un suivi temporel a été effectué dans la Baie des Chaleurs au site de collecte en 2001 de la mi-août à la mi-octobre, en 2002 de la mi-août et la mi-septembre et en 2003 au mois de septembre. En septembre 2003, un suivi temporel a aussi été fait dans le détroit de Northumberland.

## 2.5 APPROVISIONNEMENT DE NAISSAINS À L'ÉCHELLE COMMERCIALE

La collecte de naissain de pétoncle géant à l'échelle commerciale exige le déploiement d'un grand nombre de collecteurs dans l'eau. Premièrement, des filières doivent être fermement ancrées au site de collecte en temps calme. Les filières peuvent être installées durant l'été. Les collecteurs sont attachés aux filières à l'automne, quatre semaines après le déclenchement de la ponte des pétoncles. D'une année à l'autre, les filières peuvent être laissées à l'eau tandis que les collecteurs sont déployés et récoltés aux besoins.

### 2.5.1 Filières et collecteurs

Une filière est composée d'une ligne principale, deux ancres, des bouées et des blocs de béton. Une corde au diamètre de 19 mm (3/4") est utilisée pour la ligne principale de la filière et la ligne d'ancrage à ressort. Les bouées flottantes sont attachées à la filière avec une corde de 11 mm (7/16"). Les cordes servant aux lignes d'attaches (collecteurs et lignes à poids simple) ont un diamètre de 9,5 mm (3/8"). Les filières varient entre 150 et 180 m (492 à 590') de longueur. Les collecteurs (en bleu dans la Figure 7) sont attachés sur des cordes en série en forme de V (20 collecteurs par V) avec un poids de béton attaché au centre afin de réduire le mouvement pour prévenir l'emmêlement. Pour s'assurer que les collecteurs soient suspendus dans la colonne d'eau, une bouée submersible est attachée entre chacune des séries de collecteurs. Des bouées ovales submergées, en plastique rigide avec une circonférence de 20 cm (8"), maintiennent la ligne principale à 6 m (20') du fond marin. Ces bouées sont attachées sur la ligne principale à chaque 3,7 m (12'). Deux bouées circulaires avec une circonférence de 30,5 cm (12") sont placées à chaque extrémité de la filière (Figure 7).

Ces bouées flottantes, construites de plastique rigide, sont les seuls visibles à la surface de l'eau et ont servi de marqueur pour la filière. Ces bouées étaient enlevées avant l'hiver pour éviter les glaces et elles ont été remplacées au printemps. À l'été 2003, le positionnement d'une des filières et collecteurs dans la colonne d'eau a été visualisé en se servant d'un véhicule télécommandé (ROV) muni d'une caméra sous-marine. Basées sur ce visionnement, des bouées supplémentaires ont été ajoutées durant l'été pour s'assurer que les collecteurs ne touchent pas le fond lorsqu'ils se remplissent de naissains et accumulent du poids.

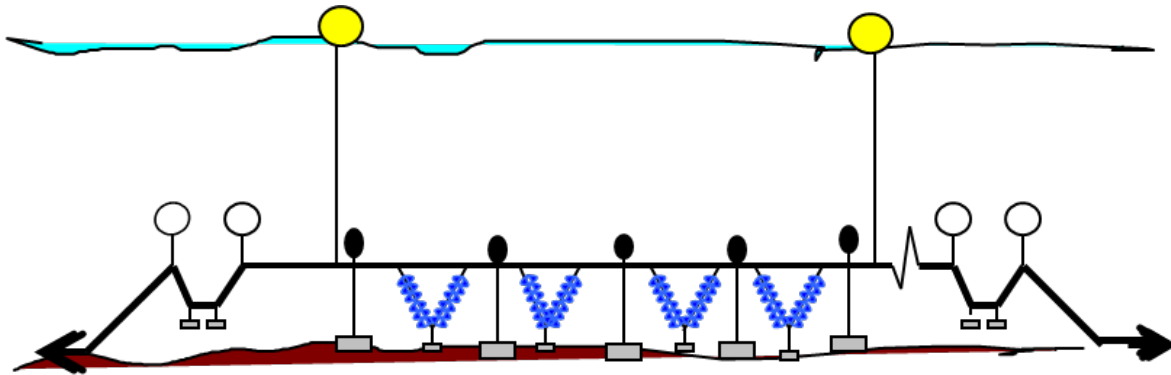


Figure 7. Installation commerciale des filières avec collecteurs.

### 2.5.2 Préparation des collecteurs.

Les collecteurs ont été préparés par une équipe de travail saisonnier. Un grand local a dû être loué pour ce travail (Figure 8). Les collecteurs complets furent transportés au quai par camion et remorque. Ensuite, les collecteurs furent transférés sur un bateau et apportés aux sites de captage afin d'être placés sur les filières.



Figure 8. La fabrication de collecteurs : a) Neutron™ rigide bleu, b) Placement du Neutron™ dans un sac, c) Attachement des sacs pour éviter l'échappement des naissains, d) Collecteurs complets.

### 2.5.3 Ancres

En 1999 et 2000, lors de projets d'ensemencement antérieurs, les pêcheurs utilisaient des blocs de béton de 227 kg (500 lb) avec des ancres conventionnelles de 34 kg (75 lb). Beaucoup de pertes ont été subies, car l'équipement ne restait pas toujours en place. En 2001, le système d'ancrage japonais (Figure 9a) fut tenté, mais il convenait seulement aux fonds sablonneux. La majorité des sites avaient des fonds sable/gravier (voir ANNEXE 3). À partir de 2002, les ancres à deux pattes (Figure 9b) ont été utilisées sur tous les sites. Elles sont construites de rails de chemin de fer et pèsent environ 125 kg (275 lb). Leur base mesure 1,5 m (4,9') et elles sont dotées de dents qui ont une longueur de 30 cm (11,8"). La perte d'équipement n'était plus problématique avec l'utilisation de l'ancre à deux pattes.



Figure 9. Ancres : a) Le système d'ancre japonaise, b) Ancres à deux pattes construites avec des rails de chemin de fer.

#### 2.5.4 Suivi du captage du naissain à l'échelle commerciale

Le nombre de naissains de pétoncle géant dans les collecteurs commerciaux fut évalué chaque année. Le protocole du prélèvement d'un échantillon consistait à récupérer trois collecteurs de chaque site de captage. L'échantillonnage était opportuniste, mais en général, l'objectif était de récupérer au moins un échantillon un mois après le déploiement et un autre juste avant l'ensemencement. Chaque collecteur était placé individuellement dans un sac en plastique et congelé jusqu'à l'analyse. L'analyse de ces échantillons suivait la même méthode décrite dans «2.4.3 Suivi temporel du captage de naissains» (page 6). Toutefois, pour les échantillons retirés après plus que 9 mois immersion, un tamis de 250  $\mu\text{m}$  a été utilisé au lieu du tamis de 150  $\mu\text{m}$ , car les naissains étaient plus gros.

### 2.6 L'ENSEMENCEMENT

Le but était de récolter les collecteurs après un an d'immersion pour des fins d'ensemencement. Dans certains cas, les collecteurs avaient été à l'eau environ deux ans ou plus. Lors de la récolte, les collecteurs commerciaux étaient retirés de l'eau et placés dans des bassins d'eau salée à bord du bateau. Le protocole recommandé visait un ensemencement à une densité de 4 à 5 individus/m<sup>2</sup>, préférablement à la marée étale pour éviter que les pétoncles soient transportés hors de la zone pendant leur descente vers le fond. Tous les pétoncles disponibles étaient ensemencés sur les sites. Alors la densité d'ensemencement fut calculée en divisant le nombre de pétoncles ensemencés par l'aire du site désigné. Ce calcul assume que la distribution des naissains était homogène. Par fautes de ressources limitées (manque de personnel, de fonds(\$)) et de temps), les pétoncles ensemencés n'ont pas été marqués alors il n'y aura pas moyen de les différencier des pétoncles non ensemencés.

#### 2.6.1 Technique de nettoyage 2001-2004

De 2001 à 2004, les techniques de nettoyage de collecteurs et d'ensemencement suivaient les étapes suivantes: 1) détacher les collecteurs de la ligne, 2) ouvrir, secouer et nettoyer les collecteurs dans un bassin d'eau de mer courante pour récupérer son contenu (Figure 10) et 3) environ deux fois par jours, à l'aide d'une pelle, ensemenecer les naissains et toutes autres espèces sauf les étoiles de mer sur les fonds à l'intérieur du site désigné. Parfois, les naissains qui se trouvaient au fond du bassin, étaient ensevelis dans une haute concentration de sédiment (Figure 11).



Figure 10. Nettoyage des collecteurs dans des bassins d'eau salée à bord du bateau.



Figure 11. Exemple de problème d'accumulation de sédiment dans le fond du bassin de nettoyage de 2001 à 2004.

### 2.6.2 Technique de nettoyage améliorée 2005-2008

En 2005, un panier construit d'Aquamesh™ et tapissé de Vexar™ au maillage de 4 mm (0,16") a été inséré dans le bassin de nettoyage. Alors, pendant le nettoyage, ce panier empêchait les naissains de tomber sur le fond du bassin dans l'accumulation de sédiment. (Figure 12a). Après le nettoyage, les naissains étaient ensemencés directement du panier sur le site sélectionné au lieu d'être pelleté (Figure 12b).





Figure 12. Activités d'ensemencement: a) Nettoyage dans un bassin muni d'un panier d'Aquamesh, b) Ensemencement à partir du panier.

Bien que le bénéfice de ces améliorations n'ait pas été mesuré, il a été observé que les naissains n'étaient plus ensevelis de sédiment. De plus, la manipulation et la durée de l'ensemencement étaient réduites considérablement par rapport aux premières années. Alors, les naissains étaient maintenus dans de meilleures conditions de survie.

## 2.7 ÉVALUATION DES SITES ENSEMENCÉS ET DE PÊCHE

### 2.7.1 Évaluation par caméra vidéo

Une caméra vidéo a été utilisée pour évaluer les densités d'espèces benthiques. Une technique similaire a été utilisée aux États-Unis pour estimer la densité et la distribution de taille des pétoncles géants des bancs commerciaux (Stokesbury 2004). Lors de notre projet, les sites d'ensemencement ont été évalués de 2001 à 2008. Pour des fins de comparaisons, en 2003, deux sites de pêche commerciale ont aussi été évalués; le premier dans la Baie des Chaleurs à l'est du site d'ensemencement, au large de Pointe-Verte, et le deuxième dans le détroit de Northumberland au large de West Point I-P-E (Figure 2). En 2008, un site de pêche dans la Baie des Chaleurs à l'ouest des sites d'ensemencement au large de Pointe Verte a aussi été évalué (Figure 2). La caméra, une lumière et deux lasers étaient attachés à un traîneau (Troika) (Figure 13a) qui était remorqué par un bateau de recherche. Le traîneau avec la caméra orientée sur le fond des sites ensemencés, était tiré à une vitesse d'environ un nœud à l'aide d'un treuil conçu pour la manipulation d'équipement électronique. Il était rarement nécessaire d'allumer la lumière, car la caméra était sensible à la lumière (Simrad Low). Par l'intermédiaire d'un enregistreur numérique de Sony (modèle n° GVD900), des images du fond ont été enregistrées en noir et blanc sur cassette vidéo. À l'aide d'un Garmin GPS Map 215 par l'entremise d'un Oakland GPS Overlay (Figure 13b), la position géographique lors des traits de vidéo était inscrite directement sur l'enregistrement. Aussi, le tout était branché à un écran afin d'observer le fond en temps réel (Figure 13b). À chaque site, un transect prédéterminé parcourait un circuit typique de recherche et de sauvetage sur une longueur d'environ 10 000 m. La largeur du transect variait

entre 0,6 et 1,2 m. La largeur était calculée en connaissant la mesure actuelle entre les lasers et celle sur l'écran de visionnement.

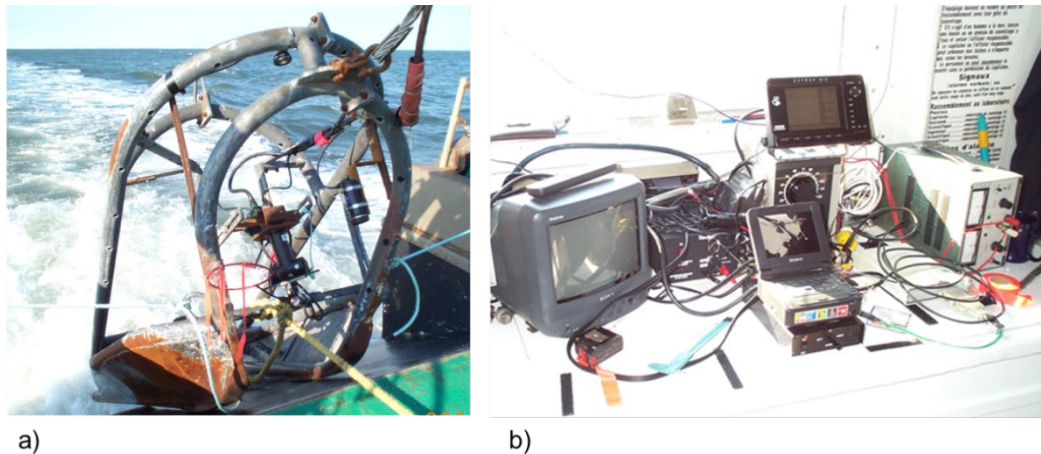


Figure 13. Équipements utilisés pour évaluer les fondsensemencés: a) Traineau (Troika) avec caméra, lumière et 2 lasers, b) Écran, enregistreur numérique et GPS.

Les enregistrements de vidéo ont été analysés au laboratoire audio-visuel pour caractériser le type de fond et pour déterminer la densité de pétoncles, d'étoiles de mer, de crabes, de homards, de chaboisseaux et de plies rouges. Les transects furent subdivisés en échantillons d'environ 500 m afin d'obtenir des statistiques de densités. Il est à noter que les pétoncles d'une hauteur de  $\leq 50$  mm étaient rarement détectés à moins qu'ils se mettent à nager. Donc, il n'était pas possible de se servir de la caméra vidéo pour évaluer la présence des naissains nouvellementensemencés.

## 2.8 LA PÊCHE DES SITES ENSEMENCÉS

Les sites ont été fermés au minimum 5 ans suivant l'ensemencement afin de maximiser la croissance et la rétention des pétoncles sur le site. À la demande de Pecten, le MPO a rouvert les sitesensemencés, sous condition. Les corporations locales de Pecten ont choisi certains pêcheurs pour draguer les sitesensemencés. Avant la récolte, des estimations du nombre de pétoncles sur les sites qui allaient être rouverts ont été calculées. Ses calculs étaient basés sur les densités des pétoncles provenant des suivis par la caméra vidéo et l'air des sitesensemencés.

Les pêcheurs ont utilisé le même engin avec lequel ils pêchent le pétoncle lors de la pêche commerciale, c'est-à-dire, une drague Digby d'une longueur de 4 à 6 m qui est muni de 7 à 13 paniers avec des anneaux de 82,6 mm ( $3 \frac{1}{4}$  ") (Davidson *et al.* 2012).



### 3.0 RÉSULTATS

#### 3.1 TEMPÉRATURE

Les températures de l'eau aux sites d'ensemencement et de captage à environ 6 m (~20') du fond sont présentées dans les Figures 14, 15, 16, 17 et 18. Durant l'été, la température au niveau des structures a éprouvé des variations mais n'a pas dépassé 20°C. La température de la surface a été mesurée dans le détroit du Northumberland en 2000 et dans la Baie des Chaleurs en 2001 et ces graphiques ont été insérés dans les graphiques des sites de collecte (Figure 15 et 18). Dans la Baie des Chaleurs les données de température du fond et de la surface durant l'été sont clairement séparées (Figure 15) mais dans le détroit de Northumberland, les données de température du fond et de la surface sont surimposées (Figure 18).

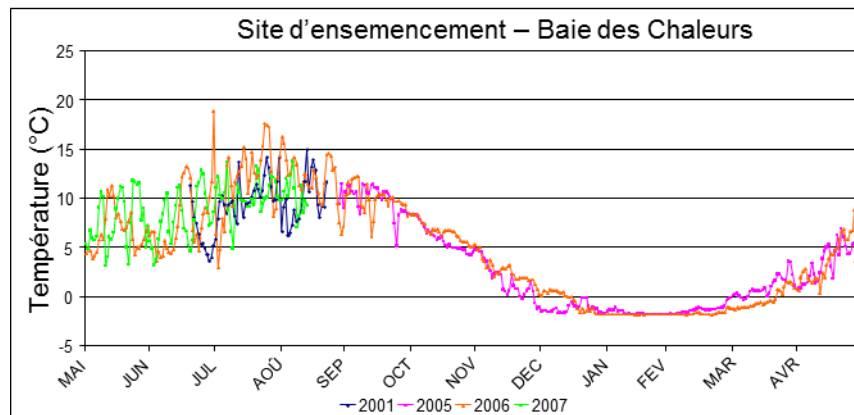


Figure 14. La température moyenne de l'eau par jour d'un des sites d'ensemencement dans la Baie des Chaleurs en 2001 (bleu), 2005 (rose), 2006 (orange) et 2007 (vert).

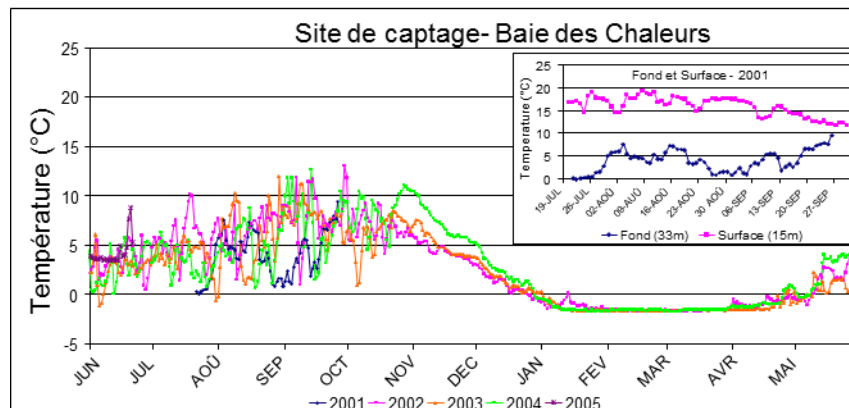


Figure 15. La température moyenne de l'eau par jour au niveau des structures de captage dans la Baie des Chaleurs en 2001 (bleu), 2002 (rose), 2003 (orange), 2004 (vert) et 2005 (mauve). Les graphiques insérés sont du fond (bleu) et de la surface (rose) en 2001.

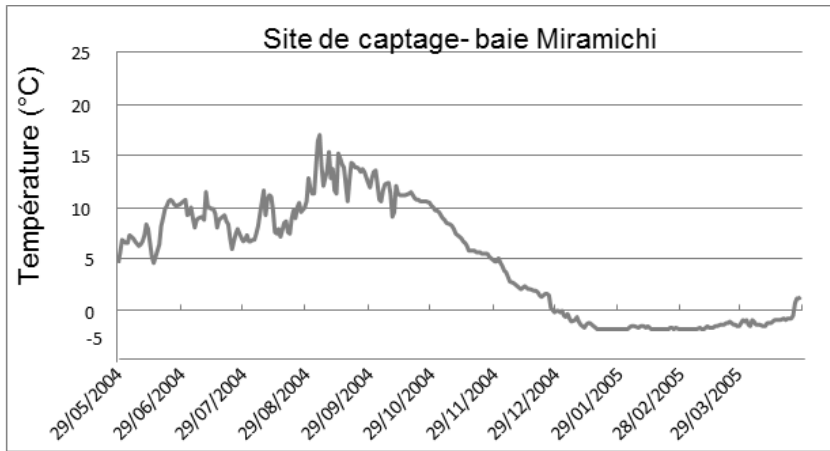


Figure 16. La température moyenne de l'eau par jour au niveau des structures de captage dans la baie Miramichi en 2004-2005.

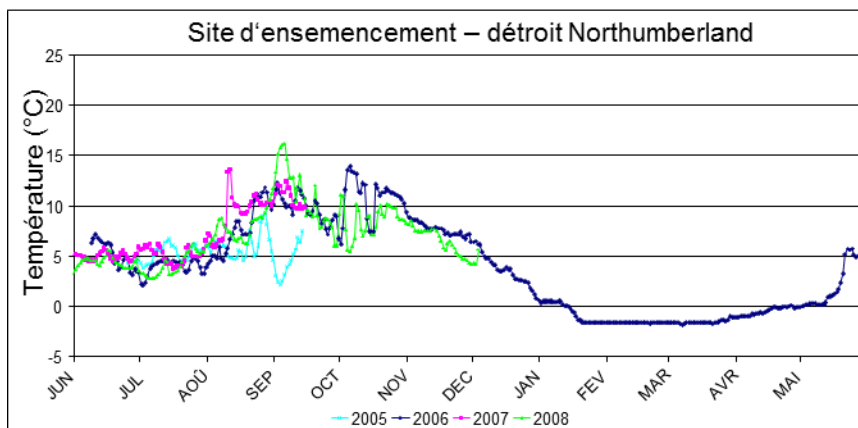


Figure 17. La température moyenne de l'eau par jour d'un des sites d'ensemencement dans le détroit Northumberland en 2005 (turquoise), 2006 (bleu), 2007 (rose) et 2008 (vert).

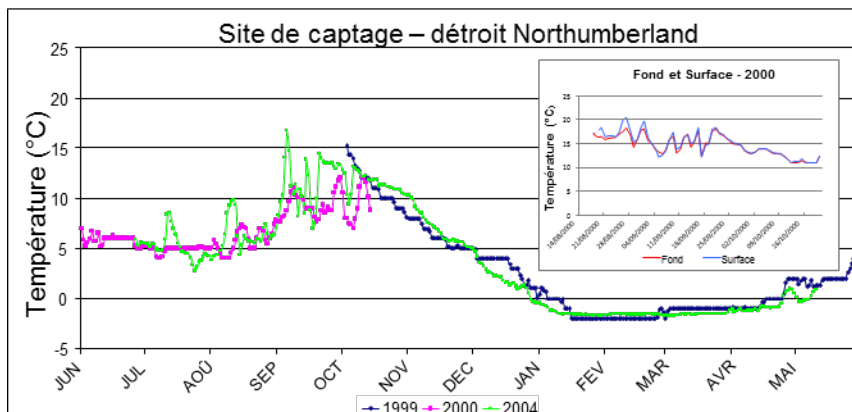


Figure 18. La température moyenne de l'eau par jour au niveau des structures de captage dans la Baie des Chaleurs en 2001 (bleu), 2002 (rose), 2003 (orange), 2004 (vert) et 2005 (mauve). Les graphiques insérés sont du fond (bleu) et de la surface (rose) en 2001.

## 3.2 APPROVISIONNEMENT EN NAISSAINS

### 3.2.1 Suivi de la ponte

D'après l'indice gonado-somatique (IGS), la ponte des pétoncles de la Baie des Chaleurs a débuté à la fin août ou début septembre. À quelques reprises, la ponte a commencé un peu plus tôt à la mi-août. (Figure 19). Dans le détroit de Northumberland, la ponte a débuté entre la mi-août et à la fin août (Figure 20).

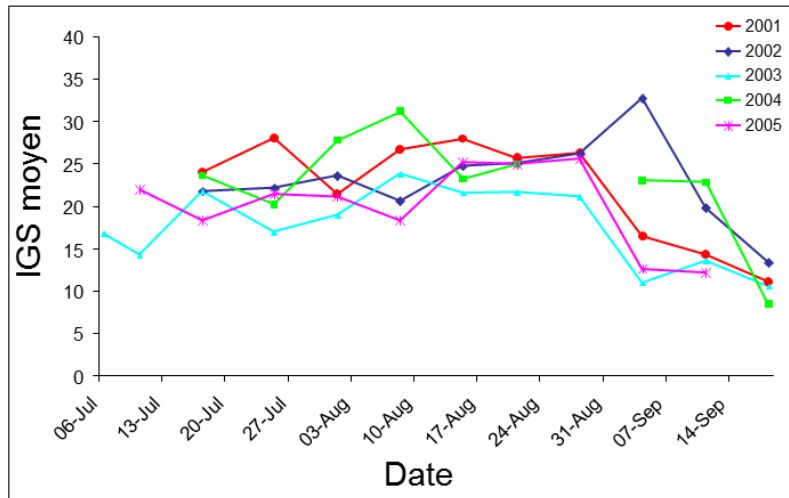


Figure 19. L'indice gonado-somatique (IGS) moyen des pétoncles de la Baie des Chaleurs, 2001 (rouge), 2002 (bleu), 2003 (turquoise), 2004 (vert) et 2005(rose).

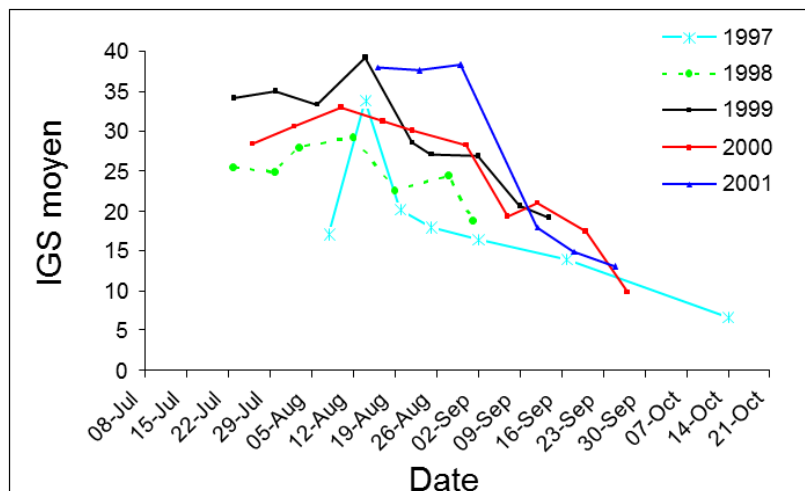


Figure 20. L'indice gonado-somatique (IGS) moyen des pétoncles du détroit de Northumberland, 1997 (turquoise), 1998 (vert), 1999 (noir), 2000 (rouge) et 2001 (bleu).

### 3.2.2 Suivi temporel du captage de naissains

En 2001, le plus haut taux de captage de naissains dans la Baie des Chaleurs a été observé dans les collecteurs déployés à la fin septembre tandis qu'en 2003 le plus haut taux a été observé dans ceux déployés au début octobre (Figure 21). Les plus hauts taux de captage ont eu lieu 28 jours après le déclenchement de la ponte en 2001 et 35 jours après le déclenchement de la ponte en 2003. En 2002, les échantillons n'ont pas tous été récupérés alors aucune information pertinente n'est présentée. Dans le détroit de Northumberland, le plus haut taux de naissains ont été observés dans les collecteurs déployés à la fin septembre en 2003 (Figure 22).

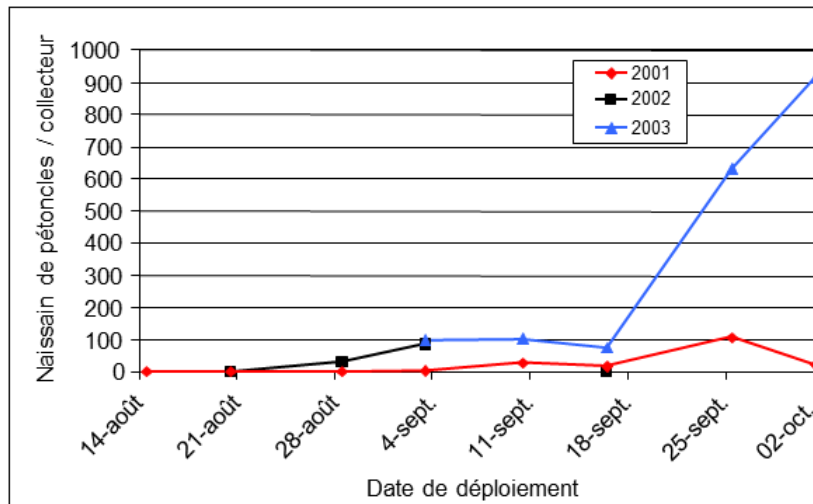


Figure 21. Suivi temporel du captage du nombre moyen de naissains de pétoncle dans la Baie des Chaleurs en 2001(rouge), 2002 (noir) et 2003 (bleu).

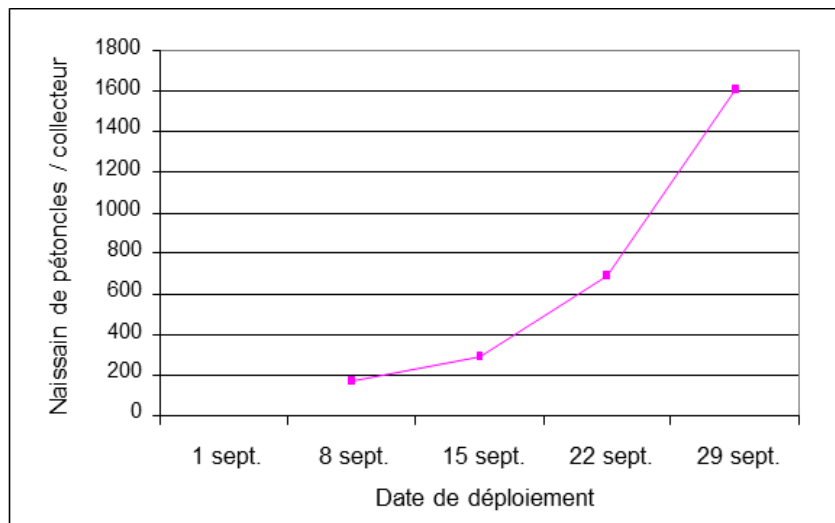


Figure 22. Suivi temporel du captage du nombre moyen naissains de pétoncle dans le détroit de Northumberland en 2003 (rose).

D'après le suivi temporel du captage de naissains dans la Baie des Chaleurs et le détroit de Northumberland en septembre 2003, les plus hauts nombre de pétoncles ont été trouvés dans les collecteurs déployés la dernière semaine de septembre (Figure 23 et 24). Le captage des espèces que nous cherchons à éviter, telles que les moules, les Hiatellas et les étoiles de mer, ont aussi été retrouvés dans les collecteurs. Il est a noté que le pétoncle était l'espèce la plus abondante dans les collecteurs immergés la dernière semaine de septembre.

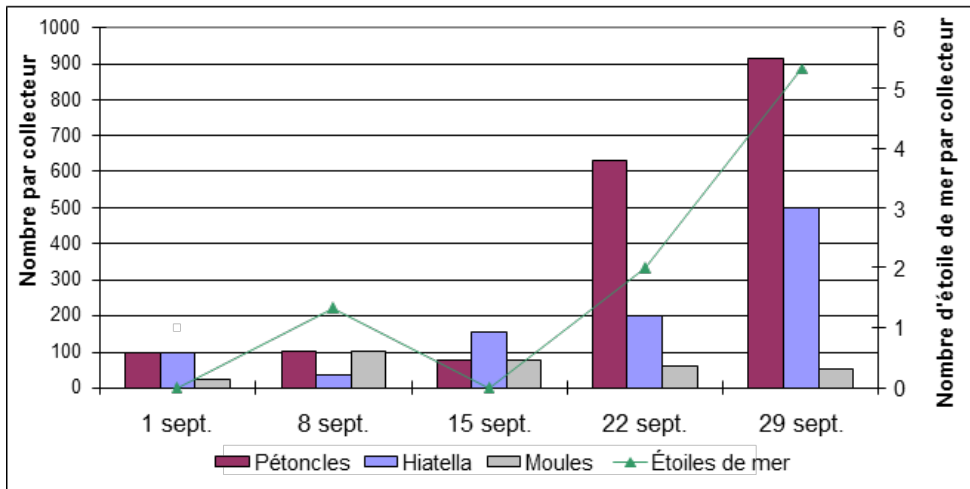


Figure 23. Le dénombrement hebdomadaire du nombre moyen de pétoncles (rose), d' Hiatellas (bleu), de moules (gris), et d'étoiles de mer (ligne verte) du suivi temporel du captage de naissains de pétoncle dans la Baie des Chaleurs en septembre 2003.

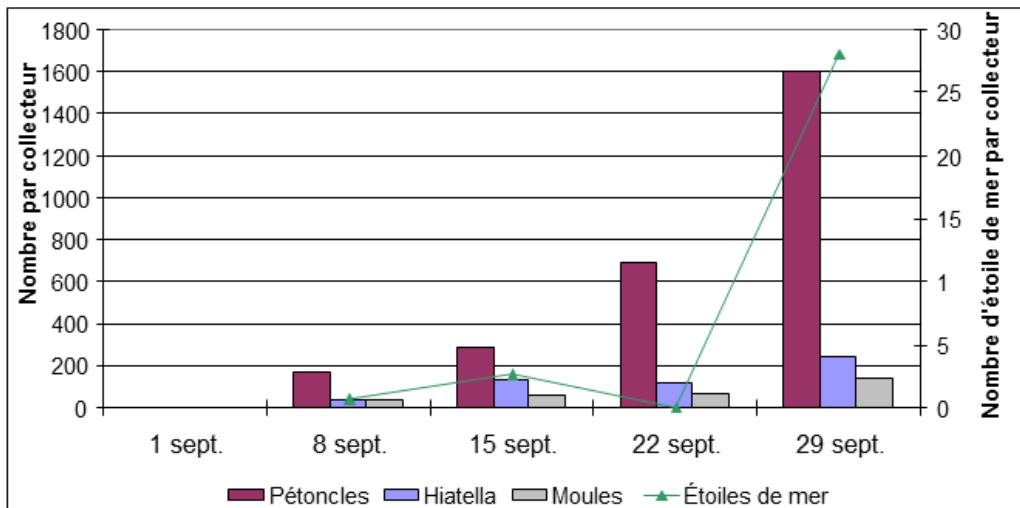


Figure 24. Le dénombrement hebdomadaire du nombre moyen de pétoncles rose), d' Hiatellas (bleu), de moules (gris), et étoile de mer (ligne verte) du suivi temporel du captage de naissains de pétoncle dans le détroit de Northumberland en septembre 2003.

### 3.3 CAPTAGE ET ENCEMENCEMENT À L'ÉCHELLE COMMERCIAL

#### 3.3.1 Suivi du captage de naissains à l'échelle commerciale

Les résultats des évaluations des collecteurs échantillonnés environ un mois après leur déploiement, ont confirmé le niveau de réussite du captage des naissains de pétoncle géants. Le nombre de naissains de pétoncle retrouvé dans les collecteurs varie annuellement et d'un site à l'autre. Tout de même, un approvisionnement annuel de naissains a été obtenu à tous les sites et à toutes les années. Les résultats des évaluations des collecteurs échantillonnés juste avant l'ensemencement ont servi à estimer le nombre de pétoncles ensemencés. Les résultats des évaluations des collecteurs échantillonnés entre ces deux dates d'échantillonnages ont servi au suivi du nombre et de la taille des naissains de pétoncle dans les collecteurs. En général, le nombre de naissains dans les collecteurs qui sont laissés à l'eau plus d'un an subi une grande chute. La taille des naissains juste avant l'ensemencement a varié entre  $6,0 \pm 1,9$  (moyenne  $\pm$  écart-type) et  $15,7 \pm 4,2$  mm (Figure 25). Les meilleurs captages en termes de nombre de pétoncles par collecteur, ont été observés avec consistance chaque année dans les sites de la baie Miramichi et du détroit de Northumberland (ANNEXE 1).



Figure 25. Collecteurs retirés remplis de naissain de pétoncle géant.

### 3.3.2 Quantité de collecteurs déployés

La quantité de collecteurs déployés variait annuellement à chaque site (Tableau 2). Entre 2001 et 2008, plus de 100 000 collecteurs ont été déployés sur les sites de captage dans la Baie des Chaleurs, la baie Miramichi et le détroit de Northumberland. En plus, ce projet a hérité des collecteurs déployés en 1999 lors d'un projet antérieur.

### 3.3.3 Nombre de naissainsensemencés

Dans le Tableau 2, les taux de pétonclesensemencés annuellement sur chaque site sont rapportés en millions. Environ 13 millions naissains ont étéensemencés de 2001 à 2009 sur les sites de la Baie des Chaleurs. Dans la baie Miramichi environ 19 millions naissains ont étéensemencés sur les sites entre 2001 et 2005. Le captage et lesensemencements dans la baie Miramichi ont pris fin en 2005 en raison d'un manque d'intérêt des membres de la corporation et d'un manque de financement. Environ 41 millions naissains ont étéensemencés entre 2001 et 2008 sur les sites du détroit de Northumberland.

Tableau 2. Résumé des activités de captage et d'ensemencement sur les sites dans la Baie des Chaleurs (BC), la baie Miramichi (BM) et le détroit de Northumberland (DN).

Site d'ensemencement	Date d'immersion	Date d'ensemencement	Nombre de collecteurs	Nombre moyen de naissains ± l'écart-type / collecteur avant l'ensemencement	Nombre pétoncles ensemencés (millions)	Nombre pétoncles ensemencés /m <sup>2</sup>
<b>Baie des Chaleurs</b>						
BC2001	Automne 1999 (projet antérieur)	Juin 2001	1 100	---	---	---
BC2002		Mai 2002	4 655	33±19	0,15	0,13
BC2003	27 sept. 2001	Mai 2003	5 256	590±252	3,10	2,54
BC2004	25 sept. 2002	Juin 2004	10 800	196±43	2,12	2,11
BC2004	29 sept. 2003	Juin 2004	720	118±95	0,08	0,08
BC2005		Juin 2005	2 880	93±41	0,27	0,27
BC2005		Oct. 2005	1 800	59±19	0,11	0,11
BC2005	4 oct. 2004	Juin 2006	6 016	406±131	2,44	2,43
BC2006	23 sept. 2005	Juin 2006	5 000	490±114	2,45	2,44
BC2004	4 oct. 2006	Oct. 2007	3 020	629±342	1,90	1,89
BC2002 / BC2003	8 oct. 2007	Oct. 2008	1 000	255±149	0,26	0,11
BC2003	29 sept. 2008	Oct. 2009	1 100	80±31	0,09	0,07
<b>TOTAL nombre de collecteurs dans la Baie des Chaleurs</b>			<b>43 347</b>			
<b>TOTAL nombre de naissains ensemencés dans la Baie des Chaleurs</b>					<b>12,97</b>	
<b>baie Miramichi</b>						
BM2001	Automne 1999 (projet antérieur)	Juin 2001	1 550	---	---	---
BM2003	1 oct. 2001	Mai 2003	5 040	67±37	0,34	0,21
BM2004	25 sept. 2002	Mai 2004	11 520	713±333	8,21	5,14
BM2004	2 oct. 2003	Oct. 2004	2 880	1261±527	3,63	2,27
BM2005		Juin 2005	5 040	105±86	0,53	0,33
BM2005		Oct. 2005	3 600	70±	0,25	0,16
BM2005	6 oct. 2004	Juin. 2005	2 880	1 468±719	4,23	2,65
BM2005		Oct. 2005	1 440	1 048±348	1,51	0,95
<b>TOTAL nombre de collecteurs dans la baie de Miramichi</b>			<b>33 950</b>			
<b>TOTAL nombre de naissains ensemencés dans la baie de Miramichi</b>					<b>18,70</b>	
<b>détroit Northumberland</b>						
DN2001	Automne 1999 projet antérieur)	Juin 2001	1 075	---	---	---
DN2003	25 sept. 2001	Mai 2003	8 640	838±953	7,24	7,03
DN2004	25 sept. 2002	Mai 2004	8 640	876±682	7,57	7,70
DN2004	26 sept. 2003	Oct. 2004	2 880	1 749±859	5,04	5,12
DN2005		Juin 2005	2 160	391±252	0,85	0,86
DN2005	1 oct. 2004	Sept. 2005	2 880	2 645±1016	7,62	7,75
DN2001	7 oct. 2005	Oct. 2006	3 000	2976±614	8,93	8,67
DN2001	9 oct. 2006	Oct. 2007	3 226	1 212±290	3,91	3,80
---	16 oct. 2007	Oct. 2008	1 000	24±7	0,00	---
<b>TOTAL nombre de collecteurs dans le détroit Northumberland</b>			<b>33 501</b>			
<b>TOTAL nombre de naissains ensemencés dans le détroit de Northumberland</b>					<b>41,15</b>	
<b>SOMME TOTAL nombre de collecteurs</b>			<b>110 798</b>			
<b>SOMME TOTAL de tous les ensemencements</b>					<b>72,82</b>	



### 3.4 ÉVALUATION DES SITES ENSEMENCÉS

#### 3.4.1 Suivi de la densité des pétoncles sur les sites ensemencés

Généralement, une première évaluation par caméra était effectuée juste avant que le site soit ensemencé, mais certains sites ont été ensemencés sans être évalué au préalable. L'évaluation de chaque site était faite périodiquement. Tous les sites n'ont pas été évalués chaque année pour des raisons logistiques. Les résultats des évaluations en termes des densités de chaque espèce sont rapportés dans l'ANNEXE 3. Un graphique de certains sites dans la Baie des Chaleurs (Figure 26), la baie Miramichi (Figure 27) et le détroit de Northumberland (Figure 28) sont présentés afin d'illustrer l'évolution temporelle de la densité des pétoncles sur les sites ensemencés. Nous avons illustré surtout les sites pour lesquels il y a plusieurs années d'évaluation.

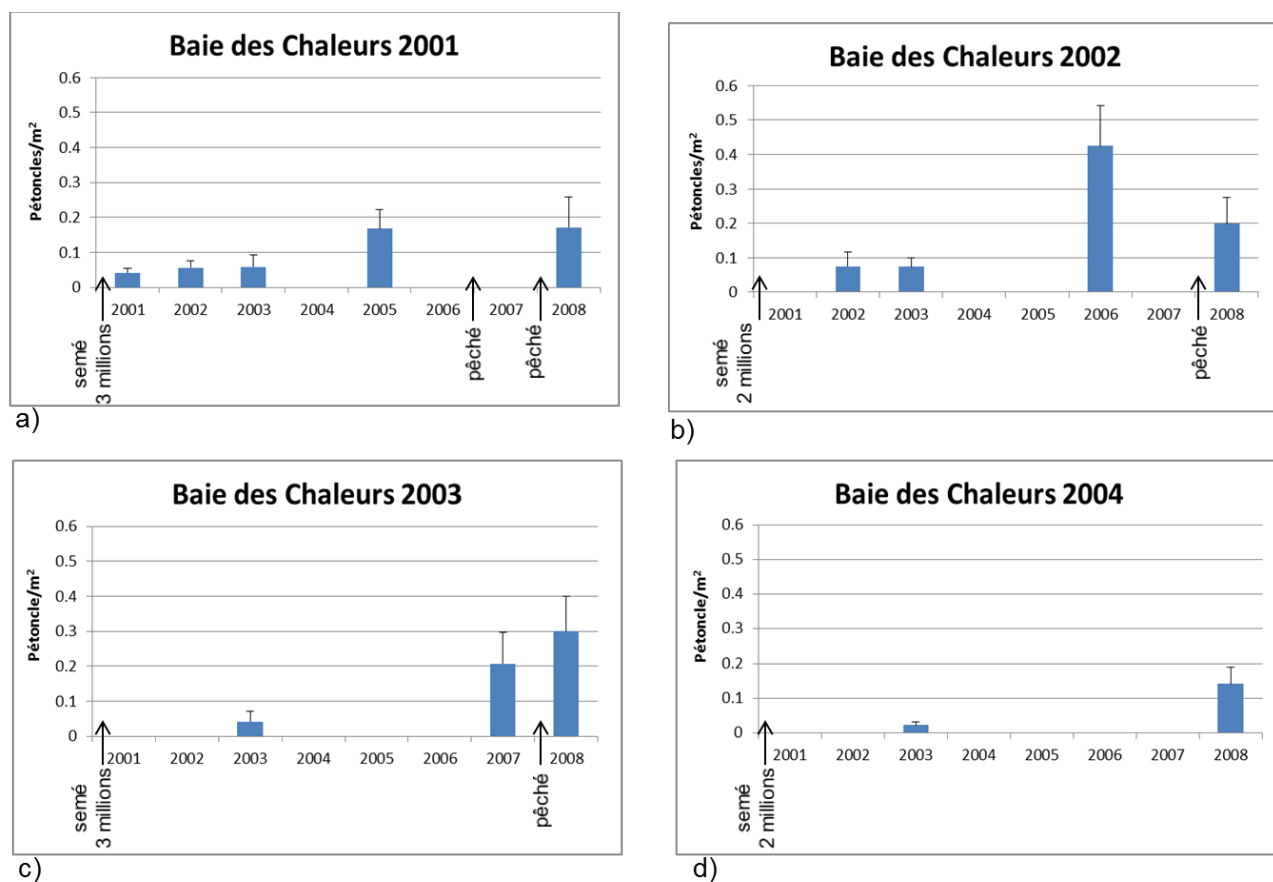
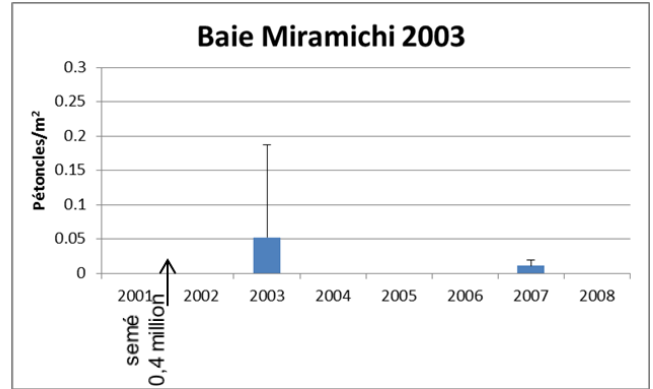
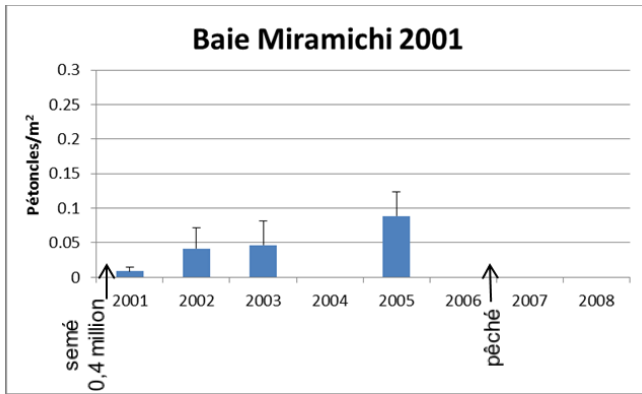


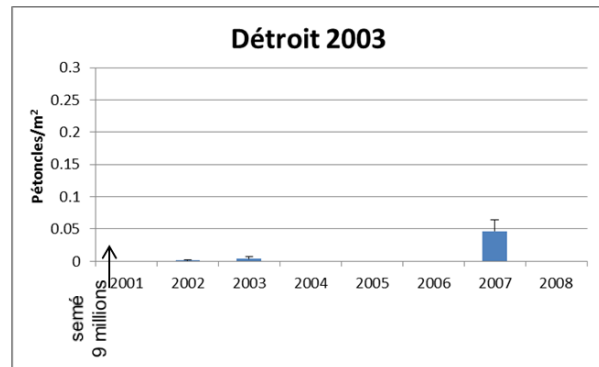
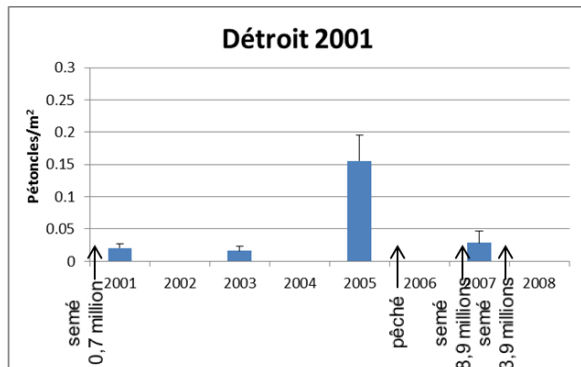
Figure 26. Le suivi des densités moyennes  $\pm$  les écart-types des pétoncles/m<sup>2</sup> sur les sites ensemencés dans la Baie des Chaleurs sur le site et les activités d'ensemencement et de pêche indiqués : a) BC2001, b) BC2002, c) BC2003 et d) BC2004.



a)

b)

Figure 27. Le suivi des densités moyennes  $\pm$  les écart-types des pétoncles sur les sites ensemencés dans la baie Miramichi sur le site et les activités d'ensemencement et de pêche indiqués : a) BM2001 et b) BM2003.



a)

b)

Figure 28. Le suivi des densités moyennes  $\pm$  les écart-types des pétoncles sur les sites ensemencés dans le déroit de Northumberland sur le site et les activités d'ensemencement et de pêche indiqués : a) DN2001 et b) DN2003.

Dans ce projet, la plus haute densité de pétoncle de 0,425 pétoncle/m<sup>2</sup> fut observée en 2006 dans la Baie des Chaleurs, au large de Pointe-Verte, N.-B. sur le site BC2002. Cette densité était 5,7 fois plus élevée que la densité initiale de 0,074 pétoncle/m<sup>2</sup> (Figure 26b). Dans la baie Miramichi, les densités sur le site BM2001 ont décuplées (0,009 pétoncle/m<sup>2</sup> à 0,089 pétoncle/m<sup>2</sup>) (Figure 27a), bien qu'inférieures à celles observées dans la Baie des Chaleurs. Dans le déroit de Northumberland, la densité de pétoncle sur le site DN2001 est passée de 0,020 pétoncle/m<sup>2</sup> à 0,155 pétoncle/m<sup>2</sup>, ce qui signifie une augmentation d'un facteur de 7,8 (Figure 28a).

### 3.5 ÉVALUATION DES SITES DE PÊCHES

Dans la Baie des Chaleurs, le site de pêche à l'est des sites d'ensemencement avait une densité de pétoncle géant de  $0,135 \pm 0,066 /m^2$  en 2003 et le site à ouest supportait une densité de  $0,269 \pm 0,073 /m^2$  en 2008. Dans le détroit Northumberland, le site de pêche avait une densité de pétoncle géant de  $0,094 \pm 0,032 /m^2$  en 2003 (l'ANNEXE 2).

### 3.6 LA PÊCHE DES SITES ENSEMENCÉS

#### 3.6.1 Baie des Chaleurs

La première pêche sur les sites ensemencés dans la Baie des Chaleurs a eu lieu en 2006 sur le site BC2001 qui avait une densité de  $0,168 \pm 0,055$  pétoncles  $/m^2$  et un fond de sable-gravier avec un peu de roche (Figure 24 et ANNEXE 3). Un total de 446,5 kg (984 lbs) de chair a été ramassé en sept jours par deux bateaux de pêcheurs (Tableau 3). Ce débarquement représente environ 26 778 pétoncles, si on suppose que le compte en chair moyen soit de 60/kg. Le nombre de pétoncles, avant la pêche, a été estimé à environ 201 768. Alors, près de 13% des pétoncles du site BC2001 ont été ramassés en 2006.

Tableau 3. Récolte de chair de pétoncle en 2006 provenant du site BC2001.

Date	Bateau 1	Bateau 2
2006	Poids de chair kg (lb)	Poids de chair kg (lb)
4 octobre	55,7 (122,8)	38,6 (85,2)
6 octobre	57,1 (125,8)	35,6 (78,5)
7 octobre	42,1 (92,8)	30,6 (67,4)
8 octobre	46,3 (102)	
9 octobre	50,4 (111)	28,1 (62)
11 octobre	21,7 (47,9)	17,5 (38,5)
13 octobre	15,6 (34,3)	7,2 (15,8)
Total Poids de chair kg (lbs)	288,9 (636,6)	157,6 (374,4)
Somme total des deux bateaux	446,5 kg (984 lb) Poids de chair	

La deuxième récolte dans la Baie des Chaleurs a eu lieu en 2008 sur les sites BC2001, BC2002 et BC2003 simultanément. Les sites BC2002 et BC2003 avaient un fond de sable-gravier. Un total de 2 931,3 kg (6 469,5 lb) de chair a été récolté (Tableau 4) en 8 jours par 11 bateaux de pêcheurs. Cette récolte représente environ 175 878 pétoncles, si on suppose un compte en chair moyen de 60/kg.

Tableau 4. Récolte de chair de pétoncle des sites en 2008 provenant des sites BC2001, BC2002 et BC2003.

Date	Bateau										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2008	Poids de chair kg (lb)										
28 juillet	59,4 (131)	67,1 (148)	56,2 (124)	76,7 (169)	76,2 (168)	88 (194)	95,7 (211)	110,9 (244,5)	95,7 (211)	87,5 (193)	57,1 (126)
29 juillet	44,9 (99)	50,3 (111)	48,5 (107)	51,3 (113)	39,5 (87)	68,9 (152)	49,4 (109)	70,3 (155)	71,7 (158)	65,3 (144)	47,2 (104)
30 juillet	43,1 (95)	44,5 (98)	30,4 (67)	39,5 (87)	42,2 (93)	47,6 (105)	39,9 (88)	49 (108)	50,3 (111)	49,9 (110)	52,2 (115)
31 juillet	11,3 (25)	27,2 (60)	19,5 (43)			46,3 (102)	30,4 (67)	48,5 (107)	45,4 (100)	41,3 (91)	26,8 (59)
5 août		17,2 (38)	11,8 (26)				27,2 (60)				18,1 (40)
6 août		28,6 (63)	24,5 (54)		28,1 (62)	39,9 (88)		47,6 (105)	38,6 (85)		18,6 (41)
7 août		26,8 (59)	25,9 (57)		34,5 (76)	13,2 (29)		43,5 (96)	38,1 (84)		
8 août			37,6 (83)		44,9 (99)			63 (139)	40,4 (89)		
Poids total de chair kg (lbs)	158,9 (350)	262 (577)	254,7 (561)	167,5 (369)	265,6 (585)	304,2 (670)	242,9 (535)	433,4 (954,5)	380,5 (838)	244,3 (538)	220,2 (485)
Somme total des onze bateaux	2 934 kg (6 462,5 lb) Poids de chair										

Pendant la récolte 2008, les pêcheurs n'étaient pas contraints à répartir leur effort de façon égale sur les trois sites : BC2001, BC2002 et BC2003. Les évaluations faites après cette pêche ont signalé une chute de densité sur le site BC2002, mais non sur les sites BC2001 et BC2003 (Figure 24 et ANNEXE 3). Alors, il est fort probable que la majorité des débarquements en 2008 provenaient du site BC2002 où la densité avant la pêche était  $0,425 \pm 0,118$  pétoncle/m<sup>2</sup> tandis que celle du BC2003 était  $0,208 \pm 0,088$  pétoncle/m<sup>2</sup>. Le site BC2001 n'avait pas été évalué après qu'il soit pêché en 2006, mais on suppose que la densité était inférieure ou égal à la densité de  $0,168 \pm 0,055$  pétoncle/m<sup>2</sup> en 2005 avant la pêche de 2006.

### 3.6.2 Baie Miramichi

Dans la baie de Miramichi, le site BM2001 a été pêché le 20 juillet 2006. Un pêcheur a récolté 272 pétoncles après 12 heures de pêche. En 2005, les évaluations par caméra vidéo indiquaient une densité d'environ  $0,089 \pm 0,035$  pétoncle/m<sup>2</sup> (Figure 25 et ANNEXE 3), ce qui se traduit à une estimation de 129 406 pétoncles sur le site. Ce site avait un fond de sable et les pétoncles ne semblaient plus être sur le site en 2006 lors de la récolte.

### 3.6.3 Détroit de Northumberland

Dans le détroit de Northumberland, une récolte a été faite sur le site DN2001 en 2006. Ce site a un fond de sable-gravier et avait une densité  $0,155 \pm 0,040$  pétoncle/m<sup>2</sup> en 2005 lors des évaluations. Alors le nombre de pétoncles estimé sur le fond était d'environ 337 125. Trois bateaux de pêcheur sont sortis pour environ une demi-journée. C'était une journée de grand vent et ils ont chacun récolté environ 18 kg (40 lb) de chair. Si le compte en chair moyen est de 60/kg, le nombre de pétoncles pêché était 3 240 pétoncles, alors il est estimé qu'environ 1% des pétoncles sur le fond a été pêché.

## 4.0 DISCUSSION

Les populations d'espèces côtières ne peuvent plus réaliser leur plein potentiel lorsque la biomasse des géniteurs est réduite sous un niveau optimal (FAO 2004). Selon Bell *et al.* (2006), si la réduction du nombre de géniteurs limite le recrutement, ceci peut être contré en relâchant des juvéniles dans son habitat. Les activités d'ensemencement décrites par Bell *et al.* (2006) se prêtent bien aux pétoncles, car c'est une espèce côtière sédentaire qui peut se réapprovisionner à petite échelle. Au Japon, la pêche du pétoncle (*Patinopecten yessoensis*) s'est effondrée en 1945 et les débarquements sont restés faibles pendant les prochains 25 ans jusqu'à des projets de captage de naissain, d'ensemencement, de contrôle de prédateurs et de pêche en rotation ont été initiés (Uki 2006). Aujourd'hui, les débarquements du pétoncle au Japon sont plus élevés que jamais. Plusieurs autres pays comme la France, l'Australie et la Nouvelle-Zélande ont adopté des techniques d'ensemencement lorsque leur propre pêche du pétoncle s'est effondrée (Dao *et al.* 1996; Dredge *et al.* 2002; Marsden et Bull 2006). Chacun de ces pays a suivi les techniques d'ensemencement conçues au Japon. Ici au Canada, les pêcheurs des Îles-de-la-Madeleine (Québec) se sont impliqués dans un projet d'ensemencement du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) de 1990 à 1997 (Cliques et Giguère 1998). En plus de notre projet, le BPFA a effectué un projet d'ensemencement du pétoncle géant dans le détroit de Northumberland entre 1997 et 2000 (Davidson *et al.* 2005a). Présentement, il y a des activités d'ensemencement du pétoncle géant à Saint-Pierre et Miquelon (SPM), les îles françaises qui se trouvent au sud de Terre Neuve, Canada. À SPM, des projets de recherche et développement concernent l'aquaculture et l'ensemencement du pétoncle géant sont en marche depuis 2007 (Poitevin 2016).

Les activités d'ensemencement reposent sur un approvisionnement en naissains important et fiable. Anciennement, les Japonais plaçaient des branches de cèdres dans l'eau pour capter les naissains. Par contre, en 1964, Yusaku Kudo, un pêcheur japonais de la baie Mutsu, Préfecture Aomori, a développé un collecteur artificiel (Ventilla 1982, Uki 2006). Ce nouvel engin a énormément augmenté le captage de naissain et a rendu possible, entre autres, l'amélioration des populations de pétoncles commercialement pêchés (Uki 2006). Des collecteurs similaires à ceux conçus au Japon ont été utilisés dans notre projet. Toutefois, un système d'ancrage efficace a dû être développé pour

s'assurer que les filières soient solidement fixées pour résister aux conditions météorologiques extrêmes de nos côtes. Dès que la perte d'équipement n'était plus problématique, un important approvisionnement de naissains a été réalisé surtout aux sites de la baie Miramichi et du détroit de Northumberland. Dans notre projet, le captage a varié d'une année à l'autre et d'un site à l'autre, tout de même, le captage de naissains, a connu un grand succès et atteignait, avec constance, des niveaux commerciaux. Toutefois, le taux de survie et de croissance des naissains dans les collecteurs diminue lorsque les collecteurs sont laissés à l'eau pendant une période prolongée.

Une fois la méthode du captage maîtrisée, il fut avantageux de connaître la date idéale pour déployer les collecteurs afin d'atteindre le meilleur rendement. Le suivi de l'indice gonado-somatique (IGS) nous a permis d'évaluer quand les pétoncles adultes relâchèrent leurs gamètes. La date de l'initiation de la ponte des pétoncles adultes variait annuellement aux trois sites alors un suivi de l'IGS annuelle est recommandé.

Les variations des dates de l'initiation de la ponte sont fort possiblement dues aux fluctuations et variations environnementales. Chez les pétoncles, toutes fonctions physiologiques incluant la reproduction sont reliées d'une façon interdépendante et complexe à la variation saisonnière de la température et la nourriture (MacDonald et Thompson 1986). Nous avons fait un suivi de la température, mais nous n'étions pas en mesure de préciser la relation entre la température et la date de l'initiation de la ponte. Tout de même, nous avons pu déterminer si les pétoncles étaient exposés à des températures létales et documenter s'il y existe de grandes variations de température. Avantagusement, des températures idéales pour la croissance (entre 10 et 15°C) furent enregistrées et les températures mortelles aux pétoncles (21 à 23,5°C ou plus) (Dickie 1958) n'ont pas été atteintes. Désavantageusement, de grandes fluctuations journalières furent observées ainsi que de grandes variations annuelles. D'après Dickie (1958), des fluctuations soudaines de température peuvent ralentir leur comportement d'évasion face aux prédateurs.

Le plus grand nombre de naissains de pétoncle a été capturé dans les collecteurs déployés 28 à 35 jours après le déclenchement de la ponte basé sur les suivis de l'IGS et de captage temporel. Des résultats similaires ont été observés dans la baie Passamaquoddy, N.-B., où le plus haut taux de captage a été observé lorsque les collecteurs étaient déployés 35 à 40 jours après l'initiation de la ponte (Parsons 1994). Convenablement, le pétoncle est l'espèce la plus abondante dans les collecteurs mais plusieurs autres espèces ont aussi été captées. Le suivi temporel du captage des naissains peut aussi servir à choisir la date du déploiement des collecteurs pour capter plus que 500 pétoncles par collecteur, mais aussi minimiser le captage des espèces indésirables.

Suivant le modèle du Japon, nous avons recommandé une densité de 4 à 5 individus/m<sup>2</sup> à l'ensemencement (Kosaka et Ito 2006). Au Japon, 20 à 25% des pétoncles survivent alors que la densité à la récolte est environ 1 pétoncle/m<sup>2</sup>. Aux Îles-de-la-Madeleine, des juvéniles mesurant entre 10 et 30 mm ont été ensemencés avec

succès à des densités variant entre 0,1 et 5 individus/m<sup>2</sup> (Cliche et Giguère 1998). Dans notre projet, la densité d'ensemencement variait selon le captage. Ironiquement, les meilleurs rendements de l'ensemencement ont été observés dans la Baie des Chaleurs où il y avait les plus faibles densités d'ensemencement (0,08 à 2,54 pétoncle/m<sup>2</sup>) (Tableau 2). Il y a probablement eu un recrutement naturel sur ces sites suite à l'ensemencement. Dans ce projet, nous n'avons pas différencié entre les pétoncles ensemencés et le recrutement naturel. Toutefois, d'après une étude de marquage de Nadeau et Cliches (2007), 28 à 65% des pétoncles récoltés entre 2001 et 2005 des bancs ensemencés aux Îles-de-la-Madeleine provenaient de l'ensemencement. Donc, selon l'étude de Nadeau et Cliches (2007), 35 à 72% des pétoncles récoltés provenaient de sources naturelles. Dans notre projet, une partie des augmentations de densité de pétoncle observées découlait tout probablement du recrutement naturel. Avant notre projet, l'effort de la pêche aux pétoncles était probablement similaire sur tous les bancs de pétoncles. Toutefois, les densités initiales des sites d'ensemencement étaient inférieures à celles trouvées sur les bancs de pêche commerciale, indiquant possiblement un faible taux de recrutement naturel.

D'après Nadeau et Cliche (2007) plusieurs variables affectent le succès des activités d'ensemencement: taille des naissains ensemencés, le nombre et la densité des naissains ensemencés, la manipulation, la vitalité des naissains, le substrat, la température, la vitesse du courant et l'abondance des prédateurs. Malgré qu'incapable de préciser pourquoi nous avons observé un meilleur rendement dans la Baie des Chaleurs, nous pouvons explorer certains facteurs. Dans notre projet, il y a plusieurs variables qui semblent comporter des similarités sur chacun de nos sites d'étude : la manipulation, taille des naissains ensemencés et présence des prédateurs.

Nous soupçonnons que le type de fond est un facteur qui a contribué aux faibles rendements dans la baie Miramichi. Brown *et al.* (2012) ont démontré que le pétoncle géant est associé à un habitat spécifique; principalement des fonds mixtes de sable-gravier ou gravier-cailloux, mais occasionnellement des fonds de sable vaseux ou rocheux (Couturier *et al.* 1995). Dans la baie de Miramichi le site d'ensemencement avait un fond de sable ondulé, indiquant son instabilité. Alors, les pétoncles, sur ces fonds ont possiblement été ensevelis. Les sites dans la Baie des Chaleurs et dans le détroit de Northumberland, quant à eux, avaient un fond de sable et gravier qui est probablement plus résistant aux changements du mouvement de l'eau. Alors, un des critères pour choisir un site pour l'ensemencement du pétoncle doit inclure un type de fond propice.

Un autre facteur est que nous n'avons pas les moyens de s'assurer que les pétoncles ensemencés descendent directement sur le fond. Les sites dans la Baie des Chaleurs étaient moins profonds (11-18 m) que les sites dans le détroit Northumberland (24-25 m) et la baie Miramichi (20-24 m). Subséquemment, dans la Baie des Chaleurs, les pétoncles ensemencés ont une plus courte distance à se rendre au fond, alors il y a moins de temps pour la dérive. Utilisant la même logique, il est fort possible qu'un plus grand nombre de pétoncles ensemencés dans le détroit Northumberland et la baie Miramichi n'atteignent pas les sites visés.

L'hypothèse de la dispersion est certainement un facteur qui peut influencer le succès d'un ensemencement et explique peut-être le plus faible rendement dans le détroit Northumberland et dans la baie Miramichi. Parsons *et al.* (1994) ont observé que les naissains de pétoncles se dispersent dans une configuration radiale vers l'extérieur à partir du centre d'un site aquicole dans la baie Passamaquoddy, N-B. Des jeunes naissains de pétoncles s'étaient échappés des engins de culture et ils ont passivement ensemencé le fond sous les engins. À mesure que ces pétoncles ont grandi, ils se déplaçaient plus loin. D'autres auteurs ont observé que les pétoncles ensemencés se dispersent (Barbeau *et al.* 1996, Cliche *et al.* 1994 et Hatcher *et al.* 1996). Aux Îles-de-la-Madeleine, suite à l'ensemencement des jeunes pétoncles, Cliche *et al.* (1994) ont observé une dispersion intensive et rapide. Hatcher *et al.* (1996) ont observé sur un site d'étude en N.É., que la dispersion des naissains de pétoncles était directionnelle. D'après Brand (2016) les pétoncles préfèrent être sédentaires, mais ils vont nager s'ils sont dérangés par des prédateurs, des plongeurs ou la drague. La dispersion est aléatoire ou dans la direction du courant surtout si le courant est fort. Si un pétoncle se met à nager, souvent ça stimule les pétoncles avoisinants à nager aussi. Subséquemment, Brand (2016) a conclu qu'il y aura une plus grande dispersion lorsque la densité d'ensemencement est plus élevée lorsque les pétoncles sont dérangés. Brand (2016) nous informe que des pétoncles marqués ont presque tous été retrouvés 1 à 2 km du site où ils ont été relâchés. Dans une autre étude, après 18 mois, les pétoncles ont été retrouvés seulement 30 m du point de relâche. Par l'intermédiaire d'une étude de marquage de pétoncles sur le banc Georges, Melvin *et al.* (1985) ont retrouvé les pétoncles géants à 5 km, 10 km et 25 km du site de relâchement. Les aires de nos sites d'étude étaient seulement 0,98 à 2,18 km<sup>2</sup>, alors il est fort possible que les plusieurs pétoncles ensemencés se sont déplacé à l'extérieur des sites d'ensemencement.

Une fermeture est une étape de l'ensemencement mais une fermeture sans ensemencement peut, à elle seule, contribuer à l'augmentation de la densité des pétoncles. Stokesbury (2002) a documenté des densités de pétoncles géants jusqu'à 1,06 pétoncle/m<sup>2</sup> sur le banc Georges du côté des États-Unis à certains endroits fermés à la pêche, mais pas ensemencé. Aussi, Stokesbury *et al.* (2010) ont observé des densités naturelles de pétoncles géants juvéniles de 1,56 à 4,70 /m<sup>2</sup> sur le Jeffreys Ledge et Platts Bank dans le golfe de Maine. En 1994, 3 régions du Banc Georges ont été fermées et à ce temps le rendement de la drague était 0,6 pétoncle par trait. En 2000, après une fermeture d'environ 5 ans, le rendement était 15,8 pétoncles par trait (Hart 2003). Après une telle fermeture, des mesures de gestion doivent être mises en place pour s'assurer que la population ne soit pas anéantie de nouveau lorsque la pêche est rouverte. La biomasse d'une pêche durable doit être inférieure ou égale à la biomasse ajoutée en tant que production excédentaire (Smith et Hublely 2012). Donc, le taux d'exploitation doit être géré. En plus, une pêche en rotation peut-être incorporée dans la gestion d'une pêche durable pour assurer sa continuation. Hart (2003) a démontré que la pêche en rotation peut améliorer le rendement et la biomasse par recrue chez des espèces sédentaires qui ont une longue vie comme le pétoncle géant.



Dans la Région du Golfe, le poids de chair débarqué sont moins de 100 t de chair (= 830 t poids entier) depuis 2001 (Davidson *et al.* 2012). Les plus hauts débarquements de pétoncles ont été documentés en 1968 à 900 t de chair (7 470 t poids entier) (Mallet 2010). Un an avant, en 1967, des densités de 4,18 pétoncles/m<sup>2</sup> avaient été observées sur un fond au large de Richibucto dans le détroit de Northumberland (Caddy 1968). Les débarquements dans la Région du Golfe resteront peut-être toujours faibles comme les débarquements des pétoncles au Japon étaient restés faibles pour 25 ans avant que le Japon change leur gestion pour inclure l'ensemencement. Au Japon, le plus haut débarquement de pétoncle rapporté avant que leur pêche s'effondre en 1945 était environ 25 000 t (poids entier) (Kosaka et Ito 2006). Aujourd'hui, les débarquements provenant de la pêche sont ~300,000 t (poids entier) (Uki 2006). En plus, le Japon débarque un autre 200 000 t (poids entier) de pétoncles provenant de l'aquaculture (Kosaka and Ito 2006).

D'après Bell *et al.* (2006) très peu de programmes d'ensemencement effectué pour augmenter la biomasse de diverses espèces ont satisfait les attentes. Un des éléments clés pour le succès de l'ensemencement signalé par Bell *et al.* (2006) est l'intégration de l'ensemencement dans un plan de gestion approprié qui inclut la participation et l'accord des utilisateurs. Au Japon, la coopérative de pêcheurs à Sarufutsu, Hokkaido fut la première à développer un système de gestion. Ensuite, un système similaire a été adopté par les coopératives voisines (Uki 2006). Nadeau et Cliche (2007) ont conclu que plusieurs bénéfiques ont été associés à leur projet d'ensemencement aux Îles-de-la-Madeleine mais il n'existait pas une infrastructure efficace pour ce type d'activité ici au Canada. En 2016, à Saint-Pierre et Miquelon, France, où leur activité d'ensemencement du pétoncle géant est étroitement gérée, ils ont récolté 100 tonnes de pétoncles (poids entier) (Sébastien Detcheverry comm. pers).

Uki (2006) affirme que le succès de l'ensemencement des stocks de pétoncles à Hokkaido Japon est attribué à: un bon approvisionnement de naissain, le développement de méthodes efficaces de capture et d'élevage des naissains, un habitat idéal pour la croissance des pétoncles, l'élimination des prédateurs et le transfert de la gestion aux coopératives de pêche. Nous avons réussi à procurer un important approvisionnement naturel avec constance et nous avons observé des augmentations des densités de pétoncles. Les densités de pétoncles sur certains sites ensemencés et fermés pendant 5 ans, étaient plus hautes que sur les sites de pêche évalués. Alors, il semble que l'ensemencement du pétoncle pourrait contribuer à l'augmentation de la biomasse des pétoncles dans la Région du Golfe. Cependant, les activités d'ensemencement devront être intégrées dans le plan de gestion de la pêche afin d'être efficaces.

## 5.0 CONCLUSIONS

1. Les résultats du captage de naissains de pétoncle ont démontré qu'un important approvisionnement naturel est réalisable avec constance dans la Région du Golfe. (La modification de l'ancrage a sécurisé les engins de captage.)
2. En général, le nombre de naissains dans les collecteurs qui sont laissés à l'eau plus qu'un an subi une grande chute.
3. Le plus souvent, la ponte des pétoncles (> 80 mm) commençait vers la fin août ou au début septembre, mais parfois aussi tôt que la mi-août. Chaque année, la date du début de la ponte doit être déterminée afin de prédire la meilleure date pour l'immersion des collecteurs.
4. Les collecteurs doivent être déployés 4 à 5 semaines après le déclenchement de la ponte des pétoncles adultes afin de capter le maximum de naissain de pétoncle par collecteur.
5. En général, la plus haute densité de pétoncles a été observée dans la Baie des Chaleurs sur le site BC2002 où elle a atteint 0,425 pétoncle/m<sup>2</sup> en 2006, 5,7 fois plus élevé que la densité initiale avant l'ensemencement. (Les densités de pétoncles sur les sites de pêche commerciale, avoisinants les sites d'ensemencement, étaient de 0,135±0,066 /m<sup>2</sup> en 2003 et de 0,269±0,073 m<sup>2</sup> en 2008).
6. La dispersion pourrait certainement être un facteur qui a contribué au plus faible rendement dans le détroit Northumberland et dans la baie Miramichi.
7. Nous soupçonnons que les fonds de sable des sites d'ensemencement dans la baie de Miramichi ont contribué aux faibles rendements. Alors, un des critères pour choisir un site pour l'ensemencement du pétoncle devrait inclure les types de fonds.
8. L'ensemencement du pétoncle dans la Région du Golfe pourrait contribuer à augmenter la biomasse des pétoncles, car un captage de naissains de pétoncle peut y être procuré avec constance. En plus, des augmentations des densités de pétoncles ont été observées dans certains sites par l'intermédiaire du projet. Malgré qu'une portion de ces augmentations provienne sûrement du recrutement naturel, des densités plus élevées ont été observées sur les sites ensemencés et fermés pendant 5 ans à comparer aux sites de pêche commerciale.

## 6.0 REMERCIEMENTS

En premier lieu, les remerciements vont à l'Union des Pêcheurs des Maritimes (UPM), qui a créé la corporation Pecten UPM-MFU Inc. en 1996. Un sincère remerciement à Mike Belliveau, (décédé en 2002) ancien secrétaire exécutif de l'UPM qui participer dans l'instigation et la promotion du projet. Des remerciements vont à : Sandy Siegel, ancien secrétaire exécutif de l'UPM (2002 à 2005) et à Christian Brun (décédé en 2016), le secrétaire exécutif de l'UPM qui a joué un rôle important dans la réussite et l'achèvement du projet. Un grand merci à l'instigateur principal du projet, Léon Lanteigne, un biologiste consultant qui a aussi coordonné Pecten MFU-UPM inc. de 1996 à 1999 et dirigé les suivis biologiques de 1996 à 2000. Un grand merci aux pétoncliers actionnaires des corporations locales pour leur bénévolat et pour leur contribution financière soutenue. Merci à Sylvestre McLaughlin qui a coordonné Pecten MFU-UPM Inc. en 2000. Une très grande reconnaissance est donnée à Euclide Chiasson qui a été recruté comme le directeur général de Pecten UPM/MFU Inc. en 2001 et sous sa direction Pecten UPM-MFU Inc. a professionnalisé ses opérations en embauchant deux équipes pour effectuer les travaux sur les trois sites de collecte et d'ensemencement. Ces deux équipes étaient pilotées par les capitaines Yvon Daigle et Roger Leblanc assisté de Norman Maillet. Les membres d'équipage étaient Victor Leblanc, Louis Daigle, Zoel Babineau, Mario Allain et Norman Allain. Ils sont tous remerciés sincèrement pour leur professionnalisme et le travail bien fait. Aussi, un sincère remerciement à Martin Maillet qui prit la relève d'Euclide Chiasson avant la terminaison du projet.

Des sincères remerciements sont offerts aux agences gouvernementales fédérales et provinciales suivantes: le ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du N-B (MAPA), à Pêches et des Océans Canada (MPO), l'Agence de promotion économique du Canada atlantique (APÉCA), le ministère de la Formation et du Développement et l'emploi du N-B (MFDE), le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), le ministère de la Formation et du Développement de l'emploi du N-B et le Programme d'aide à la recherche industrielle du conseil national de recherches Canada (PARI-CNRC). Une grande reconnaissance est donnée à Donna Murray (décédé en 2009), la directrice exécutive de le BPFA qui a prêté leur caméra sous-marine utilisée pour les évaluations. Aussi, le BPFA ont partagé les données d'indice gonado-somatique recueilli entre 1997 et 2000. Un gros merci à l'équipage du bateau de recherche de la Garde côtière canadienne, l'Opilio et à Réjean Vienneau, technicien en électronique du MPO qui a assuré le bon déroulement des évaluations des sites par caméra vidéo. Une profonde appréciation pour l'engagement spécial de Paul Cormier, biologiste du MAPA, son encouragement et son intérêt soutenu dans ce projet a été au-delà des contributions institutionnelles. Aussi, un sincère remerciement à Glen Ehler d'Environnement Canada pour sa collaboration avec le ROV (véhicule télécommandé) qui a permis de visualiser les collecteurs dans la colonne d'eau. Un grand merci à la communauté des Premières Nations de Eel River Bar pour la fabrication des collecteurs. Aussi, nous remercions Ernesto Boulliane, étudiant stagiaire, Kathy Duguay, technicienne, Sébastien Detcheverry stagiaire de Miquelon, France et Julie Guitard, stagiaire, pour leur contribution.

## 7.0 RÉFÉRENCES

- Barbeau, M.A., Hatcher, B.G., Scheibling, R.E., Hennigar, A.W., Taylor, L.H., Risk, A.C., 1996. Dynamics of juvenile sea scallop (*Placopecten magellanicus*) and their predators in bottom seeding trials in Lunenburg Bay, Nova Scotia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53 (11), 2494–2512.
- Barkhouse, C.L., M. Niles, et L.-A. Davidson. 2007. Étude bibliographique des moyens de lutte contre l'étoile de mer dans les cultures de mollusques sur le fond et en suspension. *Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat.* 279 : vii +39 p.
- Bell, J.D., Bartley, D.M., Lorenzen, K. and Loneragan, N.R., 2006. Restocking and stock enhancement of coastal fisheries: Potential, problems and progress. *Fish, Res.* 80, 1-8
- Brand, A.R. 2016. Scallop Ecology: Distribution and Behaviour. pp. 469-533. In Shumway, S.E. and Parsons, G.J. (editors) *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier. 3rd Edition. Elsevier Science Publishers.
- Brown, C.J., Sameoto, J.A. and Smith, S.J. 2012. Multiple methods, maps, and management applications: Purpose made seafloor maps in support of ocean management. *J. Sea Res.* 72:1-13.
- Caddy, J.F. 1968. Underwater Observations on Scallop (*Placopecten magellanicus*) Behaviour and Drag Efficiency. *J. Fish. Res. Bd Canada.* 25(10); 2123-2141.
- Cliche, G. et M. Giguère. 1998. Bilan du programme de recherche sur le pétoncle à des fins d'élevage et de repeuplement (REPERE) de 1990 à 1997. *Rapp. can. ind. sci. halieut. Aquat.* 237:x + 73 p.
- Cliche, G., Giguère, M., Vigneau, S., 1994. Dispersal and mortality of sea scallops, *Placopecten magellanicus*, (Gmelin 1791) seeded on the sea bottom off Îles-de-la-Madeleine. *J. Shellfish Res.* 13 (2), 565–570,
- Couturier, C.Y., Dabinett, P. and Lanteigne, M. 1995. Scallop culture in Atlantic Canada. In: A. Bogen (Editor). *Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada*. Canadian Institute for Research on Regional Development, Université de Moncton, Moncton, NB, pp. 297–340,
- Cropp, D. A. and Frankish, K. R. 1989. Cost comparison of hatchery and naturally produced spat for the scallop *Pecten fumatus* Reeve. *In: Proc. Aust. Scallop Workshop*. Edited by M. C. L. Dredge, W. F. Zacharin, and L. M. Joll. Hobart Australia pp 196-225.
- Culliney, J.L. 1974. Larval development of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) . *Biol. Bull. (Woods Hole, MA)* 147:321-332.

Davidson, L.A. 1998. Maturation gonadique du Pétoncle Géant *Placopecten magellanicus*, (Gmelin) du stade juvénile au stade adulte. Thèse, MSc., Université de Moncton, 112p.

Davidson, L.-A., Biron, M., and Niles, M. 2012. Scallop Fishery Assessment of the Southern Gulf of St. Lawrence in 2010: Commercial Fishery Data. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/007. vi + 40 p.

Davidson, L.-A., Lanteigne, M and Niles, M. 1993. Timing of the gametogenic development and spawning period of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in the Southern Gulf of St. Lawrence. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1935:14p.

Davidson, L.-A., Niles M. et Murray D. 2005a. Ensemencement et culture de pétoncle dans le Déroit de Northumberland – 1998 à 2002, p. 109-112. In 4e réunion annuelle de transfert de technologie – REPERE II. Ile-de-la-Madeleine, 26 et 27 mars 2003. Cliche, G. et F. Coulombe [ed.] Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 136p. (Compte rendu no 22)

Davidson, L.-A. Niles, M. and Parsons, G.J. 2005b. Identifying Commercially Viable Sea Scallop (*Placopecten magellanicus*) Spat Sites. Bull. Aquacul. Assoc. of Canada, p. 75-77. Spec. Publ. No. 9

Davidson, L.-A. and Nowlan R. 2018. Do empty scallop shells make a suitable scallop spat collection substrate? Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3252: 12p.

Davidson, L.A. and Worms, J. 1989. Stages of gonad development in the sea scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) based on both macroscopic and microscopic observation of the gametogenic cycle. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1686: 20 p.

Dickie, L.M. 1958 . Effects of high temperature on survival of the giant scallop. J. Fish.Res. Bd. Canada. 15(6):1189–1211.

Dao, J.C., Paquette, P., et Fleury, P.G. 1996. Programme Coquille Saint-Jacques fillière technique de culture sur le fond bilan des contrats de plan :1983-1988 & 1989-1993 : VIII Perspectives de développement de culture sur le fond de la coquille Saint Jacques en France. IFREMER Plouzane et Issy les Moulineaux, France. 11p.

Dredge, M., Duncan, P., Heasman, M., Johnston, B. Joll, L., Mercer, J., Souter, D., and Whittingham, T. 2002. Feasibility of scallop enhancement and culture in Australian waters. Project Report Q001020 DPI Publications, Brisbane Qld 4001. 124p.

Drew, G.A. 1906. The habits, anatomy and embryology of giant scallop (*Pecten tenuicostatus*, Mighels). Univ. Maine Stud. 6: 71 p.

- FAO, 2004. The State of World Fisheries and Aquaculture: 2004.FAO, Rome (also available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5600e/y5600e00.pdf>).
- Frenette, B. 2004. Environmental factors influencing the growth and survival of juvenile sea scallops, *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791). M.Sc. Thesis, Memorial University of Newfoundland, St. John's, NL, Canada. 142 p.
- Gosner, K.L. 1978. A field guide to the Atlantic seashore. Houghton Mifflin Co. Boston. 309 p.
- Hart, D.R. 2003. Yield- and biomass-per-recruit analysis for rotational fisheries, with an application to Atlantic sea scallop (*Placopecten magellanicus*). Fish. Bull. 101:44-57.
- Harvey, M., Bourget, E., and Miron, G. 1993. Settlement of Iceland scallop *Chlamys islandica* spat in response to hydroids and filamentous red algae: field observations and laboratory experiments. Mar. Ecol. Prog. Ser. 99:283-292.
- Hatcher, B.G., Scheibling, R.E., Barbeau, M.A., Hennigar, A.W., Taylor, L.H. and Windust, A.J. 1996. Dispersion and mortality of a population of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) seeded in a tidal channel. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53:38-54
- Kosaka, Y. and Ito, H. 2006. Japan. pp. 1093-1141. In: Shumway, S.E. and G.J. Parsons (editors) Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Elsevier. 2nd Edition. Elsevier Science Publishers.
- Lanteigne, M. and Davidson, L.-A. 1991. Catch and effort statistics for the giant scallop (*Placopecten magellanicus*) fishery in the southern Gulf of St. Lawrence (Fisheries and Oceans, Gulf Region) – 1990 update. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2148 : 21p.
- Langton, R.W., Robinson, W.E. and Schick, D. 1987. Fecundity and reproductive effort of sea scallops *Placopecten magellanicus* from the Gulf of Maine. Mar. Ecol. Prog. Ser. 37:19-25.
- Le Pennec, M. 1978. Génèse de la coquille larvaire et postlarvaire chez divers Bivalves marins. Ph. D. Thesis, Université de Bretagne Occ. Brest, France.
- Mallet, M. 2010, Commercial Scallop (*Placopecten magellanicus*) Fishery Profile in the Gulf Region. Statistical and Economic Analysis Series. No. 1-5:v+25p.
- MacDonald, B.A. and Thompson, R. J. 1986. Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. III. Physiological ecology, the gametogenic cycle and scope for growth. Mar. Biol. (Berlin) 93:37-48.

- Marsden, I.D. and Bull, M.F. 2006. New Zealand. pp.1413-1426. In: Shumway, S.E. and Parsons, G.J. (editors) *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier. 2nd Edition. Elsevier Science Publishers.
- Melvin, G. D., Dadswell, M.J., Chandler, R.A. 1985. Movement of scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1971) (Mollusca:Pectinidae) on Georges Bank. CAFSAC, Res. Doc. 85/30, 29p.
- Nadeau, M., Barbeau M.A., and Brêthes J.C. 2009. Behavioural mechanisms of sea stars (*Asterias vulgaris* Verrill and *Leptasterias polaris* Müller) and crabs (*Cancer irroratus* Say and *Hyas araneus* Linnaeus) preying on juvenile sea scallops (*Placopecten magellanicus* (Gmelin)), and procedural effects of scallop tethering. *J. Exp. Mar. Biol. and Ecol.* 374:134–143
- Nadeau, M. et Cliches, G. 2007. Projet d'ensemencement du pétoncle aux Îles-de-la-Madeleine (Québec). p 29-37. In Davidson, L.-A., M. Niles et L. Légère. 2007. Compte rendu de l'atelier sur la pêche du pétoncle dans le sud du golfe tenu à Moncton, au Nouveau-Brunswick, les 30 et 31 mars 2006. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 2785 : viii + 91 p.
- Naidu, K.S. 1970. Reproduction and breeding cycle of giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in Port au Port Bay Newfoundland. *Can J. Zool.* 48:1003-1012.
- Naidu, K.S., Fournier, R., Marsot, P. and Worms, J. 1989. Culture of sea scallop *Placopecten magellanicus*. In: A.D. Boghen (Editor). *Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada*. The Canadian Institute for Research on Regional Development, Université de Moncton, Moncton, NB, Canada, pp. 211–239.
- Niles, M., Davidson, L.-A. and Cassie, R. 2005. A comparison between different scallop spat collector designs. *Bull. Aquacul. Assoc. of Canada, Spec. Publ. No.9.* pp. 78-80,
- Parsons, G.J., Robinson, S.M.C., Chandler, R.A., Davidson, L.A., Lanteigne, M. and Dadswell, M.J. 1992. Intra-annual and long-term patterns in the reproductive cycle of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Bivalvia: Pectinidae) from Passamaquoddy Bay, New Brunswick, Canada. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 80:203-214.
- Parsons, G.J. 1994. Reproduction and recruitment of the giant scallop *Placopecten magellanicus* and its relationship to environmental variables. PhD Thesis. University of Guelph, Guelph, Ontario. 196p.
- Parsons, G.J., Robinson, S.M.C., and Martin, J.D. 1994. Enhancement of a giant scallop bed by spat naturally released from a scallop aquaculture site. *Bull. Aquacul. Assoc. Canada* 94-2:21-22.

Parsons, G.J. and Robinson, S.M.C. 2006. Sea scallop aquaculture in the Northwest Atlantic. pp. 907-944. In: Shumway, S.E. and Parsons, G.J. (editors) *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier. 2nd Edition. Elsevier Science Publishers.

Poitevin, P. 2016. Research and Development to develop Scallop Aquaculture and Sea Ranching in Saint-Pierre and Miquelon Archipelago. In Bayer, S.R. Cheney, T., Guenther, C. and Sameoto, J.A.. 2016. Proceedings of the US and Canada Scallop Science Summit: St. Andrews, New Brunswick, May 6–8, 2014. Can. Tech. Rep. Aquat. Sci. 3151: v + 48 p.

Posgay, J.A. 1957. The range of the sea scallop. *The Nautilus* 71(2):55-57.

Robinson, S.M.C., Parsons, G.J., Davidson, L.A., Shumway, S.E. and Blake, N.J. 2016. Scallop Aquaculture and Fisheries in Eastern North America. pp. 737-779. In : Shumway, S.E. and Parsons, G.J. (editors) *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier. 2nd Edition. Elsevier Science Publishers.

Shumway, S.E., Selvin, R., and Schick, D.F. 1987. Food Resources Related to Habitat in the Scallop, *Placopecten magellanicus*, (Gmelin, 1791): A Qualitative Study. *J. of Shell. Res.* 6: 89-95.

Smith, S.J., and Hubley, P.B. 2012. Reference points for scallop fisheries in the Maritimes Region. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/018. ii + 16 p. (Erratum: August 2012)

Squires, H.J., 1962. Giant scallops in Newfoundland coastal waters. *Bull. Fish. Res. Bd Canada* No. 135. 29p.

Stewart, P.L. and Arnold, S.H. 1994. Environmental Requirements of the Sea Scallop (*Placopecten magellanicus*) in Eastern Canada and Its Response to Human Impacts. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2005: ix +36p.

Stewart, B. D. and Howarth, L. M. 2016. Quantifying and managing the ecosystem effects of scallop dredge Fisheries. In Shumway S.E., and Parsons, G.J. (Editors). *Scallops: Biology, Ecology, Aquaculture, and Fisheries*. Elsevier. 3rd Edition. Elsevier Science Publishers. pp. 585-609.

Stokesbury, K. D. E., Harris, B. P., Marino, M. C., Nogueira, II & J. I. 2004. Estimation of sea scallop abundance using a video survey in offshore USA waters. *J. Shellfish Res.* 23:33–40,

Stokesbury, K. D. E. 2002. Estimation of Sea Scallop Abundance in Closed Areas of Georges Bank, USA. *Transactions of the American Fisheries Society* 131:1081–1092.



Stokesbury, K. D. E., Carey, J. D., Harris B. P. and O'Keefe, C. E. 2010, High Densities of Juvenile Sea Scallop (*Placopecten magellanicus*) on Banks and Ledges in the Central Gulf of Maine. J. Shellfish Res. 29(2):369-372.

Uki, N., 2006. Stock enhancement of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* in Hokkaido. Fish. Res. 80, 62–66.

Ventilla, R.F., 1982. The scallop industry in Japan. Adv. Mar. Biol. 20, 309–382.

Worms, J., and Chouinard, G.A. 1983. Status of southern Gulf of St. Lawrence scallop stocks – 1982. CAFSAC Res. Doc. 83/68.

Yamaha Motor Co Ltd. 1990, Solving the mystery of good and poor harvest. Yamaha Fish. J. 34: 1-10,

Young-Lai, W.W. and Aiken, D.E. 1986. Biology and culture of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*: A review. Can. Tech. Rept. Fish. Aquat. Sci. 1478:iv+21 p.

## 8.0 ANNEXE

### 8.1 ANNEXE 1. Nombre et la taille des naissains de pétoncle géant dans les collecteurs.

<b>Baie des Chaleurs</b>			
Date du déploiement	Date évaluée	Nombre moyen ±l'écart type	Taille moyenne ±l'écart type
Autumn1999	Mai 31 2002*	33±19	14.5±4.5
Sept. 27 2001	Oct. 15 2001	244±107	0.3±0.1
	Juin 14 2002	1537±513	1.6±0.7
	Août 12 2002	1131±418	1.8±0.6
	Sept 17 2002	479±288	6.3±2.0
	Mai 2003*	590±252	6.8±2.2
Oct 2002	Nov 6 2002	361±166	0.5±0.1
	Mai 30 2003	922±101	0.9±0.4
	Août 2003	213±113	3.0±0.8
	Juin 2004*	196±43	7.5±2.8
Oct 2 2003	Nov 21 2003	1183±221	0.6±0.3
	Juin 10 2004*	118±95	5.5±2.4
	Juin 2 2005*	93±41	6.4±4.0
	Oct 2005*	59±19	8.9±3.0
Oct 4 2004	Juin 2 2005	1232±302	1.7±0.3
	Sept 28 2005	2003±353	7.3±2.2
	Juin 2006*	406±131	
Sept 23 2005	Juin 2006*	490±114	
Oct 2006	Oct 2007*	629±418	6.0±1.9
Oct 4 2007	Oct 30 2007	233±62	0.5±0.1
	Oct 2008*	255±149	
Sept 24 2008	Oct 9 2008	42±19	0.4±0.1
	Oct 2 2009*	80±31	13.2±3.5

\* Taille moyenne ± l'écart type mesurée juste avant un ensemencement.

<b>baie Miramichi</b>			
Date du déploiement	Date retiré	Nombre moyen ±l'écart type	Taille moyenne ±l'écart type
Oct 1 2001	Oct 28 2001	6 891±2 023	0.7±0.2
	Mai 20 2002	3 973±585	2.2±0.7
	Sept 2002	314±149	6.5±2.7
	Mai 14 2003*	67±37	11.0±4.5
Sept 25 2002	Oct 2002	6251±1397	0.4±0.1
	Mai 14 2003	4 213±848	1.7±0.6
	Août 26 2003	3 659±596	6.0±1.7
	Nov 3 2003	5931±817	9.9±3.8
	Mai 2004*	713±333	15.7±4.2
Oct 2 2003	Mai 6 2004	4 416±891	0.8±0.2
	Oct 2004*	1 261±527	7.1±4.7
	Juin 20 2005*	105±86	15.5±4.8
	Oct 2005*	70±	
Oct 2004	Juin 30 2005*	1 468±719	3.4±1.2
	Sept 16 2005*	1 048±348	15.5±5.0

\* Taille moyenne ± l'écart type mesurée juste avant un ensemencement.

<b>Détroit de Northumberland</b>			
Date du déploiement	Date retiré	Nombre moyen ±l'écart type	Taille moyenne ±l'écart type
Sept 25 2001	Oct 28 2001	1763±516	0.7±0.2
	Mai 9 2002	278±37	3.0±1.0
	Août 14 2002	3 439±1844	4.6±2.2
	Oct 11 2002	2 309±463	6.9±2.1
	Mai 1 2003*	838±953	7.9±2.8
Sept 25 2002	Oct 17 2002	13 272±7219	0.4±0.1
	Mai 1 2003	11 605±6578	2.0±1.0
	Août 1 2003	4 101±1814	4.1±1.0
	Sept 12 2003	4 752±430	5.2±2.0
	Mai 6 2004*	876±682	5.8±1.9
Sept 26 2003	Oct 2003	4544±892	0.8±0.3
	Mai 6 2004	5397±1323	2.0±0.9
	Oct 4 2004*	1749±859	6.2±3.2
	Juin 2005*	391±252	13.9±3.6
Oct 2004	Oct 26 2004	5 152±2579	1.1±0.2
	Juin 9 2005	7 291±3 283	3.8±1.3
	Sept 19 2005*	2 645±1 016	8.0±2.1
Oct 2005	Nov 2005	1 547±191	0.5±0.1
	Oct 2006*	2976±614	
Oct 2006	Mai 7 2007	5 364±2 352	3.7±1.2
	Oct 2007*	1212±290	13.6±4.6
Oct 7 2007	Nov 21 2007	2 459±527	0.6±0.2
	Oct 2008*	24±7	

\* Taille moyenne ± l'écart type mesurée juste avant un ensemencement.

## 8.2 ANNEXE 2. Suivi des densités de diverses espèces sur les sites de pêche

Site de pêche dans la Baie des Chaleurs  
à l'est des sitesensemencés

	Année du suivi
Espèce	2003
Pétoncle	0,135±0,066
Crabe commun	0,009±0,005
Étoiles de mer	0,654±0,247
Homard	0,001±0,002
Chaboisseau	0,000± 0,001
Plie rouge	0,003± 0,003

Site de pêche dans la Baie des Chaleurs  
à l'ouest des sitesensemencés

	Année du suivi
Espèce	2008
Pétoncle	0,269±0,073
Crabe commun	0,021±0,026
Étoiles de mer	1,012±0,114
Homard	0,005± 0,007
Chaboisseau	0,000±0,000
Plie rouge	0,004± 0,003

Site de pêche dans le détroit Northumberland

	Année du suivi
Espèce	2003
Pétoncle	0,094±0,032
Crabe commun	0,008±0,007
Étoiles de mer	0,031±0,030
Homard	0,001±0,001
Chaboisseau	0,002±0,002
Plie rouge	0,004±0,005

### 8.3 ANNEXE 3. Suivi des densités de diverses espèces sur les sites ensemencés

Site - "Baie des Chaleurs 2001" - Type de fond = sable-gravier avec un peu de roches

Espèce	2001	2002	Année du 2003	suivi 2005	2008
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)					
Pétoncle	0,042±0,012	0,055±0,021	0,059±0,034	0,168±0,055	0,171±0,087
Crabe commun	0,006±0,002	0,011±0,006	0,012±0,010	0,020±0,006	0,031±0,016
Étoiles de mer	1,042±0,614	0,350±0,167	0,867±0,384	0,780±0,235	0,624±0,191
Homard	0,001±0,001	0,005±0,004	0,001±0,001	0,001±0,002	0,005±0,005
Chaboisseau	0,001±0,002	0,001±0,002	0,000±0,000	0,001±0,001	0,000±0,000
Plie rouge	0,000±0,001	0,021±0,010	0,015±0,008	0,025±0,012	0,007±0,004

Site - "Baie des Chaleurs 2002" - Type de fond = sable-gravier

Espèce	2002	Année du 2003	suivi 2006	2008
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)				
Pétoncle	0,074±0,042	0,073±0,026	0,425±0,118	0,199±0,075
Crabe commun	0,013±0,007	0,016±0,007	0,041±0,019	0,015±0,006
Étoiles de mer	0,194±0,100	0,587±0,125	1,601±0,371	0,741±0,213
Homard	0,006±0,005	0,001±0,002	0,000±0,000	0,005±0,003
Chaboisseau	0,001±0,001	0,000±0,001	0,006±0,009	0,000±0,000
Plie rouge	0,016±0,010	0,006±0,005	0,037±0,029	0,006±0,003

Site - "Baie des Chaleurs 2003" - Type de fond = sable-gravier

Espèce	Année 2003	du 2007	suivi 2008
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)			
Pétoncle	0,050±0,031	0,208±0,088	0,299±0,101
Crabe commun	0,011±0,009	0,011±0,003	0,030±0,011
Étoiles de mer	0,593±0,298	0,782±0,314	0,783±0,086
Homard	0,000±0,001	0,001±0,001	0,001±0,002
Chaboisseau	0,003±0,006	0,000±0,000	0,001±0,001
Plie rouge	0,008±0,006	0,010±0,006	0,003±0,002

Site - "Baie des Chaleurs 2004" - Type de fond = sable-gravier

Espèce	Année du 2003	suivi 2008
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)		
Pétoncle	0,022±0,010	0,141±0,047
Crabe commun	0,003±0,003	0,056±0,028
Étoiles de mer	0,159±0,048	0,232±0,045
Homard	0,000±0,000	0,005±0,005
Chaboisseau	0,002±0,002	0,001±0,002
Plie rouge	0,018±0,007	0,010±0,007

Site – “Baie des Chaleurs 2005” - Type de fond = sable –gravier-roches

	Année du suivi
Espèce	2004
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)	
Pétoncle	0,054±0,026
Crabe commun	0,016±0,010
Étoiles de mer	0,699±0,181
Homard	0,002±0,002
Chaboisseau	0,000±0,0001
Plie rouge	0,005±0,005

Site – “Baie des Chaleurs 2006” - Type de fond = sable-gravier

	Année du suivi
Espèce	2004
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)	
Pétoncle	0,046±0,020
Crabe commun	0,013±0,007
Étoiles de mer	0,767±0,132
Homard	0,001±0,001
Chaboisseau	0,001±0,003
Plie rouge	0,006±0,004

Site – “Miramichi 2001” – Type de fond =sable-dollars de sable

	Année du suivi			
Espèce	2001	2002	2003	2005
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)				
Pétoncle	0,009±0,006	0,042±0,031	0,047±0,035	0,089±0,035
Crabe commun	0,005±0,002	0,007±0,004	0,002±0,001	0,010±0,005
Étoiles de mer	0,034±0,012	0,011±0,015	0,095±0,106	0,090±0,100
Homard	0,001±0,001	0,004±0,002	0,001±0,002	0,000±0,000
Chaboisseau	0,001±0,001	0,006±0,006	0,000±0,00	0,001±0,002
Plie rouge	0,000±0,000	0,021±0,011	0,001±0,001	0,022±0,013

Site – “Miramichi 2003” - Type de fond = sable – dollars de sable

	Année du suivi	
Espèce	2003	2007
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)		
Pétoncle	0,052±0,135	0,011±0,009
Crabe commun	0,004±0,002	0,009±0,006
Étoiles de mer	0,023±0,016	0,009±0,012
Homard	0,000±0,001	0,001±0,002
Chaboisseau	0,000±0,001	0,000±0,001
Plie rouge	0,011±0,010	0,069±0,043

Site – “Miramichi 2005” - Type de fond = sable – dollars de sable

	Année du suivi
Espèce	2004
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)	
Pétoncle	0,019±0,015
Crabe commun	0,013±0,006
Étoiles de mer	0,009±0,012
Homard	0,001±0,002
Chaboisseau	0,000±0,000
Plie rouge	0,021±0,016

Site – “Déroit 2001” - Type de fond = sable-gravier

Espèce	Année du suivi			
	2001	2003	2005	2007
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)				
Pétoncle	0,020±0,007	0,016±0,008	0,155±0,040	0,029±0,018
Crabe commun	0,017±0,018	0,006±0,004	0,023±0,010	0,008±0,005
Étoiles de mer	0,139±0,082	0,109±0,044	0,116±0,060	0,127±0,048
Homard	0,000±0,000	0,000±0,001	0,000±0,000	0,002±0,002
Chaboisseau	0,001±0,002	0,004±0,003	0,006±0,004	0,010±0,008
Plie rouge	0,000±0,000	0,005±0,003	0,006±0,007	0,005±0,003

Site – “Déroit 2002” - Type de fond = sable-gravier

Espèce	Année du suivi
	2002
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)	
Pétoncle	0,005±0,008
Crabe commun	0,012±0,018
Étoiles de mer	0,109±0,053
Homard	0,000±0,001
Chaboisseau	0,006±0,007
Plie rouge	0,000±0,000

Site – “Déroit 2003” - Type de fond = sable-gravier

Espèce	Année du suivi		
	2002	2003	2007
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)			
Pétoncle	0,001±0,001	0,004±0,003	0,046±0,018
Crabe commun	0,036±0,022	0,008±0,006	0,017±0,011
Étoiles de mer	0,003±0,003	0,136±0,055	0,100±0,073
Homard	0,000±0,000	0,000±0,001	0,001±0,001
Chaboisseau	0,001±0,001	0,001±0,001	0,023±0,013
Plie rouge	0,001±0,018	0,004±0,003	0,006±0,006

Site – “Déroit 2005” -Type de fond = sable rocheux

Espèce	Année du suivi
	2004
Densité (#/m <sup>2</sup> ± l'écart type)	
Pétoncle	0,033±.0,021
Crabe commun	0,031±.0,023
Étoiles de mer	0,123±.0,044
Homard	0,002±.0,002
Chaboisseau	0,006±.0,005
Plie rouge	0,008±.0,006