

Les
publications
de la Direction de l'innovation
et des technologies

Rapport de recherche-développement

N° 165

Amélioration de la qualité
de la collecte du pétoncle géant
(*Placopecten magellanicus*)
par un meilleur contrôle de la
période d'immersion des
collecteurs au récif Newhall

Carole Cyr
Georges Cliche
Mélanie Bourgeois

Amélioration de la qualité
de la collecte du pétoncle
géant (*Placopecten magellanicus*)
par un meilleur contrôle de la
période d'immersion des
collecteurs au récif Newhall

Rapport de recherche-
développement n° 165

Carole Cyr
Georges Cliche
Mélanie Bourgeois

Réalisation

Marc Veillet, responsable du bureau d'édition
Julie Rousseau, agente de secrétariat

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Bureau d'édition - DIT
96, montée de Sandy Beach, bureau 2.05
Gaspé (Québec) G4X 2V6
publications.dit@mapaq.gouv.qc.ca

Pour une version gratuite (fichier pdf) de ce document, visitez notre site Internet à l'adresse suivante :
<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Peche/md/Publications/> ou écrire à l'adresse de courriel ci-dessus.

ISBN (version imprimée) : 978-2-550-53763-2
ISBN (version PDF) : 978-2-550-53764-9

Dépôt légal – Bibliothèque et archives nationales du Québec, 2008

Amélioration de la qualité de la collecte du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*)
par un meilleur contrôle de la période d'immersion des collecteurs au récif Newhall

Carole Cyr¹, Georges Cliche¹, Mélanie Bourgeois²

1. CeMIM, Cap-aux-Meules
2. Entreprise Pétoncles 2000 inc.

On doit citer ce document comme suit : Cyr C., G. Cliche, M. Bourgeois. 2008. Amélioration de la qualité de la collecte du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) par un meilleur contrôle de la période d'immersion des collecteurs au récif Newhall. MAPAQ, DIT. Rapport de R-D n° 165. 19 pages.

Résumé

Une étude a été réalisée en 2003-2004 aux Îles-de-la-Madeleine près de deux sites commerciaux de collecte (les récifs du Pearl Reef et de Newhall) afin d'évaluer, avec l'aide de deux outils, s'il était possible de cibler une période optimale d'immersion des collecteurs afin de réduire l'abondance des espèces indésirables tout en maintenant une bonne collecte de pétoncles. Les résultats obtenus sur le site du Pearl Reef ont fait l'objet d'un mémoire de maîtrise. Le présent document présente les résultats obtenus sur le site du récif Newhall. En 2003, un suivi de la ponte du pétoncle géant, déterminé par l'indice gonadosomatique (IGS), et un suivi hebdomadaire de l'abondance larvaire (1^{er} outil) ont été effectués à partir de juillet. Après le début de la ponte du pétoncle géant, la collecte de naissain a été caractérisée par l'immersion hebdomadaire de collecteurs laissés à l'eau pendant une semaine (2^e outil). D'autres collecteurs ont été immergés sur une base hebdomadaire entre la troisième et la huitième semaine après le début de la ponte. Une partie de ces collecteurs a été récupérée en décembre 2003 afin d'évaluer la collecte cumulative des différentes espèces pour six périodes d'immersion et pour comparer l'efficacité des deux outils dans la détermination de la période optimale d'immersion des collecteurs. Les autres collecteurs ont été récupérés en juin et en octobre 2004 afin d'évaluer les pertes d'organismes huit et douze mois après l'immersion des collecteurs. Les densités larvaires maximales ont été observées entre 2 et 8 m du fond pour les pétoncles (*Placopecten magellanicus*) avec $0,14 \pm 0,09$ larve/L; pour les hiatelles (*Hiatella arctica*) avec $0,5 \pm 0,2$ larve/L; pour les anomies (*Anomia* spp.) avec 5 ± 2 larves/L et pour les moules (*Mytilus edulis*) avec 29 ± 4 larves/L. Même si on détecte la présence de larves > 200 µm dans la colonne d'eau, il n'a pas été possible d'établir une relation entre l'abondance larvaire et la quantité de naissain observé dans les collecteurs. En effet, les larves de pétoncle sont toujours très peu nombreuses alors

que le naissain de pétoncle est souvent le plus abondant dans les collecteurs. Le suivi de la collecte hebdomadaire permettrait d'éviter les pics de fixation des espèces indésirables qui surviennent avant le pic de fixation des pétoncles. Les densités maximales de naissain ont été observées dans les collecteurs immergés le 13 octobre pour les pétoncles avec 548 ± 188 et pour les moules avec 3677 ± 464 ; dans les collecteurs immergés le 19 août pour les hiatelles avec 244 ± 74 , et dans les collecteurs immergés le 1^{er} octobre pour les étoiles avec 76 ± 4 . Excepté pour les moules, les derniers résultats révèlent que les pics de collecte des espèces indésirables ne sont pas tout à fait synchrones à ceux des pétoncles et que le suivi pourrait être un bon outil pour aider les producteurs à choisir le moment optimal pour immerger leurs collecteurs.

Abstract

A study was conducted in 2003-2004 in the Magdalen Islands near two commercial collection sites (Pearl Reef and Newhall), to evaluate, with the aid of two tools, if it were possible to predict the optimal collector deployment in order to reduce the abundance of the undesirable species while maintaining a high collection of scallop spat. The results obtained on the site of Pearl Reef were the subject of a master's thesis. This document contains the results obtained on the site of Newhall. In 2003, a spawning monitoring of the giant scallop adult, determined by the gonado-somatic index (GSI) and a weekly monitoring of larval abundance (first tool) were carried out starting in July. After the adult initiated their spawning, the collection of scallop spat was characterized by weekly deployment of spat collectors for one-week periods (second tool). These collectors were placed at 2, 5 and 8 m above the bottom to represent the settlement range on commercial longline. Other test collectors were deployed weekly between the third and the eighth weeks after the adult spawning initiation at 2 m above the bottom. A

Mots-clés : pétoncle, collecte, optimisation, période d'immersion, espèces indésirables

Key Words : scallop, collection, optimisation, deployment period, undesirable organisms

part of these collectors were retrieved in December 2003 to evaluate the cumulative collection of the undesirable species for these six deployment periods and to compare the effectiveness of the two tools in the determination of the optimal period of collector deployment. The other collectors were retrieved in June and October 2004 to evaluate the losses of organisms 8 and 12 months after the collector deployment. The maximum larval densities were observed between 2 and 8 m above the bottom for the scallops (*Placopecten magellanicus*) with 0.14 ± 0.09 larvae/L; for the hiatellas (*Hiatella arctica*) with 0.5 ± 0.2 larvae/L; for the anomias (*Anomia* spp.) with 5 ± 2 larvae/L and for the mussels (*Mytilus edulis*) with 29 ± 4 larvae/L. Even if the presence of larvae $> 200 \mu\text{m}$ were detected in the water column, it was not possible to establish any relation between larval abundance and the collection rates observed in the collectors. Scallop larvae were always in very low abundance whereas this species is often the most abundant in the collectors. The weekly spat monitoring would make it possible to avoid the collection peaks of the undesirable species which occur before the collection scallop peak. The maximum densities of organisms were observed in the collectors deployed on October 13 for the scallops with 548 ± 188 and for the mussels with 3677 ± 464 ; in the collectors deployed on August 19 for the hiatellas with 244 ± 74 , and in the collectors deployed on October 1 for stars with 76 ± 4 . Except for the mussels, the latter results reveal that the collection peaks of the undesirable species are not completely synchronous with that of the scallops and that this monitoring could be a good tool to help the producers to choose the optimal moment to deploy their collectors.

Table des matières

1. Mise en contexte	1
2. Matériel et méthodes	1
2.1 Localisation du site d'étude	1
2.2 Données environnementales	1
2.3 Suivi de la ponte du pétoncle géant.....	1
2.4 Suivi de l'abondance larvaire	1
2.5 Suivi hebdomadaire de la collecte	1
2.6 Suivi cumulatif de la collecte.....	2
2.7 Taux de récupération des organismes dans les collecteurs	3
2.8 Analyses statistiques	3
3. Résultats	3
3.1 Données environnementales	3
3.1.1 Température	3
3.1.2 Courant	3
3.1.3 Concentration en chlorophylle <i>a</i>	4
3.2 Suivi de la ponte du pétoncle géant.....	4
3.3 Suivi de l'abondance larvaire	4
3.3.1 Échantillonnage entre 0 et 15 m de la surface	4
3.3.2 Échantillonnage entre 2 et 8 m du fond.....	5
3.4 Suivi hebdomadaire de la collecte	6
3.5 Suivi cumulatif de la collecte.....	8
3.5.1 Première récupération des collecteurs (6 décembre 2003).....	8
3.5.2 Deuxième récupération des collecteurs (8 juin 2004)	9
3.5.3 Troisième récupération des collecteurs (5 octobre 2004).....	14
3.6 Pertes d'organismes dans les collecteurs.....	14
4. Discussion	18
5. Remerciements	20
6. Références	20

Liste des figures

Figure 1. Localisation des stations expérimentales des suivis de la collecte hebdomadaire et cumulative; du suivi de l'abondance larvaire; du suivi de la ponte sur le fond du Sud-Ouest et de la Chaîne de la Passe et des sites commerciaux de collecte du récif Newhall et du Pearl Reef aux Îles-de-la-Madeleine en 2003.....	2
Figure 2. Température moyenne (°C) à 2 m (Vemco), 8 m (Hobo) et 15 m (Hobo) du fond aux sites A) du récif Newhall et B) du Pearl Reef en 2003. La zone en jaune indique la période de ponte de <i>Placopecten magellanicus</i> sur le fond du Sud-Ouest.	4
Figure 3. A) Vitesse du courant (cm/s) et B) Fréquence relative du courant (%) se dirigeant vers différentes directions durant la période larvaire du pétoncle géant du 26 août au 5 novembre 2003. Le courantomètre S4 a été placé entre le site du Pearl Reef et celui du récif Newhall (fréquence de lecture = 10 minutes).....	5
Figure 4. Concentration en chlorophylle <i>a</i> (µg/l) (moyenne ± erreur type) en surface (entre 0 et 15 m) et au fond (entre 2 et 8 m) aux sites A) du récif Newhall et B) du Pearl Reef en 2003. La zone en jaune indique la période de ponte de <i>Placopecten magellanicus</i> sur le fond du Sud-Ouest	6
Figure 5. Suivi de l'indice gonado-somatique (IGS) (moyenne ± erreur type) en 2003 sur le fond du Sud-Ouest et sur la Chaîne de la Passe.	6
Figure 4. Concentration en chlorophylle <i>a</i> (µg/l) (moyenne ± erreur type) en surface (entre 0 et 15 m) et au fond (entre 2 et 8 m) aux sites A) du récif Newhall et B) du Pearl Reef en 2003. La zone en jaune indique la période de ponte de <i>Placopecten magella</i>	6

Figure 6.	Suivi larvaire en 2003, nombre de larves (moyenne \pm erreur type) par litre prélevé à l'aide du filet à plancton entre 0 et 15 m de la surface (échelle de droite pour les moules et les anomies) aux sites (A) du récif Newhall et (B) du Pearl Reef (B).....	8
Figure 7.	Suivi larvaire en 2003, nombre de larves (moyenne \pm erreur type) par litre pompé entre 2 et 8 m du fond (échelle de droite pour les moules) sur les sites A) du récif Newhall et B) du Pearl Reef.	9
Figure 8.	Nombre de larves > 200 μ m (moyenne \pm erreur type) par litre d'eau de mer pompé entre 2 et 8 m du fond (échelle de droite pour les moules) au site du récif Newhall en 2003.....	10
Figure 9.	Nombre de pétoncles juvéniles (moyenne \pm erreur type) par collecteur immergé à 2, 5 et 8 m du fond pour une période approximative d'une semaine (échelle de droite pour les moules) au site du récif Newhall en 2003.....	12
Figure 10.	Indice gonadosomatique (moyenne \pm erreur type) en 2003 aux sites du fond du Sud-Ouest et de la Chaîne de la Passe et pétoncles dénombrés dans les collecteurs (2 m) sur les sites du Pearl Reef (ligne pleine) et du récif Newhall (ligne pointillée).....	14

Liste des tableaux

Tableau 1.	Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'échantillonnage et de la profondeur (entre 2 et 8 m du fond et entre 0 et 15 m de la surface) sur la densité larvaire au site du récif Newhall en 2003.....	3
Tableau 2.	Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'échantillonnage sur la densité larvaire au site du récif Newhall en 2003. Chaque profondeur (entre 2 et 8 m du fond et entre 0 et 15 m de la surface) a été examinée séparément. Pour chaque comparaison, dl = 11 et 24 (fond anomie); dl = 15 et 32 (fond hiatelle); dl = 6 et 14 (fond pétoncle); dl = 16 et 34 (fond moule); dl = 12 et 24 (surface anomie); dl = 11 et 22 (surface hiatelle); dl = 9 et 18 (surface pétoncle); dl = 17 et 33 (surface moule).....	3
Tableau 3.	Nombre de larves (moyenne \pm erreur type) par litre d'eau de mer échantillonné avec un filet à plancton entre 0 et 15 m de la surface et pompé entre 2 et 8 m du fond au site du récif Newhall en 2003.....	7
Tableau 4.	Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion des collecteurs et de la profondeur (2, 5 et 8 m du fond) sur la collecte hebdomadaire au site du récif Newhall en 2003.....	10
Tableau 5.	Nombre d'individus (moyenne \pm erreur type) par collecteur immergé à différentes profondeurs (2, 5, et 8 m du fond) pour une période d'environ une semaine au site du récif Newhall en 2003.....	11
Tableau 6.	Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion et de la date de récupération sur la collecte cumulative au site du récif Newhall en 2003-2004. Il n'y a pas de résultat pour les étoiles parce que l'abondance était souvent = 0.....	13
Tableau 7.	Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion sur la collecte cumulative au site du récif Newhall en 2003. Les collecteurs sont récupérés le 6 décembre 2003. Pour chaque comparaison, dl = 5 et 22. Il n'y a pas d'analyse de variance pour les étoiles parce que l'abondance était souvent = 0.....	13
Tableau 8.	Nombre d'individus (moyenne \pm erreur type) par collecteur immergé en 2003 et récupéré le 6 décembre 2003 au site du récif Newhall.....	14
Tableau 9.	Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion sur la collecte cumulative au site du récif Newhall en 2003. Les collecteurs sont récupérés le 8 juin 2004. Pour chaque comparaison, dl = 5 et 25.....	15
Tableau 10.	Nombre d'individus (moyenne \pm erreur type) par collecteur immergé en 2003 et récupéré le 8 juin 2004 au site du récif Newhall.....	15
Tableau 11.	Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion sur la collecte cumulative au site du récif Newhall en 2003. Les collecteurs sont récupérés le 5 octobre 2004. Pour chaque comparaison, dl = 3 et 16.....	15
Tableau 12.	Nombre d'individus (moyenne \pm erreur type) par collecteur immergé en 2003 et récupéré le 5 octobre 2004 au site du récif Newhall.....	15
Tableau 13.	Résultats des analyses de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date de récupération (décembre 2003, juin 2004 et octobre 2004) sur la collecte cumulative des pétoncles et des espèces indésirables au site du récif Newhall en 2003-2004. Pour chaque comparaison, dl = 2 et 12.....	16
Tableau 14.	Nombre de pétoncles et autres espèces indésirables (moyenne \pm erreur type) et taux de perte des pétoncles dans les collecteurs immergés le 15 septembre 2003, date hâtive d'immersion des collecteurs, le 29 septembre, date intermédiaire et le 13 octobre 2003, date tardive au site du récif Newhall.....	17
Tableau 15.	Hauteur de la coquille (mm) (moyenne \pm erreur type) du pétoncle et des autres bivalves indésirables et taux de croissance du pétoncle dans les collecteurs immergés le 15 septembre 2003, date hâtive d'immersion des collecteurs, le 29 septembre, date intermédiaire et le 13 octobre 2003, date tardive au site du récif Newhall.....	17

Amélioration de la qualité de la collecte du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) par un meilleur contrôle de la période d'immersion des collecteurs sur le récif Newhall

1. Mise en contexte

D'année en année, des organismes indésirables comme les hiatelles (*Hiatella arctica*), les moules (*Mytilus edulis*), les anomies (*Anomia* spp.) et les étoiles de mer (*Asterias vulgaris*), se fixent sur les collecteurs en même temps que les jeunes pétoncles. En croissant, ces organismes peuvent ; i) entrer en compétition avec les jeunes pétoncles pour la nourriture et l'espace et ralentir ainsi leur croissance (Parsons, 1994; Fréchette *et al.*, 2000); ii) provoquer une augmentation de la mortalité des pétoncles par la prédation par les étoiles de mer à l'intérieur du collecteur (Naidu et Scaplen, 1979; Naidu *et al.*, 1981; Nadeau et Cliche, 2002; Nadeau *et al.*, 2003) et par l'entassement des organismes au fond des collecteurs (Dadswell, 2000; Ross *et al.*, 2002) et iii) ralentir la circulation d'eau à travers le maillage du collecteur et réduire ainsi l'apport en oxygène et en nourriture (Claerebout *et al.*, 1994). De plus, quand ils sont abondants, ces organismes indésirables ajoutent du poids aux collecteurs. Cette surcharge diminue la flottabilité des filières (Dadswell, 2000) et peut entraîner l'affaissement des collecteurs sur le fond. Certains collecteurs sont alors endommagés, ce qui provoque des pertes importantes de pétoncles. Enfin, lorsque les organismes indésirables sont abondants, la manipulation et le nettoyage des filières et des collecteurs prennent plus de temps ce qui fait augmenter les coûts d'opération. L'impact final de la surabondance des organismes indésirables est donc une diminution des profits de l'entreprise (Dadswell, 2000; Denyse Hébert, Pétoncles 2000, pers. comm.). C'est pourquoi il importe de réduire au minimum l'abondance des organismes indésirables sur les collecteurs de pétoncle.

Le présent document vise à présenter les résultats obtenus lors du suivi des données environnementales, du suivi de la ponte du pétoncle géant, du suivi de l'abondance larvaire, du suivi hebdomadaire de la collecte et du suivi cumulatif de la collecte des pétoncles et des espèces indésirables réalisés en 2003 au site du récif Newhall. Ces travaux ont été effectués en parallèle avec ceux du site du Pearl Reef dans le cadre d'un projet de maîtrise en océanographie. Les observations pour les deux sites seront présentées, mais on s'attardera surtout au site du récif Newhall dans le cadre de cette étude. Les résultats obtenus sur le site du Pearl Reef ont déjà été publiés et serviront, dans la présente étude, de point de comparaison.

2. Matériel et méthodes

2.1 Localisation du site d'étude

La présente étude a été réalisée aux Îles-de-la-Madeleine en milieu ouvert près des sites commerciaux de captage du Pearl Reef (30 à 32 m de profondeur) et du récif Newhall (28 à 30 m de profondeur) et sur deux fonds naturels de pétoncles adultes (fond du Sud-Ouest et Chaîne de la Passe) (figure 1).

2.2 Données environnementales

Trois thermographes ont été mouillés à 2, 8 et 15 m du fond de juin à décembre 2003 au site du récif Newhall et un courantomètre de type S4 a été placé à 2 m du fond durant la même

période entre les sites commerciaux de captage du Pearl Reef et du récif Newhall. Des profils verticaux hebdomadaires de température ont été effectués sur ce même site à l'aide d'une sonde CSTD entre les mois de septembre et de décembre 2003 afin de vérifier la présence ou l'absence d'une thermocline. Durant cette même période, des échantillons d'eau ont été prélevés une fois par semaine à l'aide d'une pompe submersible entre 2 et 8 m du fond et d'un filet à plancton entre 0 et 15 m du fond. Des analyses en laboratoire ont permis d'évaluer leur teneur en chlorophylle *a*.

2.3 Suivi de la ponte du pétoncle géant

La période de ponte a été suivie sur deux gisements naturels de pétoncle, soit le fond du Sud-Ouest et le fond de la Chaîne de la Passe. Ce suivi a été réalisé entre la fin du mois de juillet et la mi-septembre 2003. La période de ponte a été déterminée au moyen d'un suivi hebdomadaire de l'indice gonadosomatique (IGS). Cet indice représente le rapport en pourcentage du poids humide de la gonade sur celui des autres parties molles du pétoncle. Les vingt géniteurs (ratio 1:1, mâle et femelle) utilisés pour les IGS ont été récupérés avec une drague Digby.

2.4 Suivi de l'abondance larvaire

Un suivi de l'abondance larvaire a été réalisé une fois par semaine entre le 4 juillet et le 29 octobre 2003 à trois stations au site du récif Newhall avec un filet à plancton (maillage de 80 µm; diamètre de l'ouverture de 0,785 m²) tiré verticalement entre 15 et 0 m de la surface. En parallèle, un volume connu variant entre 1 000 et 1 100 litres d'eau de mer a été échantillonné avec une pompe submersible (débit de 16,1 L/s) entre 2 et 8 m du fond. Ces profondeurs sont celles auxquelles les collecteurs commerciaux sont immergés. Les échantillons de larves ont été gardés dans l'eau de mer jusqu'à l'analyse. Les larves de *Placopecten magellanicus* et de quatre espèces indésirables : *H. arctica*, *M. edulis*, *Anomia* spp. et *A. vulgaris* (Brulotte et Giguère, 2005; Cliche et Cyr, 2005) ont été identifiées et dénombrées à l'intérieur d'une période de 24 heures. Un sous-échantillon de trente larves de chaque espèce à chaque station a aussi été mesuré (la plus grande longueur pour les bivalves et les étoiles) à 100x avec l'analyseur d'images Bioquant IV Leica. Toutes les larves ont été mesurées lorsque leur nombre était inférieur à trente individus dans l'échantillon.

2.5 Suivi hebdomadaire de la collecte

Le suivi hebdomadaire de la collecte a été réalisé sur le site de captage commercial du récif Newhall. La profondeur de la colonne d'eau sur ce site varie entre 28 et 30 m. Une fois par semaine à partir du 19 août 2003, neuf capteurs ont été immergés sur ce site. Ces capteurs ont été placés à 2, 5 et 8 m du fond à raison de trois capteurs par niveau. Les capteurs ont été récupérés la semaine suivant leur immersion. La collecte hebdomadaire a été suivie pendant onze semaines. Les collecteurs ont été nettoyés avec un jet d'eau douce et

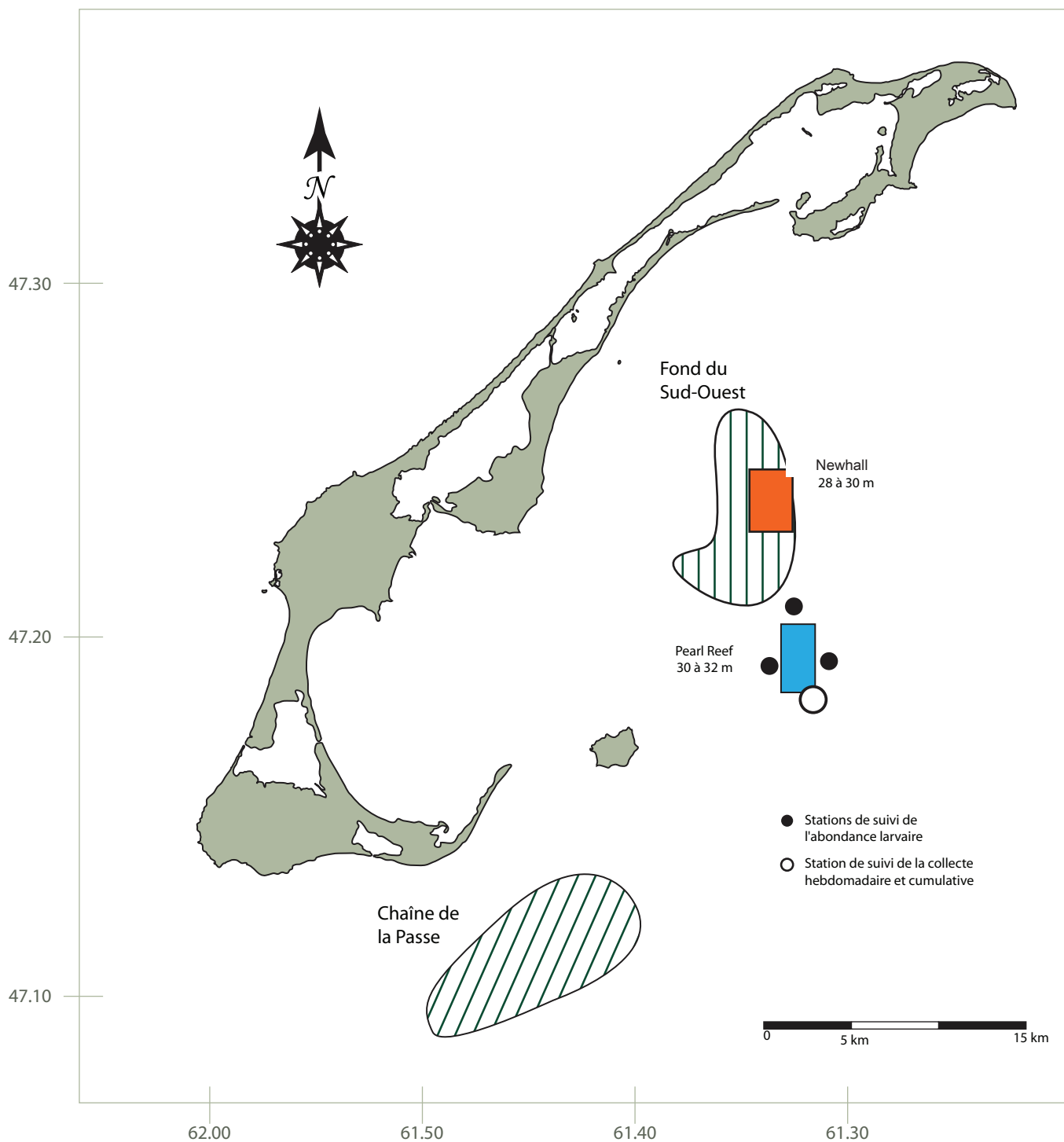


Figure 1. Localisation des stations expérimentales des suivis de la collecte hebdomadaire et cumulative; du suivi de l'abondance larvaire; du suivi de la ponte sur le fond du Sud-Ouest et de la Chaîne de la Passe et des sites commerciaux de collecte du récif Newhall et du Pearl Reef aux Îles-de-la-Madeleine en 2003.

le contenu de ces collecteurs a été placé dans de l'éthanol à 85 % jusqu'à l'analyse. L'analyse comprenait le dénombrement des pétoncles et des principales espèces indésirables (*M. edulis*, *H. arctica*, *Anomia* spp. et *A. vulgaris*). Un sous-échantillon de trente individus par espèce et par collecteur a été mesuré.

2.6 Suivi cumulatif de la collecte

Trois séries de cinq collecteurs ont été immergés chaque semaine, et ce, pendant six semaines consécutives soit, entre la 3^e (15 septembre) et la 8^e semaine (20 octobre) suivant le début de la ponte du pétoncle géant. Les collecteurs ont été suspendus sur une filière à une profondeur de 2 m du fond. Pour évaluer le succès de collecte initiale pour chaque date

Tableau 1. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'échantillonnage et de la profondeur (entre 2 et 8 m du fond et entre 0 et 15 m de la surface) sur la densité larvaire au site du récif Newhall en 2003.

Espèce	Source de variation	dl	F	p
Pétoncle ^Δ	Date échantillonnage	8	5,96	< 0,0001
	Profondeur	1	5,76	0,0220
	Date échan.* Prof.	8	3,06	0,0104
	Erreur	34		
Hiatelle ^Δ	Date échantillonnage	15	2,64	0,0038
	Profondeur	1	12,46	0,0008
	Date échan.* Prof.	15	1,37	0,1891
	Erreur	62		
Moule ^Δ	Date échantillonnage	16	17,51	< 0,0001
	Profondeur	1	154,39	< 0,0001
	Date échan.* Prof.	16	7,59	< 0,0001
	Erreur	65		
Anomie ^Δ	Date échantillonnage	11	15,21	< 0,0001
	Profondeur	1	30,08	< 0,0001
	Date échan.* Prof.	11	4,28	0,0002
	Erreur	46		

Note. dl: degré de liberté; Δ: données transformées en racine carrée.

d'immersion, une des trois séries de cinq collecteurs, immergés à chacune des six dates, a été récupérée le 5 décembre 2003 pour un total de 30 collecteurs. Les collecteurs ont été nettoyés sous pression avec de l'eau douce et le contenu de ces collecteurs a été placé dans de l'éthanol à 85 % jusqu'à l'analyse. L'analyse comprenait le dénombrement des pétoncles et des principales espèces indésirables (*M. edulis*, *H. arctica*, *Anomia* spp. et *A. vulgaris*). Un sous-échantillon de trente individus par espèce et par collecteur a été mesuré.

2.7 Taux de récupération des organismes dans les collecteurs

Pour caractériser les taux de récupération des organismes dans les collecteurs en fonction du temps, la deuxième série de trente collecteurs a été récupérée le 2 juin 2004 et la dernière série, le 5 octobre 2004. Les collecteurs ont été traités et analysés comme ceux de décembre 2003 sauf qu'en octobre 2004, le dénombrement des organismes a été réalisé sur un sous-échantillon représentant 1/8 du poids humide total des organismes contenus dans chaque collecteur.

Le taux de récupération des pétoncles et des moules a été calculé entre la 1^{re} et la 2^e date de relevé et aussi entre la 2^e et la 3^e date de relevé des collecteurs.

Le taux de croissance journalière du pétoncle (hauteur de la coquille perpendiculaire à la charnière) a été calculé selon l'équation suivante:

$$\text{Taux de croissance journalier} = \frac{H_f - H_i}{n \text{ jours}}$$

où H_f = Hauteur finale (mm), H_i = Hauteur initiale (mm) et n jours = nombre de jours entre le début et la fin de la période donnée.

2.8 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été faites à partir du logiciel *Systat*, version 10.2. Ces analyses ont été vérifiées par le Service en consultation statistique de l'Université Laval avec le logiciel SAS.

Pour le suivi hebdomadaire de la collecte aussi bien que pour le suivi de la collecte cumulative, une analyse de variance à deux facteurs (date du suivi et profondeur pour le suivi hebdomadaire; date d'immersion et date de récupération pour le suivi cumulatif) et ensuite une ANOVA à un facteur (date du suivi à chacune des profondeurs pour le suivi hebdomadaire; date d'immersion à chacune des dates de récupération pour le suivi cumulatif) ont été réalisées sur les données de dénombrement du pétoncle géant, de la moule bleue, de la hiatelle, de l'anomie

Tableau 2. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'échantillonnage sur la densité larvaire au site du récif Newhall en 2003. Chaque profondeur (entre 2 et 8 m du fond et entre 0 et 15 m de la surface) a été examinée séparément. Pour chaque comparaison, dl= 11 et 24 (fond anomie); dl = 15 et 32 (fond hiatelle); dl = 6 et 14 (fond pétoncle); dl = 16 et 34 (fond moule); dl = 12 et 24 (surface anomie); dl = 11 et 22 (surface hiatelle); dl = 9 et 18 (surface pétoncle); dl = 17 et 33 (surface moule).

Profondeur	Espèce	F	p
Fond	Pétoncle ^Δ	3,28	0,0315
	Moule ^Δ	12,43	< 0,0001
	Anomie ^Δ	7,01	< 0,0001
	Hiatelle ^Δ	1,43	0,1928
Surface	Pétoncle ^Δ	4,79	0,0023
	Moule ^Δ	12,26	< 0,0001
	Anomie ^Δ	11,09	< 0,0001
	Hiatelle ^Δ	4,43	0,0015

Note. dl: degré de liberté; Δ: données transformées en racine carrée;

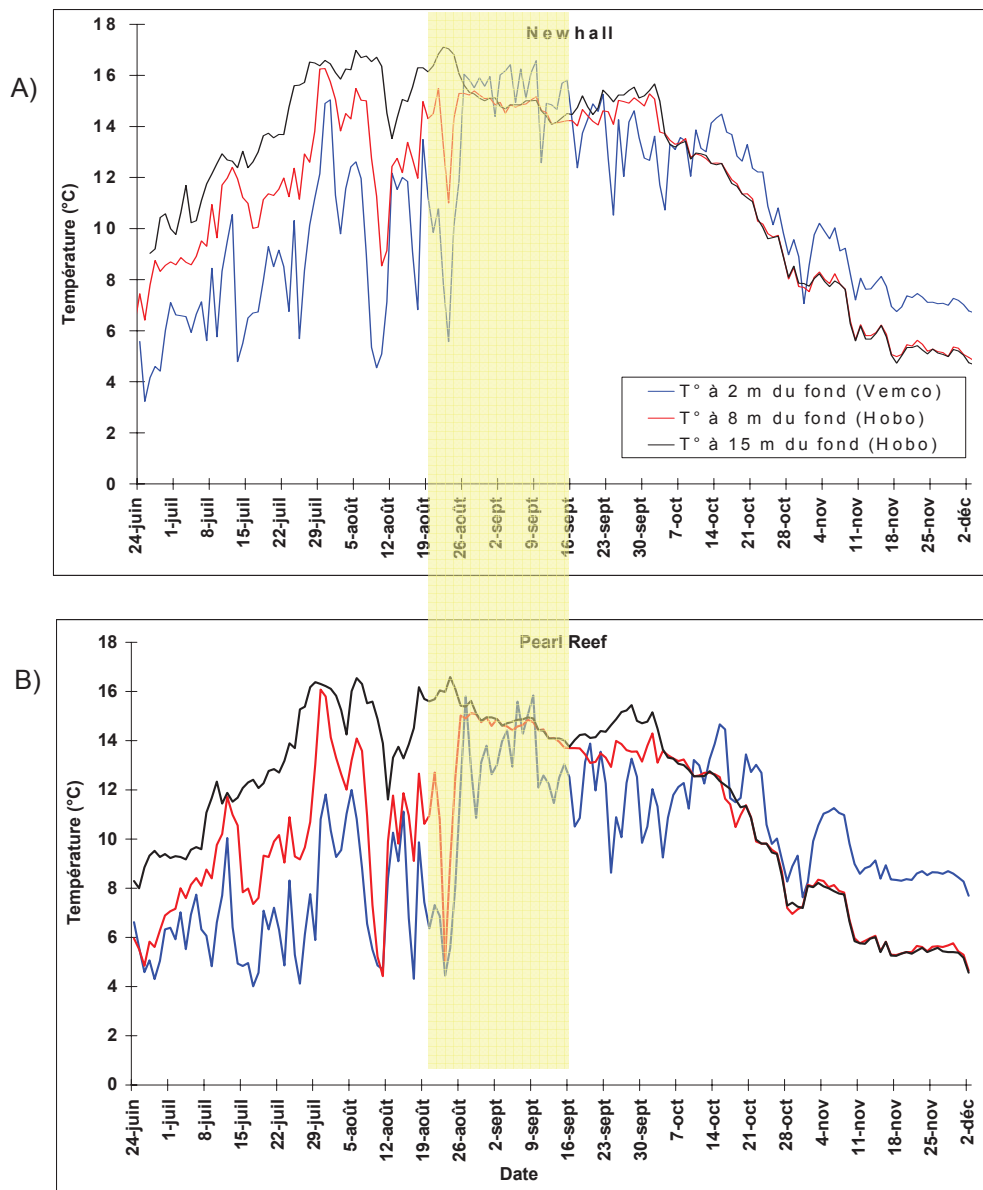


Figure 2. Température moyenne (°C) à 2 m (Vemco), 8 m (Hobo) et 15 m (Hobo) du fond aux sites A) du récif Newhall et B) du Pearl Reef en 2003. La zone en jaune indique la période de ponte de *Placopecten magellanicus* sur le fond du Sud-Ouest.

et de l'étoile de mer. Lorsque des différences significatives ont été détectées, un test *post hoc* a été fait selon la procédure de Tuckey. Les données de dénombrement ont été transformées en \log_{10} ou en racine carrée si nécessaire avant l'analyse statistique afin de satisfaire l'hypothèse d'homogénéité des variances (selon le test de Levene) et d'améliorer l'hypothèse de normalité (selon le test de Kolmogorov-Smirnov).

3. Résultats

3.1 Données environnementales

3.1.1 Température

Les températures enregistrées sur le site expérimental du récif Newhall montrent des variations importantes au cours de la période échantillonnée notamment entre le 8 et le 27 août et principalement aux plus grandes profondeurs soit à 8 m et à 2 m du fond (figure 2A). Des écarts semblables à ceux du site

du Pearl Reef ont été enregistrés sur le site du récif Newhall entre le 17 et le 18 août alors que la température est passée de 6,8 °C à 13,5 °C. La température a ensuite atteint 5,6 °C le 23 août puis est remontée à 16,1 °C trois jours plus tard, soit le 26 août. La température à 15 m du fond a varié de façon saisonnière pour les deux sites, mais aucun écart important n'a été noté (figure 2A et 2B).

3.1.2 Courant

Durant la période de fortes variations de la température de l'eau, les courants enregistrés entre le site du récif Newhall et celui du Pearl Reef pour la semaine du 11 au 17 août et du 18 au 24 août ne sont pas dominants dans une direction, mais sont relativement égaux en fréquence pour toutes les directions. La force moyenne des courants a varié entre 6,4 et 10,7 cm/s pour la première semaine et entre 2,1 et 12,0 cm/s pour la deuxième semaine. Si on compare avec les semaines

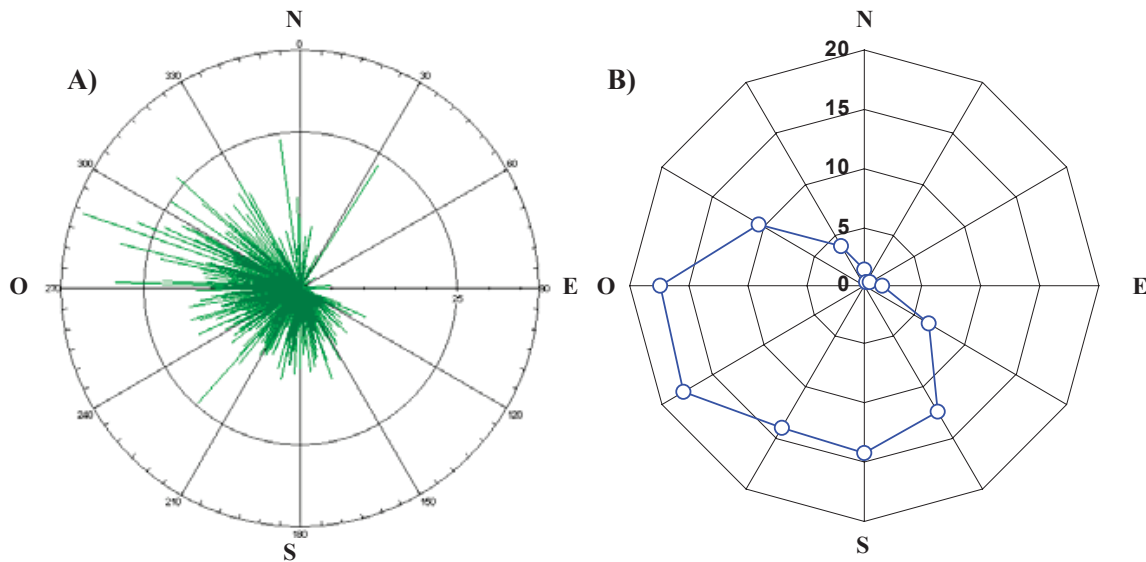


Figure 3. A) Vitesse du courant (cm/s) et B) Fréquence relative du courant (%) se dirigeant vers différentes directions durant la période larvaire du pétoncle géant du 26 août au 5 novembre 2003. Le courantomètre S4 a été placé entre le site du Pearl Reef et celui du récif Newhall (fréquence de lecture = 10 minutes)

précédentes, du 30 juillet au 3 août et du 4 au 10 août, les courants étaient plutôt dominants vers la direction sud-ouest à nord-ouest (225° à 315°). Les courants ont ensuite été dominants en direction ouest, sud-ouest entre le 25 août et le 21 septembre à une vitesse moyenne de 7 à 8 cm/s pour ensuite être principalement orientés entre les directions sud et sud-ouest (180 à 225°) pour la période du 22 septembre au 5 octobre. Par la suite, entre le 6 octobre et le 2 novembre, les courants sont demeurés principalement dirigés vers le nord-ouest (315°) et étaient relativement forts soit entre 8,9 cm/s et 12,2 cm/s. La figure 3 représente la vitesse et la direction du courant du 26 août au 5 novembre 2003.

3.1.3 Concentration en chlorophylle *a*

La concentration en chlorophylle *a* a été similaire sur les deux sites et était légèrement plus élevée près du fond comparativement à la surface (figure 4). La concentration en chlorophylle *a* dans la couche d'eau inférieure au site du récif Newhall est passée de 1,0 à 0,5 µg/l entre le 12 et le 18 août pour ensuite remonter le 2 septembre à 1,5 µg/l (figure 4A). Comme pour le site du récif Newhall, la concentration en chlorophylle *a* sur le site du Pearl Reef avait diminué de près de 50 % en profondeur entre le 12 et le 18 août passant de 1,3 µg/l à 0,7 µg/l pour ensuite remonter à 1,5 µg/l au début septembre (figure 4B). Le maximum a été atteint le 6 octobre avec une concentration de 1,8 µg/l sur le site du récif Newhall et de 1,7 µg/l sur le site du Pearl Reef.

Les concentrations en chlorophylle *a* de la couche supérieure aux deux sites expérimentaux ont varié de 0,8 à 0,4 µg/l entre le 7 et le 18 août pour ensuite remonter le 2 septembre à 1,1 µg/l. La concentration maximale a été observée le 1^{er} octobre avec 1,5 µg/l sur le site du récif Newhall et le 8 octobre avec 1,8 µg/l sur celui du Pearl Reef. Contrairement au site du récif Newhall, la chlorophylle *a* en surface sur le site du Pearl Reef, a été plus élevée que celle près du fond à quelques reprises durant le suivi.

3.2 Suivi de la ponte du pétoncle géant

Selon l'indice gonado-somatique, une ponte synchrone sur le site de la Chaîne de la Passe et sur le fond du Sud-Ouest a débuté entre le 19 août et le 26 août et s'est poursuivie jusqu'à la mi-septembre. L'indice gonado-somatique a été légèrement plus élevé pour les individus du fond du Sud-Ouest avec un indice maximum de 47,5 % comparé à 40,4 % pour les pétoncles de la Chaîne de la Passe. Les indices atteints le 15 septembre étaient respectivement de 17,1 % et 11,9 % (figure 5).

3.3 Suivi de l'abondance larvaire

Il y a une interaction significative entre la date d'échantillonnage et la profondeur sur l'abondance larvaire pour les pétoncles, les moules et les anomies (tableau 1). Par contre, pour les hiatelles, il n'y a pas d'interaction significative. Cependant, l'abondance de larves de hiatelles diffère significativement selon les différentes dates d'échantillonnage et la profondeur.

Puisque qu'il y a une interaction significative entre la date d'échantillonnage et la profondeur pour les pétoncles, les moules et les anomies, une analyse de variance à un facteur a été réalisée pour chacune de ces espèces afin de comparer leur abondance selon la date d'échantillonnage pour chacune des profondeurs prise séparément (tableau 2). L'abondance larvaire a varié significativement avec le temps pour les pétoncles, les moules et les anomies entre 2 et 8 m du fond et entre 0 et 15 m de la surface alors qu'elle a varié seulement entre 0 et 15 m de la surface pour les hiatelles (tableau 2)

3.3.1 Échantillonnage entre 0 et 15 m de la surface

Au site du récif Newhall, le nombre de larves par litre entre 0 et 15 m est plus élevé pour les moules et les anomies en comparaison avec les pétoncles et les hiatelles (figure 6). Aucune larve d'étoile n'a été observée durant tout le suivi. En ce qui concerne

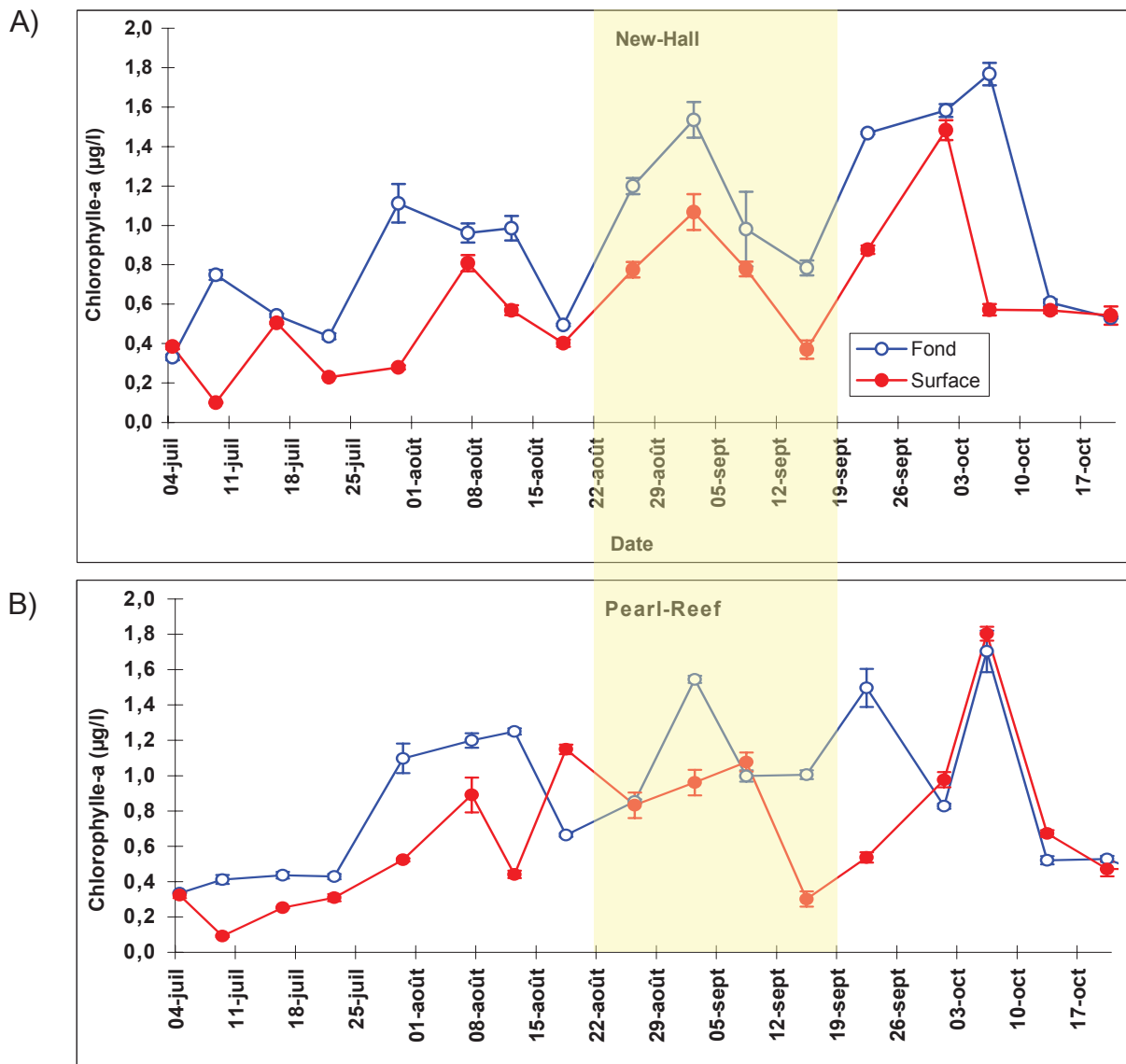


Figure 4. Concentration en chlorophylle a (µg/l) (moyenne ± erreur type) en surface (entre 0 et 15 m) et au fond (entre 2 et 8 m) aux sites A) du récif Newhall et B) du Pearl Reef en 2003. La zone en jaune indique la période de ponte de *Placopecten magellanicus* sur le fond du Sud-Ouest.

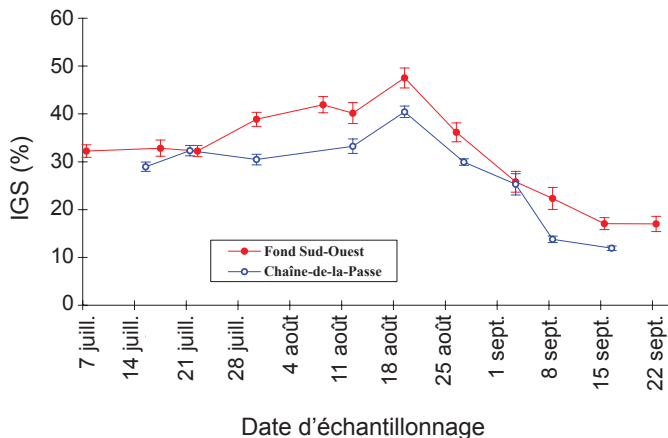


Figure 5. Suivi de l'indice gonado-somatique (IGS) (moyenne ± erreur type) en 2003 sur le fond du Sud-Ouest et sur la Chaîne de la Passe.

les pétoncles, deux pics ont été observés : le 8 septembre avec $0,02 \pm 0,01$ larve/L et le 13 octobre avec $0,03 \pm 0,01$ larve/L. Comme sur le site du Pearl Reef, très peu de larves de pétoncle ont été trouvées dans les échantillons du site du récif Newhall en comparaison avec les autres espèces associées (tableau 3 et figure 6).

Pour les moules, cinq pics ont été observés : le 4 juillet avec $2,8 \pm 1,0$ larves/L; le 12 août avec $1,6 \pm 0,8$ larve/L; le 4 septembre avec $1,8 \pm 0$ larve/L; le 22 septembre avec $5,2 \pm 1,9$ larves/L et le 13 octobre avec $3,7 \pm 1,2$ larves/L. Plus de larves de moules ont été observées sur le site du récif Newhall que sur celui du Pearl Reef à ces profondeurs (tableau 3, figure 6).

Trois pics d'anomies ont été observés au site du récif Newhall : le 2 septembre avec $1,0 \pm 0,1$ larve/L; le 22 septembre avec $4,1 \pm 1,1$ larves/L et le 13 octobre avec $2,9 \pm 1,1$ larves/L. Trois pics de hiatelles ont également été observés : le 2 septembre

Tableau 3. Nombre de larves (moyenne \pm erreur type) par litre d'eau de mer échantillonné avec un filet à plancton entre 0 et 15 m de la surface et pompé entre 2 et 8 m du fond au site du récif Newhall en 2003.

Profondeur	Date	Anomie	Hiatelle	Moule	Pétoncle
Surface	Juillet 4	0	0	2,81 \pm 0,90 ^{abc}	0
	Juillet 9	0	0,008 \pm 0,005	0,12 \pm 0,03 ^{gh}	0
	Juillet 16	0	0	0,04 \pm 0,01 ^h	0
	Juillet 22	0	0	0,02 \pm 0,01 ^h	0
	Juillet 30	0	0	0,03 \pm 0,01 ^h	0
	Août 7	0,01 \pm 0,01 ^e	0	0,04 \pm 0,01 ^h	0
	Août 12	0,05 \pm 0,06 ^{de}	0,003 \pm 0,003 ^d	1,55 \pm 0,77 ^{cde}	0
	Août 19	0,05 \pm 0,02 ^{de}	0 ^d	0,03 \pm 0,01 ^h	0
	Août 26	0,16 \pm 0,01 ^{cde}	0,008 \pm 0,005 ^{cd}	0,71 \pm 0,05 ^{efg}	0,003 \pm 0,003 ^{cde}
	Septembre 2	1,01 \pm 0,70 ^{bc}	0,115 \pm 0,045 ^{abc}	1,59 \pm 0,30 ^{cde}	0,007 \pm 0,003 ^{bcd}
	Septembre 8	0,43 \pm 0,11 ^{bcd}	0 ^d	1,73 \pm 0,19 ^{cde}	0,015 \pm 0,007 ^{abc}
	Septembre 15	0,31 \pm 0,15 ^{cde}	0,003 \pm 0,003 ^d	0,20 \pm 0,03 ^{gh}	0 ^e
	Septembre 22	4,09 \pm 2,17 ^a	0,116 \pm 0,054 ^a	5,22 \pm 1,88 ^a	0,002 \pm 0,001 ^{cde}
	Octobre 1	0,82 \pm 0,77 ^{bc}	0,065 \pm 0,020 ^{ab}	2,32 \pm 0,46 ^{bcd}	0,006 \pm 0,001 ^{bcd}
	Octobre 6	1,32 \pm 0,78 ^b	0,023 \pm 0,012 ^{bcd}	0,98 \pm 0,23 ^{def}	0,009 \pm 0,002 ^{bc}
	Octobre 13	2,93 \pm 1,85 ^a	0,040 \pm 0,007 ^{abc}	3,68 \pm 1,23 ^{ab}	0,029 \pm 0,009 ^a
	Octobre 20	1,17 \pm 0,56 ^b	0,088 \pm 0,042 ^{ab}	1,76 \pm 0,27 ^{bde}	0,019 \pm 0,005 ^{ab}
Octobre 29	0,19 \pm 0,02 ^{cde}	0,057 \pm 0,016 ^{abc}	0,09 \pm 0,03 ^{gh}	0,001 \pm 0,001 ^{de}	
Fond	Juillet 4	0	0	2,83 \pm 0,89 ^{def}	0
	Juillet 9	0	0,30 \pm 0,30	13,17 \pm 3,04 ^b	0
	Juillet 16	0	0,22 \pm 0,11	0,63 \pm 0,29 ^g	0
	Juillet 22	0	0,29 \pm 0,19	0,37 \pm 0,18 ^g	0
	Juillet 30	0	0	0,59 \pm 0,31 ^g	0
	Août 7	0,03 \pm 0,03 ^g	0,15 \pm 0,15	5,56 \pm 2,60 ^{cde}	0
	Août 12	0,18 \pm 0,05 ^{fg}	0,09 \pm 0,05	2,95 \pm 0,57 ^{def}	0
	Août 19	1,02 \pm 0,57 ^{def}	0,03 \pm 0,03	3,36 \pm 0,60 ^{de}	0
	Août 26	1,13 \pm 0,19 ^{cde}	0	6,64 \pm 2,48 ^{cd}	0
	Septembre 2	2,07 \pm 0,29 ^{bode}	0	10,49 \pm 5,77 ^{bc}	0
	Septembre 8	2,42 \pm 0,88 ^{abcd}	0,03 \pm 0,03	28,97 \pm 4,49 ^a	0,11 \pm 0,06 ^a
	Septembre 15	2,56 \pm 0,42 ^{abc}	0,09 \pm 0,05	5,96 \pm 0,73 ^{cd}	0,01 \pm 0,01 ^b
	Septembre 22	1,63 \pm 0,53 ^{bode}	0,42 \pm 0,22	15,23 \pm 4,64 ^b	0,01 \pm 0,01 ^b
	Octobre 1	4,64 \pm 1,84 ^a	0,50 \pm 0,19	10,16 \pm 3,99 ^b	0,14 \pm 0,09 ^a
	Octobre 13	3,26 \pm 0,97 ^{ab}	0,11 \pm 0,03	3,46 \pm 0,07 ^{de}	0,06 \pm 0,02 ^{ab}
	Octobre 20	1,32 \pm 0,08 ^{cde}	0,13 \pm 0,10	1,50 \pm 0,25 ^{efg}	0,01 \pm 0,01 ^b
	Octobre 29	0,56 \pm 0,16 ^{ef}	0,05 \pm 0,05	0,25 \pm 0,14 ^g	0,01 \pm 0,01 ^b

Note. Surface : entre 0 et 15 m de la surface; fond : entre 2 et 8 m du fond. Les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes (basée sur le test *post hoc* de Tuckey).

avec 0,1 \pm 0,1 larve/L; le 22 septembre avec 0,1 \pm 0,1 larve/L et le 20 octobre avec 0,1 \pm 0,04 larve/L. L'abondance larvaire et le nombre de pics pour ces deux espèces ont été supérieurs à ceux obtenus sur le site du Pearl Reef. Les pics de larves observés au site du Pearl Reef ont été de 3,1 \pm 0,4 larves/L le 6 octobre pour les anomies et pour les hiatelles de 0,1 \pm 0,01 larve/L le 9 juillet et de 0,1 \pm 0,02 larve/L le 29 octobre (tableau 3, figure 6).

3.3.2 Échantillonnage entre 2 et 8 m du fond

Les concentrations larvaires près du fond sont plus élevées qu'en surface, mais ces données ne peuvent être comparées puisque la méthode de récolte est différente pour les deux profondeurs. Aucune larve d'étoile n'a été observée durant tout l'échantillonnage. Pour ce qui est des pétoncles, un pic a été observé au site du récif Newhall le 1^{er} octobre avec 0,14 \pm 0,08 larve/L. Le nombre de larves a été plus grand au site du récif Newhall comparativement à celui du Pearl Reef

(densité maximale le 6 octobre avec 0,07 larve/L) (tableau 3, figure 7).

Le nombre de moules a été relativement stable et élevé de la fin août à la mi-octobre. Un pic a été observé le 8 septembre avec 29,0 \pm 4,5 larves/L. Trois autres pics moins importants ont été observés au site du récif Newhall : le 9 juillet avec 13,2 \pm 3,0 larves/L; le 2 septembre avec 10,5 \pm 7,1 larves/L et le 22 septembre avec 15,2 \pm 4,6 larves/L. Quatre pics d'abondance avaient aussi été observés sur le site du Pearl Reef : le 2 septembre avec 42,2 \pm 38,3 larves/L; le 9 juillet avec 10,4 \pm 1,5 larves/L; le 16 juillet avec 14,6 \pm 2,3 larves/L et le 8 septembre avec 11,0 \pm 1,1 larves/L (tableau 3, figure 7).

L'abondance larvaire maximale de hiatelles au site du récif Newhall était inférieure (1^{er} octobre avec 0,50 \pm 0,19 larve/L) à celle obtenue sur le site du Pearl Reef (9 juillet avec 1,7 \pm 0,5 larve/L) (tableau 3, figure 7). Sur ce site, il n'y avait pas de différence significative entre les densités larvaires en fonction de la date d'échantillonnage (tableau 2)

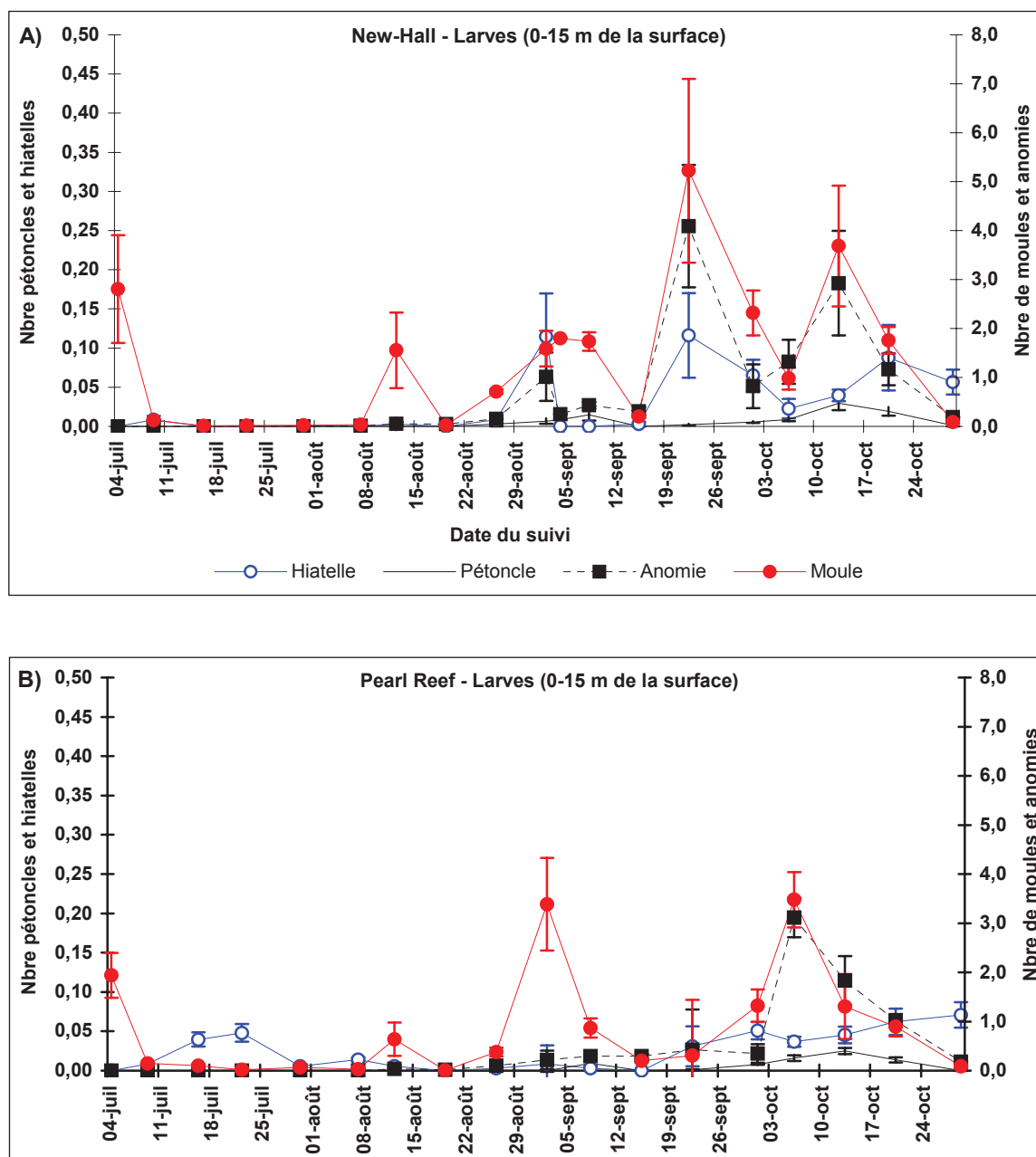


Figure 6. Suivi larvaire en 2003, nombre de larves (moyenne \pm erreur type) par litre prélevé à l'aide du filet à plancton entre 0 et 15 m de la surface (échelle de droite pour les moules et les anomies) aux sites (A) du récif Newhall et (B) du Pearl Reef (B).

alors que la densité larvaire du 9 juillet était significativement plus élevée sur le site du Pearl Reef.

Contrairement aux hiatelles, la densité larvaire maximale des anomies était légèrement plus élevée au site du récif Newhall (1^{er} octobre avec $4,64 \pm 1,84$ larves/L) en comparaison avec le site du Pearl Reef (20 octobre avec $2,7 \pm 0,9$ larves/L) (tableau 3, figure 7).

Larves de taille supérieure à 200 μm

Puisque les collecteurs commerciaux sont immergés entre 2 et 8 m du fond, il est intéressant de porter une attention spéciale aux larves compétentes (c'est-à-dire prêtes à se fixer puisque leur taille est supérieure à 200 μm) pour ces profondeurs

(figure 8). Très peu de larves compétentes de pétoncle ont été observées entre 2 et 8 m du fond durant le suivi. Ces larves ont seulement été observées les 1^{er} et 13 octobre et les densités étaient de $0,06 \pm 0,04$ et de $0,01 \pm 0,01$ larve/L respectivement. Les larves de moules ont été les plus abondantes parmi les espèces indésirables avec un pic d'abondance le 22 septembre de $11,0 \pm 3,6$ larves/L. Deux pics d'abondance de larves d'anomies ont été observés : le premier moins important avec $0,9 \pm 0,5$ larve/L le 19 août et le second avec $3,2 \pm 2,2$ larves/L le 1^{er} octobre. Les pics d'abondance larvaire des hiatelles ont été observés les 16 et 22 juillet avec $0,2 \pm 0,1$ et $0,3 \pm 0,2$ larve/L respectivement et le 22 septembre et 1^{er} octobre avec $0,4 \pm 0,2$ et $0,5 \pm 0,2$ larve/L respectivement.

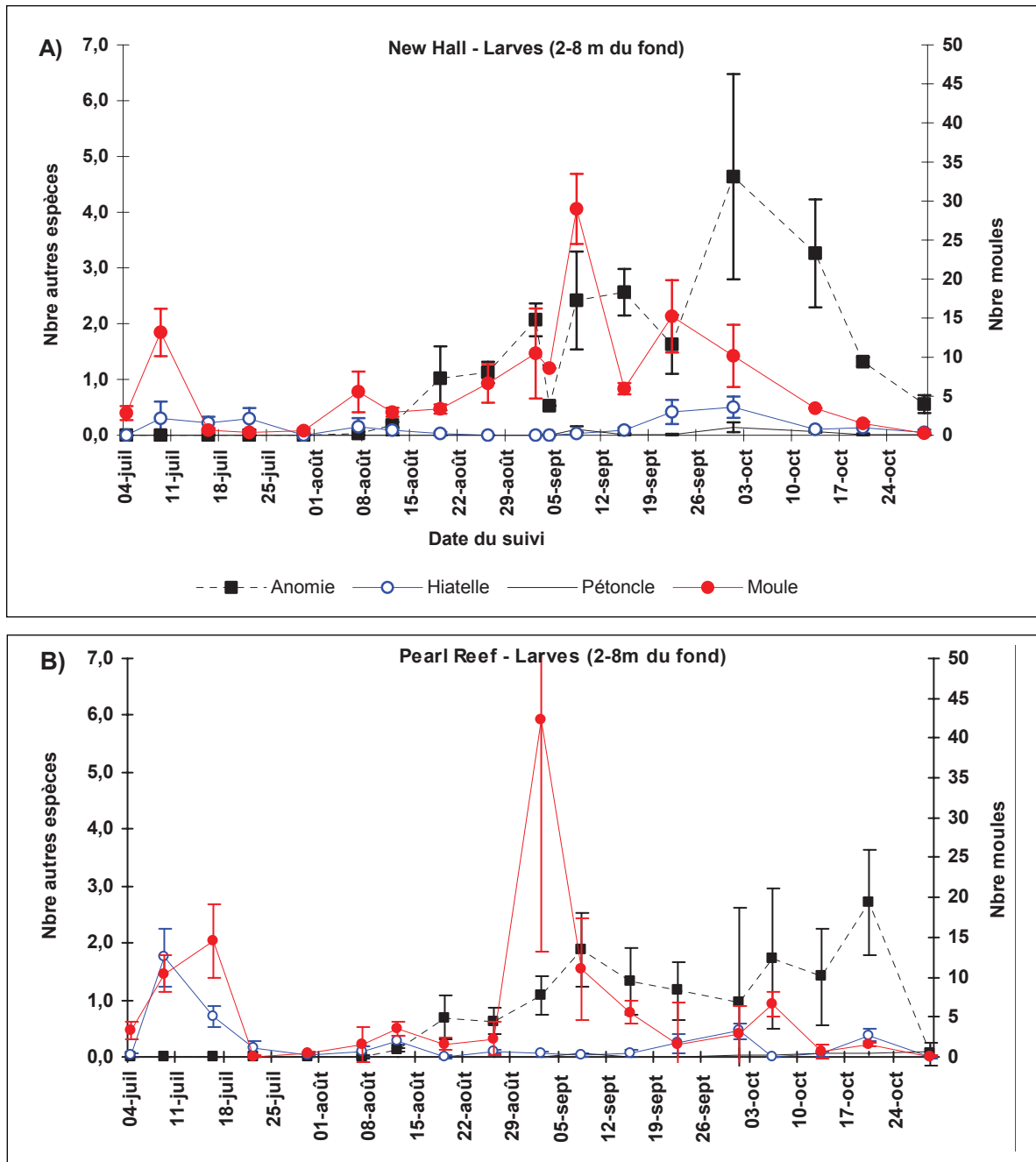


Figure 7. Suivi larvaire en 2003, nombre de larves (moyenne \pm erreur type) par litre pompé entre 2 et 8 m du fond (échelle de droite pour les moules) sur les sites A) du récif Newhall et B) du Pearl Reef.

3.4 Suivi hebdomadaire de la collecte

Il n'y a pas d'interaction significative entre la date d'immersion et la profondeur sur les taux de collecte hebdomadaires. La collecte hebdomadaire à 2, 5 et 8 m du fond diffère significativement avec la date d'immersion des collecteurs pour toutes les espèces. L'abondance des hiatelles, et des anomies sont significativement plus élevées à 2 m du fond (tableau 4, figure 9).

Le principal pic de collecte des pétoncles a été observé le 13 octobre avec 547 ± 108 , 409 ± 179 et 548 ± 188 pétoncles/collecteur à 2 m, 5 m et 8 m du fond, respectivement. Les maximums observés au site du récif Newhall ont été moins élevés que sur le site du Pearl Reef sauf pour la profondeur

de 2 m. Sur le site du Pearl Reef, les taux de collecte obtenus le 13 octobre ont été de 465 ± 44 , 722 ± 78 et $1\,454 \pm 260$ pétoncles/collecteur pour les profondeurs de 2 m, 5 m et 8 m respectivement (tableau 5, figure 9).

Pour les profondeurs 2, 5 et 8 m du fond, les pics de collecte de moules ont été respectivement de $2\,424 \pm 671$, $3\,848 \pm 1\,397$ et $1\,269 \pm 471$ moules/collecteur le 26 août; de $3\,469 \pm 1\,471$, $2\,335 \pm 1\,119$ et $1\,874 \pm 194$ moules/collecteur le 7 octobre; de $3\,677 \pm 464$, $3\,009 \pm 648$ et $2\,184 \pm 568$ moules/collecteur le 13 octobre. Un nombre plus faible de moules par collecteur a été capté au site du récif Newhall comparativement à celui du Pearl Reef, et ce, pour l'ensemble des dates et des profondeurs. Cependant, les valeurs ont été plus élevées pour le

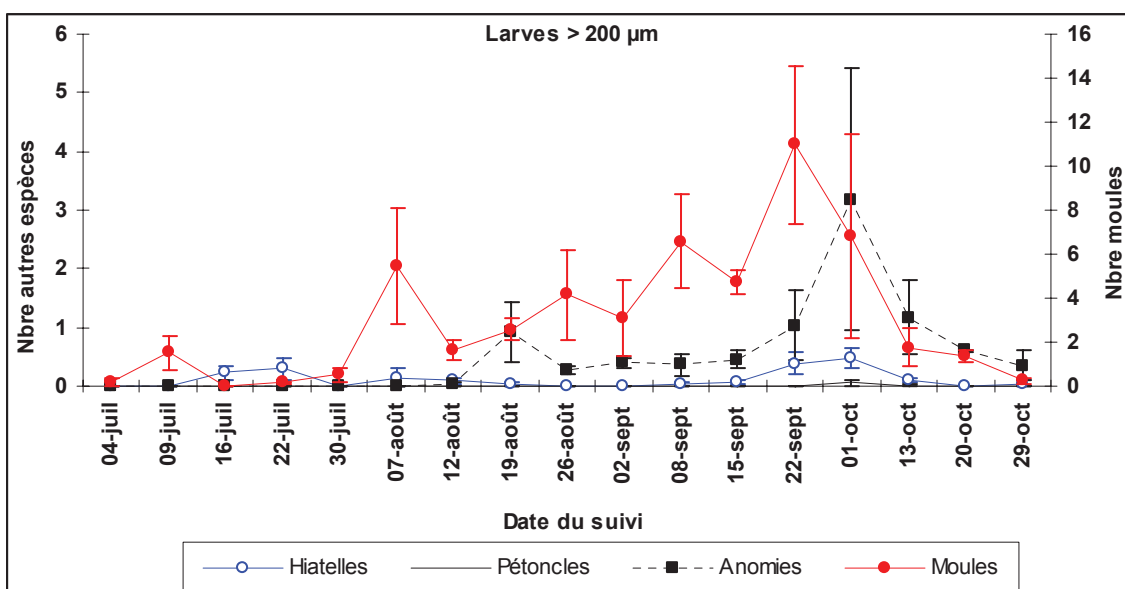


Figure 8. Nombre de larves > 200 µm (moyenne ± erreur type) par litre d'eau de mer pompé entre 2 et 8 m du fond (échelle de droite pour les moules) au site du récif Newhall en 2003.

Tableau 4. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion des collecteurs et de la profondeur (2, 5 et 8 m du fond) sur la collecte hebdomadaire au site du récif Newhall en 2003.

Espèces	Source de variation	dl	F	p
Pétoncle ^Δ	Date d'immersion	10	94,53	< 0,0001
	Profondeur	2	2,03	0,1400
	Date d'immersion * Prof.	20	0,91	0,5778
	Erreur	66		
Hiatelle ^Δ	Date d'immersion	10	10,23	< 0,0001
	Profondeur	2	23,81	< 0,0001
	Date d'immersion * Prof.	20	1,10	0,3725
	Erreur	66		
Moule ^Δ	Date d'immersion	10	5,98	< 0,0001
	Profondeur	2	1,83	0,1681
	Date d'immersion * Prof.	20	0,80	0,7008
	Erreur	64		
Anomie ^Δ	Date d'immersion	10	3,71	0,0006
	Profondeur	2	4,89	0,0105
	Date d'immersion * Prof.	20	0,76	0,7516
	Erreur	66		
Étoile ^Δ	Date d'immersion	10	28,38	< 0,0001
	Profondeur	2	0,08	0,9217
	Date d'immersion * Prof.	20	1,42	0,1426
	Erreur	66		

Note. dl: degré de liberté; Δ: données transformées en racine carrée

13 octobre au site du récif Newhall puisque les taux observés à celui du Pearl Reef ont été de $1\,014 \pm 210$, $1\,169 \pm 33$, $1\,444 \pm 511$ à 2, 5 et 8 m du fond respectivement (tableau 5, figure 9).

Les principaux pics de hiatelles ont été observés le 19 août et le 20 octobre avec 244 ± 74 et 131 ± 40 hiatelles/collecteur à 2 m du fond; les 19 août, 22 septembre et 13 octobre avec 125 ± 23 , 46 ± 33 et 77 ± 37 hiatelles/collecteur à 5 m du fond; les 19 août, 22 septembre et 13 octobre avec 26 ± 7 , 19 ± 16 et 43 ± 27 hiatelles/collecteur à 8 m du fond. Les maximums observés ont été moins élevés sur le site du récif Newhall que sur celui du Pearl Reef où les taux de collecte suivants ont été retrouvés : 354 ± 104 hiatelles/collecteur à 2 m le 26 août; 183 ± 48 hiatelles/collecteur à 5 m le 1^{er} octobre et 188 ± 43 hiatelles/collecteur à 8 m du fond le 13 octobre (tableau 5, figure 9).

Les principaux pics d'anomies ont été observés à 2 m du fond le 2 septembre, le 7 octobre et le 13 octobre avec 52 ± 51 ,

45 ± 21 et 48 ± 25 anomies/collecteur respectivement, à 5 m du fond le 20 octobre avec 22 ± 9 anomies/collecteur et à 8 m le 8 septembre avec 32 ± 29 anomies/collecteur. Les pics de collecte étaient moins élevés sur le site du récif Newhall que sur le site du Pearl Reef où les nombres obtenus ont été de 47 ± 23 anomies/collecteur à 2 m le 8 septembre; 98 ± 96 anomies/collecteur à 5 m le 26 août et 84 ± 84 anomies/collecteur à 8 m le 2 septembre (tableau 5, figure 9).

Le principal pic d'étoiles de mer a été noté le 22 septembre avec 76 ± 4 , 53 ± 13 et 44 ± 18 étoiles/collecteur à 2, 5 et 8 m du fond, respectivement (tableau 5). Peu d'étoiles ont été captées sur le site du Pearl Reef en comparaison avec le site du récif Newhall. Les taux maximums sur le site du Pearl Reef ont été obtenus le 22 septembre avec 26 ± 3 , 18 ± 3 et 30 ± 2 à 2, 5 et 8 m du fond, respectivement.

Le pic de collecte du pétoncle géant au site du récif Newhall a eu lieu en même temps que sur celui du Pearl Reef, soit le 13 octobre ou sept semaines après le début de la ponte du

Tableau 5. Nombre d'individus (moyenne \pm erreur type) par collecteur immergé à différentes profondeurs (2, 5, et 8 m du fond) pour une période d'environ une semaine au site du récif Newhall en 2003.

Profondeur	Période d'immersion	Anomie	Étoile	Hiatelle	Moule	Pétoncle
2 m	Août 19-26	1 ± 1	3 ± 1^{bc}	244 ± 74^a	894 ± 782	0^d
	Août 26-Sept. 2	3 ± 3	16 ± 8^b	67 ± 24^{ab}	2424 ± 671	4 ± 0^{cd}
	Sept. 2-8	52 ± 51	5 ± 3^{bc}	19 ± 3^b	2601 ± 847	0^d
	Sept. 8-15	21 ± 21	5 ± 1^{bc}	9 ± 6^b	1637 ± 256	$1 \pm 0,3^d$
	Sept. 15-22	1 ± 1	$1 \pm 0,3^c$	19 ± 13^b	2313 ± 953	$0,3 \pm 0,3^d$
	Sept. 22-oct. 1	19 ± 7	76 ± 4^a	27 ± 8^b	2543 ± 686	2 ± 2^d
	Oct. 1-7	7 ± 3	11 ± 4^{bc}	44 ± 8^{ab}	2083 ± 389	7 ± 3^{cd}
	Oct 7-13	45 ± 21	8 ± 1^{bc}	93 ± 14^{ab}	3469 ± 1471	59 ± 16^c
	Oct 13-20	48 ± 25	9 ± 6^{bc}	98 ± 64^{ab}	3677 ± 464	547 ± 108^a
	Oct 20-29	34 ± 5	1 ± 1^c	131 ± 40^{ab}	1145 ± 309	437 ± 92^{ab}
Oct 29-nov. 5	3 ± 1	0^c	50 ± 5^{ab}	571 ± 127	292 ± 20^b	
5 m	Août 19-26	0^b	1 ± 1^{bc}	125 ± 23^a	1510 ± 690	3 ± 3^b
	Août 26-Sept. 2	1 ± 1^{ab}	39 ± 13^{ab}	26 ± 4^{ab}	3848 ± 1398	8 ± 6^b
	Sept. 2-8	9 ± 8^{ab}	3 ± 2^{bc}	0^b	2043 ± 624	$0,3 \pm 0,3^b$
	Sept. 8-15	9 ± 8^{ab}	9 ± 3^{bc}	15 ± 8^b	709 ± 112	0^b
	Sept. 15-22	0^b	1 ± 1^{bc}	11 ± 4^b	2006 ± 548	0^b
	Sept. 22-oct. 1	8 ± 4^{ab}	53 ± 13^a	18 ± 9^b	1383 ± 360	4 ± 1^b
	Oct 1-7	4 ± 3^{ab}	15 ± 3^b	46 ± 33^{ab}	2837 ± 45	12 ± 6^b
	Oct 7-13	11 ± 2^{ab}	13 ± 4^{bc}	36 ± 15^{ab}	2336 ± 1119	50 ± 20^b
	Oct 13-20	3 ± 1^{ab}	7 ± 2^{bc}	46 ± 19^{ab}	3010 ± 649	409 ± 179^a
	Oct 20-29	22 ± 9^a	1 ± 1^c	77 ± 37^{ab}	1056 ± 482	365 ± 88^a
Oct 29-nov. 5	$1 \pm 0,3^{ab}$	0^c	16 ± 5^b	283 ± 30	288 ± 48^a	
8 m	Août 19-26	0	7 ± 4^{ab}	26 ± 7	1633 ± 628^{ab}	0^c
	Août 26-sept. 2	5 ± 1	33 ± 21^a	13 ± 5	1269 ± 471^{ab}	3 ± 3^c
	Sept. 2-8	6 ± 6	21 ± 8^{ab}	3 ± 3	2461 ± 969^a	$0,3 \pm 0,3^c$
	Sept. 8-15	32 ± 29	5 ± 1^{ab}	4 ± 2	1425 ± 506^{ab}	$0,3 \pm 0,3^c$
	Sept. 15-22	0	$0,3 \pm 0,3^b$	2 ± 2	1428 ± 633^{ab}	0^c
	Sept. 22-oct. 1	4 ± 2	44 ± 19^a	19 ± 16	1479 ± 142^{ab}	8 ± 6^c
	Oct 1-7	1 ± 1	7 ± 2^{ab}	13 ± 3	2243 ± 291^a	9 ± 1^c
	Oct 7-13	6 ± 4	11 ± 2^{ab}	11 ± 5	1874 ± 194^{ab}	23 ± 10^{bc}
	Oct 13-20	13 ± 8	6 ± 3^{ab}	43 ± 27	2184 ± 568^{ab}	548 ± 188^a
	Oct 20-29	$5 \pm 0,3$	$0,3 \pm 0,3^b$	40 ± 12	617 ± 69^{ab}	267 ± 21^{ab}
Oct 29-nov 5	3 ± 1	0^b	$4 \pm 0,3$	281 ± 78^b	136 ± 29^b	

Note. Les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes (selon un test *post hoc* de Tuckey).

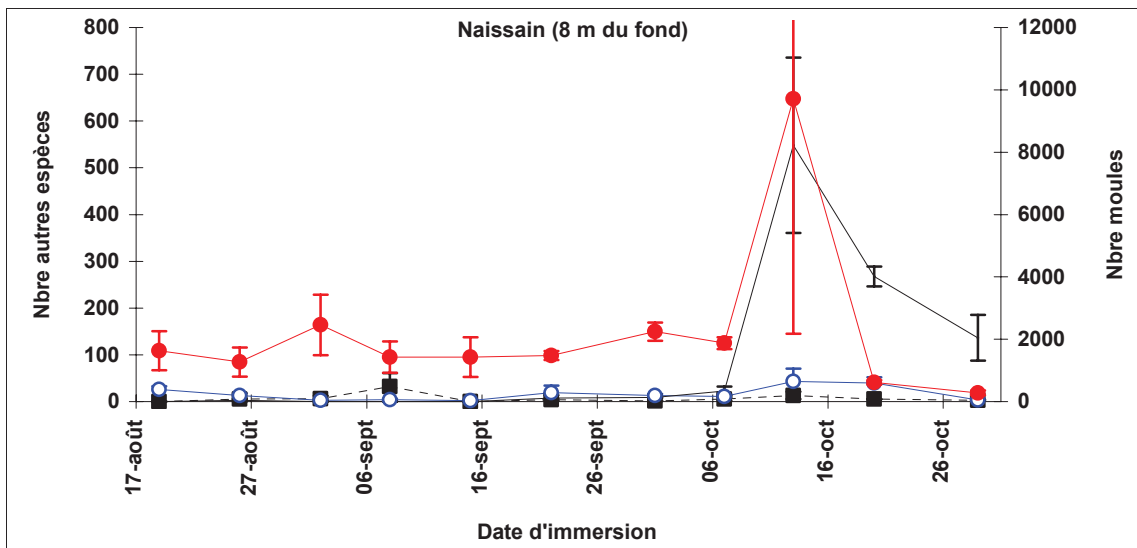
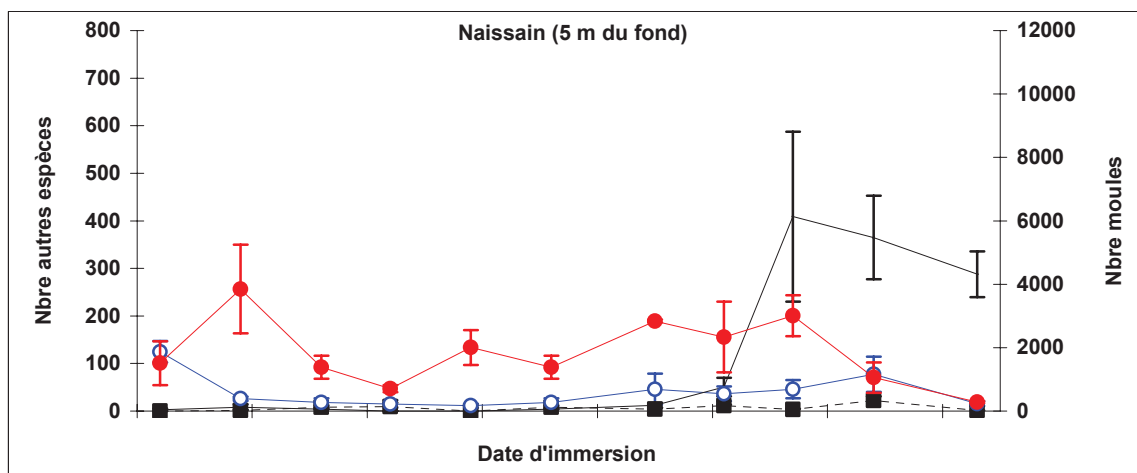
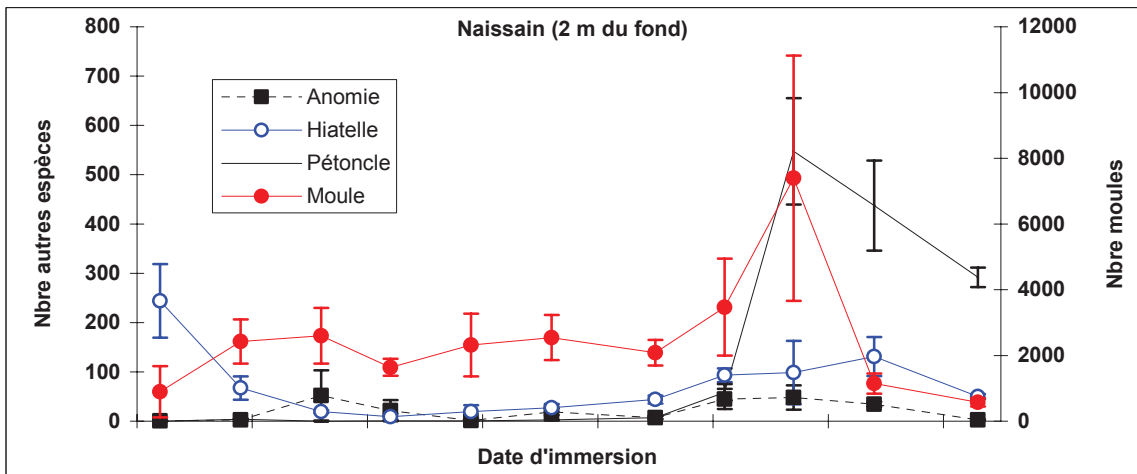


Figure 9. Nombre de pétoncles juvéniles (moyenne \pm erreur type) par collecteur immergé à 2, 5 et 8 m du fond pour une période approximative d'une semaine (échelle de droite pour les moules) au site du récif Newhall en 2003.

Tableau 6. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion et de la date de récupération sur la collecte cumulative au site du récif Newhall en 2003-2004. Il n'y a pas de résultat pour les étoiles parce que l'abondance était souvent = 0.

Espèces	Source de variation	dl	F	p
Pétoncle ^Δ	Date d'immersion	3	22,08	< 0,0001
	Date de récupération	2	71,74	< 0,0001
	Date d'imm. * Date de récup.	6	7,32	< 0,0001
	Erreur	48		
Hiatelle ^Δ	Date d'immersion	3	24,17	< 0,0001
	Date de récupération	2	11,80	< 0,0001
	Date d'imm. * Date de récup.	6	1,06	0,3994
	Erreur	48		
Moule ^Δ	Date d'immersion	3	9,18	< 0,0001
	Date de récupération	2	38,13	< 0,0001
	Date d'imm. * Date de récup.	6	3,32	0,0082
	Erreur	48		
Anomie ^Δ	Date d'immersion	3	4,99	0,0204
	Date de récupération	2	4,23	0,0043
	Date d'imm. * Date de récup.	6	1,65	0,1532
	Erreur	48		

Note : dl: degré de liberté; ^Δ: données transformées en racine carrée

pétoncle géant (figure 10). Le nombre moyen de pétoncles par collecteur immergé à 2 m du fond était, à cette date, légèrement plus élevé au site du récif Newhall (547 ± 108 vs 465 ± 44).

3.5 Suivi cumulatif de la collecte

Il y a une interaction significative entre la date d'immersion et la date de récupération sur la collecte cumulative pour le pétoncle et la moule. L'abondance des étoiles de mer n'a pas été comparée statistiquement en raison de l'absence fréquente de ce prédateur dans les collecteurs (tableau 6). L'abondance des hiatelles est significativement plus faible dans les collecteurs récupérés le 6 décembre 2003 comparée à celles obtenues le 8 juin et le 5 octobre 2004. Les anomies, pour leur part, sont significativement plus abondantes dans les collecteurs récupérés le 8 juin 2004.

Puisqu'il y a une interaction significative entre la date de récupération et la date d'immersion des collecteurs pour les pétoncles et les moules, une analyse de variance à un facteur a été faite pour chaque espèce afin de comparer leur abondance selon la date d'immersion des collecteurs pour chacune des dates de récupération prise séparément.

3.5.1 Première récupération des collecteurs (6 décembre 2003)

En décembre 2003, moins de trois mois après l'immersion des collecteurs, l'abondance de toutes les espèces diffèrent significativement avec la date d'immersion (tableau 7).

Le plus grand nombre de pétoncles a été observé dans les collecteurs immergés le 22 septembre, soit quatre semaines après le début de la ponte du pétoncle avec $3\,208 \pm 201$ pétoncles/collecteur (tableau 8). Le pic de collecte des hiatelles a eu lieu aussi les 15 et 22 septembre avec $2\,965 \pm 115$ et $2\,986 \pm 304$ hiatelles/collecteur (tableau 8). La plus grande abondance de moules a été observée les 15, 22 et 29 septembre, soit trois, quatre et cinq semaines après le début de la ponte du pétoncle avec $3\,756 \pm 578$, $2\,129 \pm 426$ et $3\,232 \pm 1\,032$ moules/collecteur, respectivement (tableau 8). Les anomies ont été plus abondantes dans les collecteurs immergés le 15 et 22 septembre c'est-à-dire trois et quatre semaines après le début de la ponte du pétoncle (tableau 8). Très peu d'étoiles de mer (nombre ≤ 2) ont été observées dans les collecteurs récupérés le 6 décembre 2003 (tableau 8). À la dernière date d'immersion des collecteurs, le 20 octobre, on a retrouvé $1\,530$ pétoncles/collecteur alors que pour les espèces associées, les nombres avaient diminué davantage avec 706 hiatelles/collecteur, 255 moules/collecteur et 523 anomies/collecteur. Le ratio pétoncles/espèces indésirables était alors de 1 (tableau 8). Comme il avait été observé pour le suivi de la collecte hebdomadaire, le nombre de pétoncles est moins élevé sur ce site que sur le Pearl Reef où le pic de collecte de pétoncles avait été observé le 6 octobre avec $5\,802 \pm 247$ pétoncles/collecteur.

Tableau 7. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion sur la collecte cumulative au site du récif Newhall en 2003. Les collecteurs sont récupérés le 6 décembre 2003. Pour chaque comparaison, dl = 5 et 22. Il n'y a pas d'analyse de variance pour les étoiles parce que l'abondance était souvent = 0.

Espèces	F	p
Pétoncle	12,68	< 0,0001
Hiatelle**	26,98	< 0,0001
Moule**	18,48	< 0,0001
Anomie	16,48	< 0,0001

Note : dl: degré de liberté; ** données transformées en \log_{10}

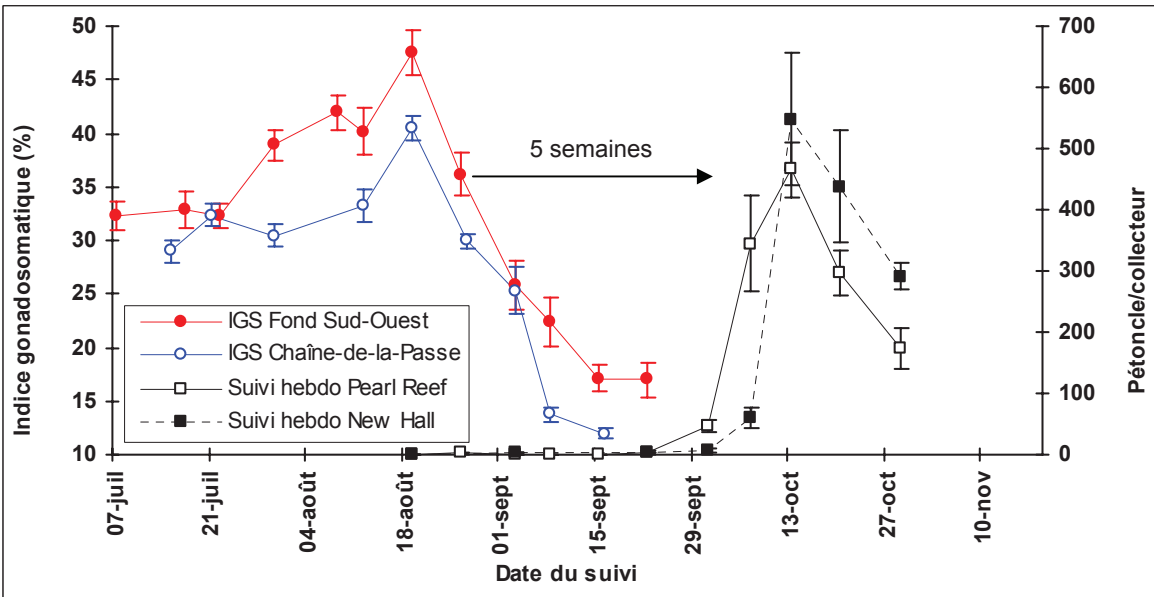


Figure 10. Indice gonadosomatique (moyenne \pm erreur type) en 2003 aux sites du fond du Sud-Ouest et de la Chaîne de la Passe et pétoncles dénombrés dans les collecteurs (2 m) sur les sites du Pearl Reef (ligne pleine) et du récif Newhall (ligne pointillée).

Tableau 8. Nombre d'individus (moyenne \pm erreur type) par collecteur immergé en 2003 et récupéré le 6 décembre 2003 au site du récif Newhall.

Date d'immersion	<i>Placopecten magellanicus</i>	<i>Hiatella arctica</i>	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Anomia</i> spp.	<i>Asterias vulgaris</i>	Ratio
15 septembre	1 827 \pm 170 ^c	2 965 \pm 115 ^a	3 756 \pm 578 ^a	2 762 \pm 229 ^a	0	0,19
22 septembre	3 208 \pm 201 ^a	2 986 \pm 304 ^a	2 129 \pm 426 ^{ab}	2 344 \pm 235 ^a	2 \pm 1	0,43
29 septembre	2 340 \pm 126 ^b	1 914 \pm 182 ^b	3 232 \pm 1032 ^{ab}	1 619 \pm 314 ^b	0	0,35
6 octobre	1 670 \pm 216 ^c	1 453 \pm 249 ^c	1 566 \pm 286 ^{bc}	1 059 \pm 308 ^{bc}	0	0,41
13 octobre	1 858 \pm 47 ^c	1 214 \pm 83 ^c	1 051 \pm 226 ^c	734 \pm 120 ^c	0	0,62
20 octobre	1 530 \pm 83 ^c	706 \pm 25 ^d	255 \pm 16 ^d	523 \pm 64 ^c	0	1,03

Note : Ratio = Nombre moyen de pétoncles/total des nombres moyens des espèces indésirables. Les moyennes ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes (selon un test *post hoc* de Tuckey).

3.5.2 Deuxième récupération des collecteurs (8 juin 2004)

En juin 2004, environ neuf mois après l'immersion des collecteurs, l'abondance de toutes les espèces diffère significativement avec la date d'immersion des collecteurs (tableau 9).

Le nombre de pétoncles est significativement plus élevé pour les dates d'immersion du 15, du 22, du 29 septembre et du 20 octobre avec près de 2 500 pétoncles/collecteur (tableau 10). Pour la date d'immersion du 20 octobre 2003, les collecteurs récupérés en juin 2004 ont capté 329 \pm 72 moules/collecteur, 807 \pm 282 anomies/collecteur et 2 517 \pm 291 hiatelles/collecteur, c'est-à-dire plus que les collecteurs récupérés en décembre 2003. Les pics de collecte de ces espèces ont toutefois été observés avant cette date. Pour les moules, le pic a été observé le 15 septembre et le 6 octobre avec 1 368 \pm 266 et 834 \pm 186 individus/collecteur. Le pic de collecte de hiatelles a été observé les 15, 22 et 29 septembre avec 4 550 \pm 321, 4 109 \pm 405 et 3 530 \pm 456 individus/collecteur. Le nombre d'anomies a été élevé du 15 septembre au 6 octobre. Aucune étoile n'a été observée dans les collecteurs récupérés le 8 juin 2004. Le ratio pétoncles/espèces indésirables a été inférieur à 1 pour toutes les dates d'immersion. Tout comme

à la première date de récupération des collecteurs, le nombre de pétoncles est moins élevé sur le site du récif Newhall que sur celui du Pearl Reef pour toutes les dates d'immersion des collecteurs (Cyr, 2006).

3.5.3 Troisième récupération des collecteurs (5 octobre 2004)

En octobre 2004, près d'un an après l'immersion des collecteurs, l'abondance des hiatelles et des pétoncles diffère significativement avec la date d'immersion (tableau 11).

La troisième période de récupération, un an après l'immersion des collecteurs, représente mieux la collecte cumulative sur les collecteurs commerciaux. En effet c'est généralement à cette période que les producteurs récupèrent et nettoient leurs collecteurs. Les collecteurs immergés le 6 et le 20 octobre 2003 n'ont pas été retrouvés après un an. Cependant, sur les collecteurs immergés le 13 octobre et récupérés après un an, les nombres moyens d'organismes récupérés par collecteur ont été de 1 146 \pm 143 pétoncles, 2 236 \pm 427 hiatelles, 896 \pm 212 moules et 1 246 \pm 428 anomies (tableau 12). Seule l'abondance des anomies a diminué par rapport à décembre

Tableau 9. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion sur la collecte cumulative au site du récif Newhall en 2003. Les collecteurs sont récupérés le 8 juin 2004. Pour chaque comparaison, dl = 5 et 25.

Espèces	F	p
Pétoncle	3,58	0,0141
Hiatelle	5,84	0,0011
Moule**	11,41	< 0,0001
Anomie**	4,52	0,0045

Note : dl: degré de liberté; ** données transformées en \log_{10}

Tableau 10. Nombre d'individus (moyenne \pm erreur type) par collecteur immergé en 2003 et récupéré le 8 juin 2004 au site du récif Newhall.

Date d'immersion	<i>Placopecten magellanicus</i>	<i>Hiatella arctica</i>	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Anomia</i> spp.	<i>Asterias vulgaris</i>	Ratio
15 septembre	2 293 \pm 182 ^{ab}	4 550 \pm 321 ^a	1 368 \pm 266 ^a	5 187 \pm 1 785 ^a	0	0,21
22 septembre	2 923 \pm 245 ^a	4 109 \pm 405 ^a	735 \pm 241 ^{bc}	3 301 \pm 1 030 ^a	0	0,36
29 septembre	2 840 \pm 274 ^{ab}	3 530 \pm 456 ^{ab}	354 \pm 48 ^{cd}	5 812 \pm 2 863 ^a	0	0,29
6 octobre	2 057 \pm 570 ^{bc}	2 746 \pm 678 ^{bc}	834 \pm 186 ^{ab}	2 361 \pm 501 ^a	0	0,35
13 octobre	1 458 \pm 178 ^c	1 840 \pm 552 ^c	180 \pm 38 ^e	756 \pm 212 ^b	0	0,53
20 octobre	2 133 \pm 226 ^{abc}	2 517 \pm 291 ^{bc}	329 \pm 72 ^{de}	807 \pm 282 ^b	0	0,58

Note : Ratio = Nombre moyen de pétoncles/total des nombres moyens des espèces indésirables. Les moyennes ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes (selon le test *post hoc* de Tukey).

Tableau 11. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion sur la collecte cumulative au site du récif Newhall en 2003. Les collecteurs sont récupérés le 5 octobre 2004. Pour chaque comparaison, dl = 3 et 16.

Espèce	F	p
Pétoncle	12,28	0,0002
Hiatelle	6,70	0,0039
Moule ^Δ	1,06	0,3924
Anomie ^Δ	1,76	0,1943

Note : dl: degré de liberté; Δ données transformées en \log_{10}

Tableau 12. Nombre d'individus (moyenne \pm erreur type) par collecteur immergé en 2003 et récupéré le 5 octobre 2004 au site du récif Newhall.

Date d'immersion	<i>Placopecten magellanicus</i>	<i>Hiatella arctica</i>	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Anomia</i> spp.	<i>Asterias vulgaris</i>	Ratio
15 septembre	580 \pm 93 ^c	3 553 \pm 105 ^{ab}	930 \pm 183	976 \pm 160	0	0,11
22 septembre	1 107 \pm 160 ^b	4 593 \pm 461 ^a	1 002 \pm 170	2 028 \pm 492	0	0,14
29 septembre	1 760 \pm 146 ^a	3 008 \pm 424 ^{bc}	664 \pm 72	2 132 \pm 539	0	0,30
13 octobre	1 146 \pm 143 ^b	2 236 \pm 427 ^c	896 \pm 212	1 246 \pm 428	2 \pm 2	0,26

Note : Ratio = Nombre moyen de pétoncles/total des nombres moyens des espèces indésirables. Les moyennes ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes (selon le test *post hoc* de Tukey).

2003. Très peu d'étoiles de mer (nombre \leq 2) ont été dénombrées dans les collecteurs récupérés le 5 octobre 2004. Le nombre de pétoncles récupérés par collecteur est toujours moins élevé après un an au site du récif Newhall comparativement à celui du site Pearl Reef (Cyr, 2006).

3.6 Pertes d'organismes dans les collecteurs

Pour vérifier si l'abondance des pétoncles et des espèces indésirables varie entre décembre 2003 et octobre 2004, une analyse de variance a servi à comparer leur abondance selon la date de récupération, et ce, pour chaque date d'immersion des collecteurs prise séparément (tableau 13). Les dates du 6 et 20 octobre 2003 n'ont pas été comparées parce que les collecteurs immergés à ces dates n'ont pas été retrouvés le

5 octobre 2004. L'abondance des pétoncles et des moules a varié significativement selon la date de récupération pour toutes les dates d'immersion comparées. L'abondance des hiatelles a différé significativement avec le temps pour toutes les dates d'immersion sauf pour le 13 octobre. L'abondance des anomies a seulement différé significativement avec la date de récupération pour les collecteurs immergés le 15 septembre 2003 (tableau 13).

Les producteurs pourraient immerger leurs collecteurs à une date tardive afin d'éviter les pics d'espèces indésirables qui auraient lieu avant celui des pétoncles. Le ratio « pétoncles par rapport aux espèces indésirables » était supérieur à 1 dans les collecteurs immergés le 20 octobre 2003, mais comme ces collecteurs n'ont pas été retrouvés en octobre 2004, les

Tableau 13. Résultats des analyses de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date de récupération (décembre 2003, juin 2004 et octobre 2004) sur la collecte cumulative des pétoncles et des espèces indésirables au site du récif Newhall en 2003-2004. Pour chaque comparaison, dl= 2 et 12

Espèces	Date d'immersion	F	p
Pétoncle ^Δ	15 septembre 2003	43,2229	<0,0001
	22 septembre 2003	34,2693	<0,0001
	29 septembre 2003	8,2523	0,0056
	13 octobre 2003	6,3557	0,0131
Hiatelle ^Δ	15 septembre 2003	11,9156	0,0014
	22 septembre 2003	4,4255	0,0363
	29 septembre 2003	5,6820	0,0184
	13 octobre 2003	1,6067	0,2408
Moule ^Δ	15 septembre 2003	14,0885	0,0007
	22 septembre 2003	6,6472	0,0114
	29 septembre 2003	12,7232	0,0011
	13 octobre 2003	13,1899	0,0009
Anomie ^Δ	15 septembre 2003	5,0143	0,0261
	22 septembre 2003	0,7217	0,5059
	29 septembre 2003	1,6829	0,2269
	13 octobre 2003	0,6700	0,5299

Note : dl: degré de liberté; Δ: données transformées en racine carrée.

changements dans l'abondance pour chaque espèce ont été analysés à partir des collecteurs immergés le 13 octobre 2003. L'abondance des pétoncles a diminué progressivement entre le 6 décembre 2003 et le 5 octobre 2004 tandis que l'abondance de hiatelles et d'anomies a augmenté durant cette même période. L'abondance des moules a diminué entre décembre 2003 et juin 2004, mais a augmenté par la suite jusqu'en octobre 2004. L'augmentation de l'abondance des moules, des hiatelles et des anomies entre juin et octobre 2004 suggère que de nouveaux individus se sont fixés à l'intérieur des collecteurs (tableau 14). On compte deux fois moins de pétoncles récupérés dans les collecteurs immergés le 15 septembre (580 pétoncles/collecteur) comparativement à ceux immergés le 13 octobre 2003 (1 146 pétoncles/collecteur) et relevés le 5 octobre 2004 alors que les hiatelles et les moules sont en plus grand nombre sur les collecteurs immergés le 15 septembre (tableau 14).

Les tailles du pétoncle et des espèces indésirables pour trois dates d'immersion des collecteurs et pour les trois dates de récupération des collecteurs sont présentées dans le tableau 15. Le plus haut taux de croissance des pétoncles a été observé entre le mois de juin et le mois d'octobre 2004 avec 0,07 mm/jour. Le pétoncle a atteint une taille moyenne de 10,4 mm dans les collecteurs immergés le 13 octobre, de 10,6 mm dans les collecteurs immergés le 15 septembre et de 10,0 mm dans ceux immergés le 29 septembre. Le taux de croissance du pétoncle est similaire dans les collecteurs immergés le 13 octobre, le 29 septembre et le 15 septembre, et ce, pour toutes les dates de récupération de collecteurs (tableau 15).

En immergeant les collecteurs hâtivement, soit trois semaines après le début de la ponte du pétoncle géant, la croissance des pétoncles ne semble pas être affectée par une plus grande quantité d'espèces indésirables alors que le nombre de pétoncles récupérés après un an, est réduit de moitié. Le taux de perte de pétoncles entre décembre 2003 et octobre 2004 était de 38 % dans les collecteurs immergés le 13 octobre

comparativement à 68 % dans les collecteurs immergés le 15 septembre et à 25 % dans les collecteurs immergés le 29 septembre.

4. Discussion

Données environnementales

Les importantes variations de température à 8 m et à 2 m observées durant la période allant du 24 juillet au 26 août 2003 (entre 5,6 °C et 16,1 °C), coïncident avec des périodes de forts vents qui semblent avoir amené des masses d'eau froide en deux occasions sur le site du récif Newhall et sur celui du Pearl Reef. Ces masses d'eau froide pourraient provenir des secteurs adjacents à ces deux sites où la profondeur d'eau est plus grande et où les températures sont probablement plus basses. Durant cette période de fortes fluctuations de température, la direction des courants dominants a varié près du fond entre le Sud-Ouest et le Nord-Ouest (225 à 315°) donc en direction des Îles-de-la-Madeleine. Comme ce fut le cas pour le site du Pearl Reef, la chute de l'indice gonado-somatique (ponte) observée entre le 19 et le 26 août a coïncidé avec ces fortes fluctuations de température à 2 m du fond au site du récif Newhall. De façon générale, les températures observées à 2 m du fond sur le site du récif Newhall sont légèrement plus chaudes que celles sur le site du Pearl Reef.

L'hypothèse que les courants puissent retenir et concentrer les larves de pétoncle sur les sites de collecte du récif Newhall et sur celui du Pearl Reef a souvent été avancée (Giguère *et al.*, 1995; Giguère et Cliche, 1996; Brulotte *et al.*, 2003). Ce serait donc les larves produites sur le fond du Sud-Ouest qui permettraient d'obtenir de très bons taux de collecte sur ces sites. Les courants multidirectionnels observés entre le 11 et le 24 août appuient cette hypothèse puisque ces courants pourraient être associés à un courant giratoire qui créerait un effet de rétention des larves.

L'augmentation de la chlorophylle *a* au début du mois d'août peut être reliée au brassage important des masses d'eau qui

Tableau 14. Nombre de pétoncles et autres espèces indésirables (moyenne \pm erreur type) et taux de perte des pétoncles dans les collecteurs immergés le 15 septembre 2003, date hâtive d'immersion des collecteurs, le 29 septembre, date intermédiaire et le 13 octobre 2003, date tardive au site du récif Newhall

Date d'immersion des collecteurs	Date de récupération	<i>Placopecten magellanicus</i>	<i>Hiatella arctica</i>	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Anomia</i> spp.	Taux des pertes de pétoncle
15 septembre	6 déc 2003	1 827 \pm 170	2 965 \pm 115	3 756 \pm 578	2 762 \pm 229	—
	8 juin 2004	2 293 \pm 182	4 550 \pm 321	1 368 \pm 266	5 187 \pm 1785	+26 %*
	5 oct 2004	580 \pm 93	3 553 \pm 105	930 \pm 183	976 \pm 160	75 %**
29 septembre	6 déc 2003	2 340 \pm 126	1 914 \pm 182	3 232 \pm 1032	1 619 \pm 314	—
	8 juin 2004	2 840 \pm 274	3 530 \pm 456	354 \pm 48	5 812 \pm 2863	+21 %*
	5 oct 2004	1 760 \pm 146	3 008 \pm 424	664 \pm 72	2 132 \pm 539	38 %**
13 octobre	6 déc 2003	1 858 \pm 47	1 214 \pm 83	1 051 \pm 226	734 \pm 120	—
	8 juin 2004	1 458 \pm 178	1 840 \pm 552	180 \pm 178	756 \pm 212	22 %*
	5 oct 2004	1 146 \pm 143	2 236 \pm 427	896 \pm 212	1 246 \pm 428	21 %**

Note * : entre le 6 décembre 2003 et le 8 juin 2004 (185 jours); ** : entre le 8 juin 2004 et le 5 octobre 2004 (119 jours).

Tableau 15. Hauteur de la coquille (mm) (moyenne \pm erreur type) du pétoncle et des autres bivalves indésirables et taux de croissance du pétoncle dans les collecteurs immergés le 15 septembre 2003, date hâtive d'immersion des collecteurs, le 29 septembre, date intermédiaire et le 13 octobre 2003, date tardive au site du récif Newhall

Date d'immersion des collecteurs	Date de récupération	<i>Placopecten magellanicus</i>	<i>Hiatella arctica</i>	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Anomia</i> spp.	Taux de croissance journalière du pétoncle
15 septembre	6 déc 2003	1,20 \pm 0,06	1,47 \pm 0,16	1,01 \pm 0,08	1,24 \pm 0,10	—
	8 juin 2004	3,16 \pm 0,14	6,91 \pm 0,48	1,94 \pm 0,20	2,43 \pm 0,22	0,007 mm/j *
	5 oct 2004	10,57 \pm 0,62	12,45 \pm 0,53	9,66 \pm 0,45	6,21 \pm 0,27	0,062 mm/j **
29 septembre	6 déc 2003	1,05 \pm 0,06	1,27 \pm 0,09	0,88 \pm 0,05	0,93 \pm 0,06	—
	8 juin 2004	2,73 \pm 0,14	5,67 \pm 0,33	1,72 \pm 0,14	2,29 \pm 0,17	0,007 mm/j*
	5 oct 2004	10,01 \pm 0,61	11,02 \pm 0,49	10,26 \pm 0,61	6,04 \pm 0,23	0,061 mm/j**
13 octobre	6 déc 2003	1,09 \pm 0,05	1,12 \pm 0,08	0,93 \pm 0,05	0,82 \pm 0,05	—
	8 juin 2004	2,45 \pm 0,07	5,42 \pm 0,23	1,69 \pm 0,12	1,13 \pm 0,08	0,007 mm/j *
	5 oct 2004	10,42 \pm 0,62	10,84 \pm 0,41	10,51 \pm 0,58	6,42 \pm 0,24	0,067 mm/j **

Note * : entre le 6 décembre 2003 et le 8 juin 2004 (185 jours); ** : entre le 8 juin 2004 et le 5 octobre 2004 (119 jours).

ont provoqué les fortes variations de température. Ce brassage peut avoir remis des nutriments en suspension et apporté une eau plus riche en nutriments avec comme résultat une production primaire accrue.

Durée de la vie larvaire

Les conditions environnementales (température, chlorophylle-a, direction et vitesse du courant) mesurées tout au long de ce projet ne semblent pas avoir joué un rôle clairement défini sur la durée de vie larvaire et sur le succès de collecte (Cyr, 2006). Comme sur le site du Pearl Reef (Cyr, 2006), les larves de pétoncles ont commencé à se fixer dans les collecteurs immergés au site du récif Newhall le 1^{er} octobre 2003 soit, environ cinq à six semaines après le début de la ponte du pétoncle géant qui s'est produite entre le 19 et le 26 août. La durée de la vie larvaire est donc d'environ cinq semaines en milieu naturel comme en écloserie (Beaulieu et Cliche, 1989; J. Coté, Pecnord, comm. pers., 2006).

Suivi de l'abondance larvaire

Comme c'est le cas pour le site du Pearl Reef, il est difficile d'établir un lien entre les densités de larves de pétoncle dans la colonne d'eau et la fixation du naissain sur les collecteurs au

site du récif Newhall. Les larves de pétoncles sont peu abondantes alors que le naissain de pétoncles sur les collecteurs est souvent le plus abondant comparativement aux principales espèces indésirables (moules, hiatelles et anomies). Les collecteurs sont efficaces pour capter les pétoncles malgré les faibles densités de larves retrouvées dans les échantillons. Comme ce fut le cas pour le site du Pearl Reef, il n'est pas possible de conclure que les larves des différentes espèces étaient plus abondantes près du fond qu'en surface au site du récif Newhall puisque deux méthodes d'échantillonnage distinctes ont été utilisées pour la couche d'eau de surface (filet à plancton) et la couche d'eau près du fond (pompe submersible) (Cyr, 2006). En 2004, la pompe submersible a été utilisée à trois reprises aux deux profondeurs et les résultats n'étaient pas significativement différents (Cyr, 2006) alors qu'en 2003, la comparaison des densités obtenues avec le filet à plancton en surface et la pompe submersible en profondeur faisait ressortir des différences entre les 2 profondeurs. La première présence notable de larves de pétoncle dans la colonne d'eau en septembre ne constituait pas un indicateur fiable pour débiter la mise à l'eau des collecteurs au site du récif Newhall. En effet, le mois de septembre a été caractérisé par une très forte abondance de larves des espèces associées sur ce site

et ces larves se seraient elles aussi fixées sur les collecteurs entraînant une surabondance d'organismes dans les collecteurs avec tous les problèmes associés à ce phénomène.

Les collecteurs commerciaux sont immergés entre 2 et 8 m du fond. Il était donc intéressant d'analyser séparément, dans cette partie de la colonne d'eau, les densités de larves compétentes ayant atteint une taille supérieure à 200 µm, car celles-ci migrent vers le fond pour se fixer sur un substrat adéquat. C'est le 1^{er} octobre que les premières larves compétentes de pétoncle ont été observées. Les producteurs auraient pu immerger leurs collecteurs quelques jours après cette date, soit entre cinq à six semaines après le début de la ponte du pétoncle. Ils auraient alors pu éviter le pic important de larves de moules du 22 septembre. Cependant, les larves de bivalves se retrouvent habituellement par agrégation dans la colonne d'eau et les larves compétentes de pétoncles étaient en très faible densité comparativement aux espèces indésirables. Il aurait été difficile de prendre la décision de mettre à l'eau des collecteurs uniquement en fonction de ce facteur. Par contre, dans la baie de Port-au-Port à Terre-Neuve, le suivi de l'abondance larvaire a été utilisé pour optimiser la collecte du pétoncle géant (Couturier *et al.* 1995). Les collecteurs commerciaux sont immergés lorsque 50 % des larves de pétoncles ont atteint une taille supérieure à 200 µm.

Suivi hebdomadaire de la collecte

Le suivi hebdomadaire de la collecte permet d'identifier les pics de collecte du pétoncle géant et des principales espèces indésirables et peut aider à déterminer la période optimale de mise à l'eau des collecteurs commerciaux. Le premier pic de moules et de hiatelles se produit souvent en septembre soit quelques semaines après le début de la ponte du pétoncle géant (Cyr, 2006) et avant le pic de fixation du pétoncle. Les producteurs peuvent donc retarder l'immersion des collecteurs jusqu'à ce que les résultats du suivi hebdomadaire indiquent que ce premier pic est passé. Cependant les pics de fixation de ces espèces qui surviennent plus tard en saison ou en même temps que celui du pétoncle géant ne peuvent pas être évités.

Aux Îles-de-la-Madeleine, les conditions météorologiques automnales sont rudes. Il n'est pas toujours possible d'immerger les collecteurs commerciaux à l'intérieur d'une courte période de temps. Si la mise à l'eau des collecteurs doit s'étendre sur plusieurs semaines, les résultats du suivi hebdomadaire de la collecte permettent d'évaluer s'il est toujours intéressant pour les producteurs de continuer la mise à l'eau de leurs collecteurs. En 2003, les résultats du suivi indiquaient qu'il y avait encore dans l'eau des larves de pétoncle qui se fixaient à la dernière date d'immersion des collecteurs, soit le 29 octobre ou neuf semaines après le début de la ponte du pétoncle géant.

Le succès de collecte peut varier en fonction de la profondeur et de l'année (Giguère *et al.*, 1995). En 2003, sur le site de captage du récif Newhall, la collecte du naissain de pétoncle a été identique aux trois profondeurs comparées. Toutefois, certaines années, la collecte peut être meilleure à 2 m du fond et d'autres années à 8 m du fond (Cyr, 2006). Il est donc important de maintenir un suivi aux trois profondeurs (2, 5 et 8 m du fond) et de tenir compte de cette variable afin de mieux conseiller les producteurs sur le moment optimal pour l'immersion des collecteurs. Comme pour le site du Pearl Reef, la

période de fixation du pétoncle au site du récif Newhall s'est produite entre cinq et neuf semaines après le début de la ponte du pétoncle géant avec un pic de fixation sept semaines après le début de la ponte.

Suivi cumulatif de la collecte

Les collecteurs immergés plus tôt à l'automne 2003 contenaient un plus grand nombre d'organismes indésirables d'où l'importance de sélectionner une date optimale d'immersion des collecteurs qui permette de récupérer le plus grand nombre possible de pétoncles tout en réduisant l'abondance des espèces indésirables à l'intérieur des collecteurs.

En se basant sur les résultats de la première date de récupération en décembre 2003, le meilleur temps pour immerger les collecteurs au site du récif Newhall, si on veut réduire la collecte des espèces indésirables, se situe environ huit semaines après le début de la ponte du pétoncle géant alors que le ratio pétoncles/espèces indésirables était supérieur à 1. Sur le site du Pearl Reef, le meilleur temps pour immerger les collecteurs était entre six et huit semaines après le début de la ponte du pétoncle, le ratio pétoncles/espèces indésirables étant alors supérieur à un.

Pertes des organismes dans les collecteurs

Des changements dans l'abondance des différentes espèces collectées surviennent dans les collecteurs immergés durant un an. La croissance des espèces indésirables, la mortalité causée par l'entassement des espèces dans le fond des sacs de collecteurs et la prédation par les étoiles de mer à l'intérieur des collecteurs peuvent expliquer en partie les variations dans l'abondance des différentes espèces présentes dans les collecteurs récupérés en juin (huit mois après l'immersion) ou en octobre (douze mois après l'immersion des collecteurs). Les pertes de pétoncles entre le mois de décembre et le mois de juin suivant (22 % de perte dans les collecteurs immergés le 13 octobre) pourraient être dues en partie au décrochage du naissain qui se produit quelques mois après leur fixation et au passage de certains individus à travers les mailles du collecteur (si la taille < 2,5 mm) (Parsons *et al.*, 1994). Une perte additionnelle de 21 % des pétoncles est survenue entre juin et octobre 2004 dans les collecteurs immergés le 15 septembre. Contrairement aux pétoncles, l'abondance des hiatelles et des anomies dans les collecteurs a augmenté durant cette même période, ce qui suggère que de nouveaux organismes se sont fixés entre décembre 2003 et octobre 2004. Les résultats démontrent qu'en retardant la date d'immersion des collecteurs jusqu'au 13 octobre, il a été possible d'obtenir une diminution marquée des espèces indésirables lors du suivi à court terme du 6 décembre 1993. Cependant, les résultats semblent indiquer que de nouveaux organismes indésirables se fixent avant que les collecteurs soient récupérés et nettoyés à l'automne 2004. L'impact positif de cette immersion plus tardive des collecteurs s'en trouve atténué.

Croissance des pétoncles dans les collecteurs

La croissance du pétoncle géant peut varier en fonction du site de collecte ou d'élevage et de la profondeur. De plus, la présence d'autres organismes filtreurs peut aussi ralentir la croissance du pétoncle car ils deviennent des compétiteurs pour la nourriture et l'espace (Claereboudt *et al.*, 1994; Lodeiros et Himmelman, 1996; Fréchette *et al.*, 2000). Aux

Îles-de-la-Madeleine, d'autres bivalves comme les moules, les hiattelles et les anomies, se fixent habituellement en grand nombre dans les collecteurs.

Les résultats de cette étude démontrent que la croissance des pétoncles sur le site du récif Newhall est plus rapide que sur le site du Pearl Reef. Le taux de croissance des pétoncles était, en effet, plus élevé entre juin 2004 et octobre 2004 sur le site du récif Newhall (0,07 mm/jour) que sur celui du Pearl Reef (0,05 mm/jour). Le site du récif Newhall (28 m) étant moins profond que celui du Pearl Reef (30 à 32 m), la température à 2 m du fond était un peu plus élevée. Les tailles moyennes des pétoncles ont été de 10,4 mm sur le site du récif Newhall et de 8,7 mm sur le site du Pearl Reef tandis que pour les moules, les tailles moyennes ont été respectivement de 10,5 mm et 6,6 mm sur les collecteurs après un an de grossissement. La croissance des pétoncles au site du récif Newhall ne semble pas être affectée par le plus grand nombre d'organismes indésirables fixés dans les collecteurs immergés tôt en septembre. Par contre, le nombre de pétoncles récupérés après un an, était réduit de moitié.

5. Remerciements

Nous tenons à remercier l'équipe technique du Centre maricole des Îles-de-la-Madeleine pour la qualité de leur travail aussi bien dans les analyses au laboratoire que sur le terrain ou dans le soutien informatique. Nous remercions également la Société de développement de l'industrie maricole pour son appui financier, l'entreprise Pétoncles 2000 inc. et les plongeurs de la compagnie Le Repère du plongeur pour leur collaboration sur le terrain.

6. Références

- Beaulieu, J.-L., G. Cliche. 1989. Résultats de croissance larvaire et postlarvaire du pétoncle géant, *Placopecten magellanicus*, des trois premiers essais de production réalisés à l'écloserie expérimentale de Cap-aux-Meules de juin 1987 à août 1988. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, DRST-Doc, rech. 89/05. 49 p.
- Brulotte, S., M. Giguère, G. Cliche. 2003. Y a-t-il une relation entre l'abondance des larves, le succès de captage et le recrutement du pétoncle géant? Réunion annuelle de transfert de technologie REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 7 et 8 mars 2002. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Compte rendu n° 13 : pages 11 à 15.
- Brulotte, S., M. Giguère. 2005. Bilan des travaux sur les espèces associées au captage de pétoncle aux Îles-de-la-Madeleine. Réunion REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 26-27 mars 2003. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Compte rendu n° 22 : pages 17 à 29.
- Clearaboudt, M.R., D. Bureau, J. Côté, J.H. Himmelman. 1994. Fouling development and diet effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. *Aquaculture*, 121 : 327-342.
- Cliche, G., C. Cyr. 2005. Essai préliminaire sur l'impact de différentes périodes d'immersion des collecteurs de pétoncles sur l'abondance des espèces indésirables. Réunion REPERE II, Îles-de-la-Madeleine, 26 et 27 mars 2003. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Compte rendu n° 22 : pages 39 à 42.
- Couturier, C.Y., P. Dabinett, M. Lanteigne. 1995. Scallop Culture in Atlantic Canada. p: 297-340. In: Bohen A.D. (ed) Cold-water in Atlantic Canada. The Canadian Institute for Research on Regional Development, Moncton University, Moncton, NB. 672 pp.
- Cyr, C. 2006. Amélioration de la qualité de la collecte du pétoncle géant, *Placopecten magellanicus* (Gmelin 1791) par un meilleur contrôle de la période d'immersion des collecteurs aux Îles-de-la-Madeleine, Québec. Thèse du grade de maîtrise en océanographie. Rimouski: Université de Québec à Rimouski. xxii + 152 pp.
- Dadswell, M. J. 2000. A review of the status of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) aquaculture in Atlantic Canada in the year 2000. 4: 72-75. In: Hendry, C.I. and S.E. McGladdery (eds). Proceedings of the 17th annual meeting of the Aquacult. Assoc. of Canada, May 18-31 2000. 128 pp.
- Fréchette, M., M. Gaudet, S. Vigneau. 2000. Estimating optimal population density for intermediate culture of scallops in spat collector bags. *Aquaculture*, 183: 105-124.
- Giguère, M., G. Cliche, S. Brulotte. 1995. Synthèse des travaux réalisés entre 1986 et 1994 sur le captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine. Rap. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 2061. 71pp.
- Giguère, M., G. Cliche. 1996. Revue des connaissances sur le recrutement du pétoncle géant aux Îles-de-la-Madeleine. Réunion annuelle de transfert technologique Programme REPERE - Îles-de-la-Madeleine, 2 mars 1995. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Compte rendu n° 4 : pages 75 à 81.
- Lodeiros, C.J.M., J.H. Himmelman. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvoila (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. *Aquacult. Res.* 27: 749-756.
- Nadeau, M., G. Cliche. 2002. Optimisation du préélevage sur les collecteurs: contrôle des étoiles de mer. Réunion REPERE II, 22 et 23 février 2001. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Compte rendu n° 10: 29-31.
- Nadeau, M., G. Cliche, C. Cyr, D. Hébert. 2003. Mortalité du pétoncle sur les collecteurs. Réunion REPERE II, 7 et 8 mars 2002. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Compte rendu n° 13: 45-51.
- Naidu, K.S., R. Scaplen. 1979. Settlement and survival of giant scallop, *Placopecten magellanicus*, larvae on enclosed polyethylene film collectors. p: 379-381. In: T. V. Pillay and W.A. Dill (eds.). *Advances in Aquaculture*. Fishing News Books, London.
- Naidu, K.S., F. M. Cahill, D.B. Lewis. 1981. Relative efficacy of two artificial substrates in the collection of sea scallop, *Placopecten magellanicus*, spat. *J. World Maricul. Soc.*, 12 (2): 165-171.
- Parsons, G.J., S.M.C. Robinson, J.D. Martin. 1994. Enhancement of a giant scallop bed by spat naturally released from a scallop aquaculture site. *Bull. Aquacult. Assoc. Canada*, 94 (2): 21-23.
- Ross, K.A., J.P. Thorpe, T.A. Norton, A.R. Brand. 2002. Fouling in scallop cultivation: help or hindrance. *J. Shellfish Res.*, 21(2): 539-547.



