

Rapport de recherche-développement

N° 173

Validation sur des filières commerciales du suivi
hebdomadaire de la collecte comme outil pour cibler
la période optimale d'immersion des collecteurs de
pétoncles, *Placopecten magellanicus*

Carole Cyr
Georges Cliche

**Validation sur des filières
commerciales du suivi
hebdomadaire de la collecte
comme outil pour cibler la
période optimale d'immersion
des collecteurs de pétoncles,
*Placopecten magellanicus***

Rapport de recherche-
développement n° 173

Carole Cyr
Georges Cliche

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/Peches/md/Publications/> ou écrire à l'adresse de courriel ci-dessus.

ISBN (version imprimée) : 978-2-550-55030-3
ISBN (version PDF) : 978-2-550-55031-0

Dépôt légal – Bibliothèque et archives nationales du Québec, 2009

Validation sur des filières commerciales du suivi hebdomadaire de la collecte comme outil pour cibler la période optimale d'immersion des collecteurs de pétoncles, *Placopecten magellanicus*

Carole Cyr¹, Georges Cliche¹

1. Centre maricole des Îles-de-la-Madeleine, Cap-aux-Meules.

On doit citer ce document comme suit : Cyr, C., G. Cliche. 2008. Validation sur des filières commerciales du suivi hebdomadaire de la collecte comme outil pour cibler la période optimale d'immersion des collecteurs de pétoncles. Rapport de R-D n° 173. 8 pages.

Résumé

Cette étude, réalisée en 2006 et en 2007, avait comme objectifs de valider le suivi de la collecte hebdomadaire pour cibler une période d'immersion optimale des collecteurs en utilisant des filières commerciales et de vérifier quelle combinaison « date d'immersion » et « date de récupération » des collecteurs donnait les meilleures performances pour les producteurs en termes de nombre de pétoncles récupérés par collecteur et de diminution de l'abondance des espèces indésirables.

Le suivi de la collecte hebdomadaire permet de suivre efficacement l'arrivée des différentes espèces dans les collecteurs. Il a été réalisé sur le site commercial de collecte du Pearl Reef à partir du 6 septembre 2006. Une fois par semaine, et ce, sur une période de onze semaines, neuf collecteurs ont été immergés sur ce site et ont été récupérés la semaine suivante. Le captage maximal de pétoncles a été observé dans les collecteurs immergés le 16 octobre avec 65 ± 3 à cinq mètres du fond et celui des moules a été observé dans les collecteurs immergés le 6 septembre avec $2\,377 \pm 45$ à huit mètres du fond. Les principaux pics de hiatelles, d'anomies et d'étoiles de mer ont été observés dans les collecteurs immergés le 12 septembre avec $1\,116 \pm 350$ hiatelles/collecteur et 68 ± 9 anomies/collecteur à deux mètres du fond et 14 ± 3 étoiles de mer/collecteur à huit mètres du fond.

Le suivi de la collecte cumulative a été réalisé sur trois filières commerciales de collecteurs. Les collecteurs ont été installés sur le site de Pearl Reef à trois dates différentes soit les 15 septembre 2006, 8 octobre 2006 et 2 novembre 2006. Une série de collecteurs a été récupérée le 14 août 2007 et une autre série le 13 novembre 2007. Le ratio « pétoncles/toutes les autres espèces fixées » était le plus élevé dans les collecteurs immergés le 8 octobre 2006 et récupérés en octobre 2007 avec 0,24 et en août 2007 avec 0,14. Peu de pétoncles (< 50) ont été retrouvés dans les collecteurs immergés le 2 novembre, car il était tard en saison et la période de fixation des larves était presque terminée à cette date.

Abstract

The study conducted in 2006 and 2007, had as objectives to validate if the weekly collection was a reliable tool to optimize the immersion period by using commercial trawls and to verify the combination « immersion date » and « retrieval date » of collectors which gave the best performance for scallop producers in terms of the number of retrieved scallops per collector and the reduced abundance of undesirable species.

The weekly collection monitoring makes it possible to effectively follow the arrival of the various species which fixed in the collectors. It was conducted on the commercial collection site of Pearl Reef starting on September 6, 2006. For eleven weeks, nine collectors were deployed weekly on this site for 1-week periods. The maximum collection of scallops was observed in deployed collectors on October 16 with 65 ± 3 to 5 m above the bottom and the one of mussels was observed on September 6 with $2\,377 \pm 45$ to 8 m above the bottom. The highest rates of hiatellas, anomias and seastars were observed in collectors deployed on September 12 with $1\,116 \pm 350$ hiatellas/collector and 68 ± 9 anomias/collector to 2 m above the bottom and 14 ± 3 seastars/collector to 8 m above the bottom.

The cumulative collection monitoring was carried out on three commercial longlines of collectors. The collectors were deployed on the site of Pearl Reef on three dates: September 15, 2006, October 8, 2006 and November 2, 2006. A series of collectors was retrieved on August 14, 2007 and another on November 13, 2007. The ratio « scallops/all the other fixed species » was highest in the collectors deployed on October 8, 2006 and retrieved on November 2007 with 0.24 and on August 2007 with 0.14. Scallops were found in low numbers (< 50) in collectors deployed on November 2, 2006 because it was late in the season and the time for larval collection was almost finished at this date.

Mots clés : pétoncle, collecte, optimisation, période d'immersion

Key Words: scallop, collection, optimisation, deployment period

Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Matériel et méthodes.....	1
3. Résultats.....	2
3.1 Données environnementales.....	2
3.1.1 Température.....	2
3.1.2 Concentration de chlorophylle-a et de seston.....	2
3.2 Suivi de la ponte du pétoncle géant.....	2
3.3 Suivi de la collecte hebdomadaire.....	4
3.4 Suivi de la collecte cumulative.....	5
4. Discussion.....	6
4.1 Ponte du pétoncle géant.....	6
4.2 Collecte hebdomadaire.....	6
4.3 Collecte cumulative.....	7
5. Conclusion.....	7
6. Références.....	7

Liste des figures

Figure 1. Schéma du protocole de mise à l'eau des collecteurs commerciaux en 2006 et de la récupération des collecteurs en plongée en 2007.	2
Figure 2. Température (°C) à 2 et 8 m du fond sur le Pearl Reef en 2006.	3
Figure 3. Concentration de la chlorophylle-a en µg/L (moyenne ± erreur type) entre 2 et 8 m du fond sur le Pearl Reef en 2006.	3
Figure 4. Concentration du seston organique en mg/L (moyenne ± erreur type) entre 2 et 8 m du fond sur le Pearl Reef en 2006.	3
Figure 5. Suivi de l'indice gonadosomatique (IGS) (moyenne ± s.e.) sur le fond du Sud Ouest et sur la Chaîne de la Passe en 2006.	4

Liste des tableaux

Tableau 1. 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 en 2006. (Il n'y a pas de résultat pour les étoiles de mer parce que l'abondance était souvent = 0).....	4
Tableau 2. Résultats des analyses de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion des collecteurs sur la collecte hebdomadaire en 2006. Les données pour chaque espèce sont analysées séparément par profondeur (2, 5 et 8 m du fond). Pour chaque comparaison dl = 10 et 22 à 2 et 5 m du fond et dl = 9 et 20 à 8 m du fond. (Il n'y a pas de résultat pour les étoiles de mer parce que l'abondance était souvent = 0).....	4
Tableau 3. Nombre d'individus (moyenne ± s.e.) par collecteur immergé à différentes profondeurs (2, 5, et 8 m du fond) pour une période d'environ une semaine en 2006.....	5
Tableau 4. Résultats des analyses de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion et la date de récupération des collecteurs sur la collecte cumulative en 2006-2007. (Il n'y a pas de résultat présenté pour les étoiles de mer, car l'abondance était souvent = 0).....	6
Tableau 5. Résultats des analyses de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion des collecteurs sur la collecte cumulative des pétoncles en 2006-2007 pour chaque date de récupération des collecteurs prise séparément. Pour chaque comparaison, dl = 2 et 27.....	6
Tableau 6. Nombre de pétoncles (moyenne ± s.e) retrouvés sur les collecteurs immergés en 2006 et récupérés en 2007.....	7

Validation sur des filières commerciales du suivi hebdomadaire de la collecte comme outil pour cibler la période optimale d'immersion des collecteurs de pétoncles, *Placopecten magellanicus*

1. Introduction

La fixation en surabondance d'organismes indésirables sur les collecteurs de pétoncles peut : i) avoir une incidence négative sur la survie et la croissance des pétoncles juvéniles, ii) ralentir les opérations de manutention et de nettoyage des collecteurs, iii) ralentir les opérations de tri à l'usine et iv) augmenter les coûts de production des pétoncles juvéniles.

Les résultats des travaux expérimentaux réalisés en 2003, en 2004 et en 2005 démontraient que le suivi hebdomadaire de la collecte était un outil plus fiable que le suivi larvaire pour suivre l'évolution temporelle du captage des pétoncles et la fixation des espèces indésirables (Cyr, 2006). Jusqu'à maintenant, les résultats expérimentaux indiquaient qu'avec cet outil, les pectiniculteurs pouvaient éviter les pics de fixation des moules et des hiatelles qui surviennent habituellement avant le début de la fixation des pétoncles. Cet outil permettait également aux producteurs d'évaluer la pertinence d'immerger des collecteurs plus tard en saison puisque le suivi de la collecte hebdomadaire permet de caractériser avec une bonne fiabilité l'évolution de la fixation de pétoncles.

Jusqu'à présent, le suivi de la collecte cumulative (avec différentes dates d'immersion des collecteurs) était réalisé sur des collecteurs provenant de filières expérimentales. Les conditions de flottabilité de ces filières supportant seulement cinq collecteurs étaient optimales durant toute l'année suivant le captage. Sur les filières de collecte commerciale, il arrive souvent qu'une partie des collecteurs touche au fond à cause de l'augmentation de leur poids en cours d'année, ce qui occasionne des pertes de pétoncles juvéniles. Malgré les résultats concluants obtenus à l'échelle expérimentale, il apparaissait important de s'assurer que ces résultats soient reproductibles dans des conditions de collecte commerciale avant d'établir un programme de suivi annuel de la collecte hebdomadaire.

Les observations indiquaient que, dans les collecteurs commerciaux récupérés un an après leur immersion, l'abondance des pétoncles par collecteur diminuait de façon importante. Cette diminution était semblable peu importe la date d'immersion. Par contre, l'abondance des pétoncles restait plus élevée dans les collecteurs immergés cinq et six semaines après le début de la ponte des pétoncles.

L'étude réalisée en 2006 et en 2007 près du site commercial de collecte du Pearl Reef, visait : i) à valider le suivi hebdomadaire de la collecte pour cibler une période d'immersion optimale des collecteurs en utilisant des filières commerciales et ii) à vérifier quelle combinaison « date d'immersion » et « date de récupération » des collecteurs donnait les meilleures performances pour les producteurs en termes de nombre de pétoncles récupérés et de diminution de l'abondance des espèces indésirables.

2. Matériel et méthodes

2.1 Données environnementales

Deux thermographes (Minilog-T) ont été mouillés à deux et huit mètres du fond du 25 mai au 10 décembre 2006 sur le site du Pearl Reef. Des échantillons d'eau prélevés entre deux et huit mètres du fond ont été analysés en laboratoire pour déterminer les concentrations de seston et de chlorophylle-a entre le 25 juillet et le 27 novembre 2006.

2.2 Suivi de la ponte du pétoncle géant

La période de ponte a été suivie sur deux gisements naturels de pétoncles, soit le fond du Sud-Ouest et celui de la Chaîne de la Passe. Ce suivi a été réalisé du 25 juillet au 12 septembre 2006. Les périodes de ponte ont été déterminées au moyen du suivi hebdomadaire de l'indice gonadosomatique (IGS, qui est 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.

2.3 Suivi de la collecte hebdomadaire

Le suivi de la collecte hebdomadaire a été réalisé sur le site de captage commercial du Pearl Reef où la profondeur de la colonne d'eau varie entre trente et trente-deux mètres. Une fois par semaine, à partir du 6 septembre, neuf collecteurs ont été immergés sur ce site. Ces collecteurs ont été placés sur trois filières expérimentales. Sur chaque filière, un collecteur était immergé à 2 m, un à 5 m et un autre à 8 m du fond afin de caractériser l'évolution de la collecte à ces trois profondeurs. Sur les filières commerciales, six séries de deux collecteurs (une série par mètre) étaient superposées à partir de deux mètres du fond jusqu'à huit mètres du fond. La position des collecteurs sur les filières expérimentales correspondait à la position des collecteurs commerciaux les plus près du fond (niveau 6, à 2 m du fond), de ceux en position intermédiaire (niveau 3, à 5 m du fond) et de ceux qui sont les plus éloignés du fond (niveau 1, à 8 m du fond). Les collecteurs ont été récupérés la semaine suivant leur immersion. Ce suivi a été réalisé sur une période de onze semaines, soit jusqu'au 14 novembre 2006. Les pétoncles et les espèces indésirables ont été dénombrés et trente individus par espèce, par collecteur et par semaine ont été mesurés. Ce suivi hebdomadaire a permis de préciser la séquence de fixation des différentes espèces en 2006.

2.4 Suivi de la collecte cumulative

Trois filières commerciales de collecteurs ont été immergées sur le site de Pearl Reef à trois dates différentes. La première mise à l'eau a été réalisée le 15 septembre 2006, la deuxième, le 8 octobre 2006 et la troisième, le 2 novembre 2006. L'immersion de ces trois filières commerciales s'est donc faite quatre, sept et dix semaines après le début de la ponte partielle du pétoncle géant. Quatre-vingt-dix collecteurs

étiquetés ont été placés sur ces trois filières commerciales à 5 m du fond (niveau trois) à raison de trente collecteurs par filière (fig. 1). Une série de quarante-cinq collecteurs (quinze collecteurs par filière) a été récupérée en plongée le 14 août 2007 et une autre série de quarante-cinq collecteurs (quinze collecteurs par filière) le 13 novembre 2007 à partir du bateau de l'entreprise. Ces deux suivis ont été réalisés en août et en novembre de l'année 2007 pour tenir compte du fait que l'entreprise pectinicole récupère et nettoie ses collecteurs à partir du mois d'août jusqu'en novembre et que l'on voulait comparer le contenu des collecteurs à deux moments durant les opérations commerciales. Les collecteurs ont été nettoyés à l'eau douce et le contenu de chaque collecteur a été gardé dans de l'éthanol à 95 % jusqu'à son analyse. L'analyse comprenait le dénombrement des pétoncles et des principales espèces indésirables (*Hiatella arctica*, *Mytilus edulis*, *Anomia* spp. et *Asterias vulgaris*) et les mesures de taille de trente individus par espèce, par collecteur, par période d'immersion et par période de récupération des collecteurs.

Une plongée a été réalisée en novembre 2006 pour vérifier la flottabilité des filières afin de prévenir l'affaissement des collecteurs sur le fond marin.

2.5 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.

Aussi bien pour le suivi de la collecte hebdomadaire 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) puis une analyse de variance 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 pour chacune des espèces (pétoncle, moule, hiatelle, anomie et étoile de mer). Lorsque des différences significatives ont été détectées, un test *post hoc* a été réalisé 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 confirmer l'hypothèse d'homogénéité des variances (en utilisant le test de Levene) et de confirmer l'hypothèse de normalité (en utilisant le test de Shapiro Wilk).

3. Résultats

3.1 Données environnementales

3.1.1 Température

La température à 8 m du fond a atteint un maximum de 15,7 °C le 27 août (fig. 2). Entre le 25 mai et le 8 novembre, la température est restée plus chaude à 8 m comparativement à 2 m du fond malgré de grandes fluctuations de température. Du 6 septembre au 8 novembre, la température a varié entre 3,0 et 15,1 °C à 8 m du fond alors qu'elle a fluctué entre 5,1 et 12,2 °C à 2 m du fond. À partir du 8 novembre, la température était semblable à 2 m et à 8 m du fond indiquant que les eaux étaient bien mélangées dans toute la colonne d'eau (température moyenne de 5,7 °C) (fig. 2).

3.1.2 Concentration de chlorophylle-a et de seston

Les concentrations de chlorophylle-a et de seston organique ont été suivies entre le 25 juillet et le 27 novembre. Ce suivi fait ressortir d'importantes variations des concentrations durant la période d'échantillonnage. La concentration en chlorophylle-a entre 2 et 8 m du fond a chuté de 1,1 à 0,4 µg/L entre le 1^{er} août et le 15 août et de 1,1 à 0,3 µg/L entre le 29 août et le 19 septembre (fig. 3). Le maximum a été atteint le 22 octobre avec une concentration de $2,2 \pm 0,1$ µg/L. Un autre pic de concentration a été obtenu le 27 septembre avec $1,98 \pm 0,01$ µg/L.

Du 25 juillet au 27 novembre, les concentrations de seston organique ont fluctué entre 0,2 mg/L et 2,4 mg/L (fig. 4). La concentration maximale de seston organique a été atteinte le 22 octobre avec $2,4 \pm 0,3$ mg/L. La deuxième concentration la plus élevée a été obtenue le 4 octobre avec $1,1 \pm 0,3$ mg/L.

3.2 Suivi de la ponte du pétoncle géant

Le suivi de l'indice gonadosomatique indique qu'une ponte partielle a eu lieu sur le fond du Sud-Ouest entre le 8 août et le 14 août, l'IGS passant de 42,4 % à 34,7 % (fig. 5). La ponte principale a commencé entre le 29 août (IGS de 37,3 %) et le 6 septembre (IGS de 30,3 %) et s'est poursuivie après le 12 septembre, date de la fin du suivi (IGS de 21,3 %). Sur le fond de la Chaîne de la Passe, la ponte a commencé entre le 8 août (IGS de 33,6 %) et le 21 août (IGS de 30,8 %). À la fin du suivi, le 6 septembre, l'indice était de 16,7 %. On peut considérer que la ponte était presque terminée puisque les indices gonadosomatiques minimaux observés habituellement à la fin de la ponte sont de l'ordre de 10 %.

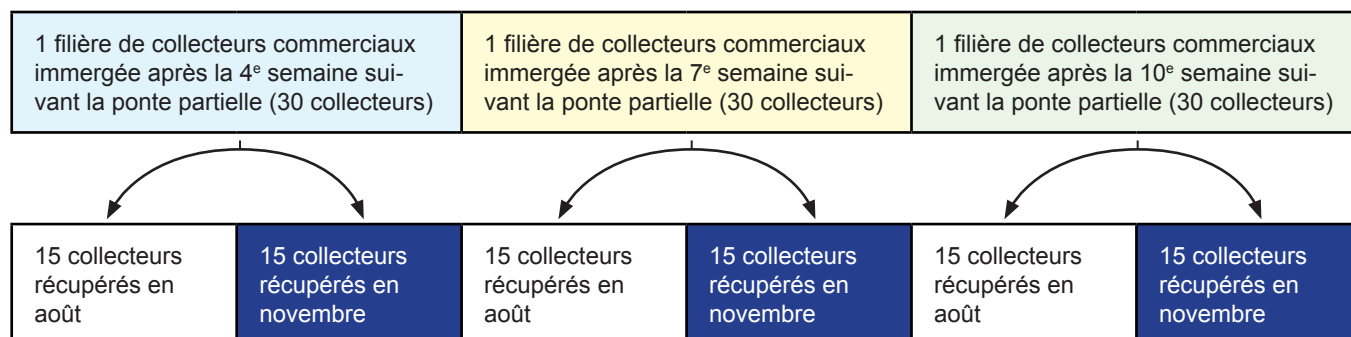


Figure 1. Schéma du protocole de mise à l'eau des collecteurs commerciaux en 2006 et de la récupération des collecteurs en plongée en 2007.

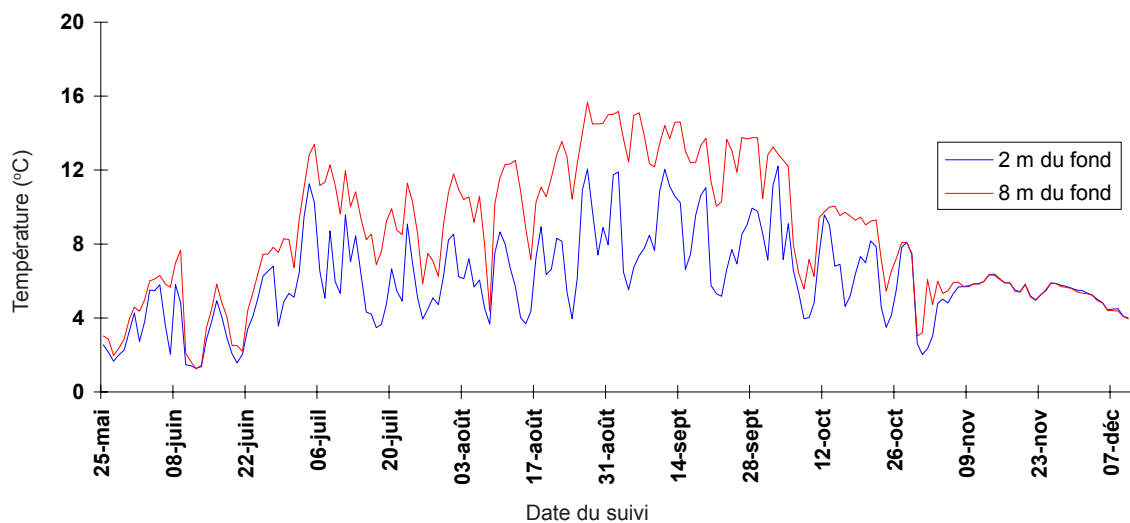


Figure 2. Température (°C) à 2 et 8 m du fond sur le Pearl Reef en 2006.

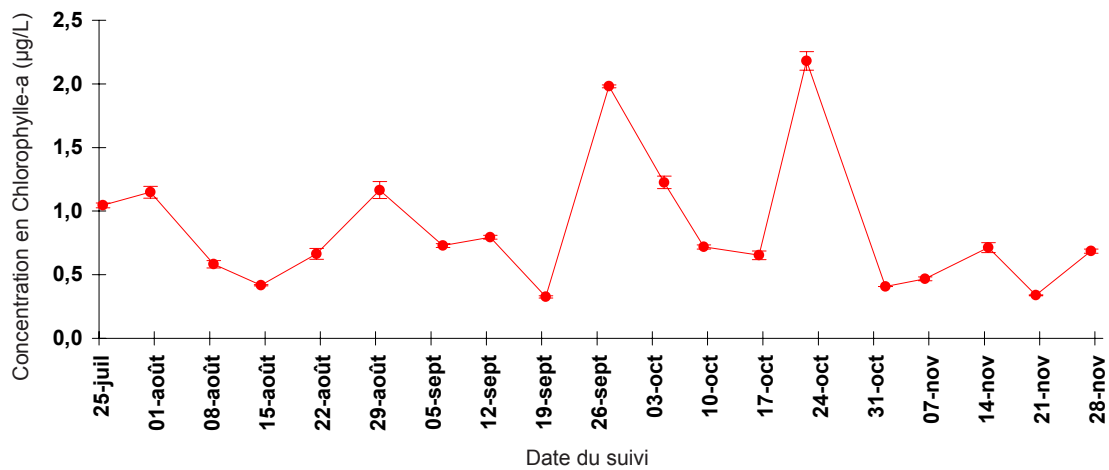


Figure 3. Concentration de la chlorophylle-a en µg/L (moyenne ± erreur type) entre 2 et 8 m du fond sur le Pearl Reef en 2006.

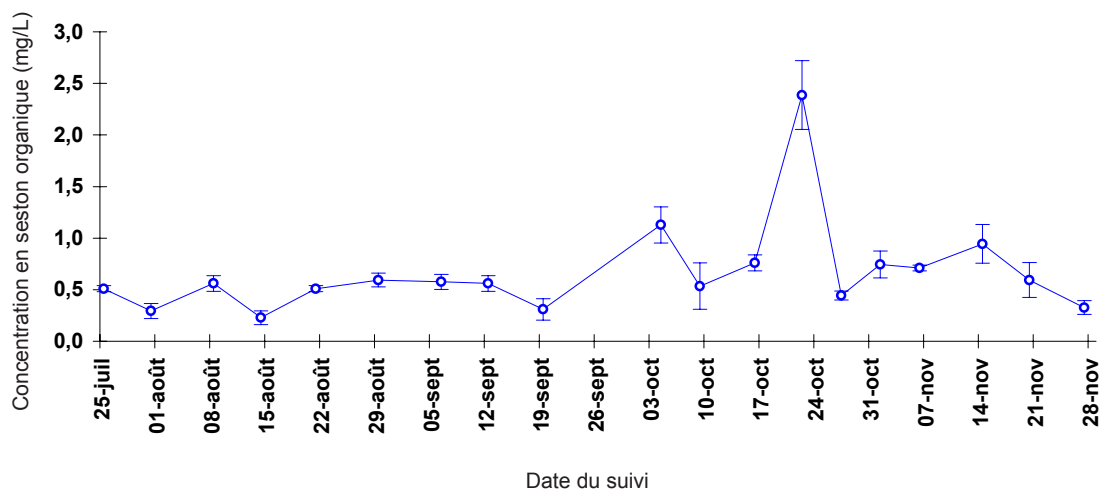


Figure 4. Concentration du seston organique en mg/L (moyenne ± erreur type) entre 2 et 8 m du fond sur le Pearl Reef en 2006.

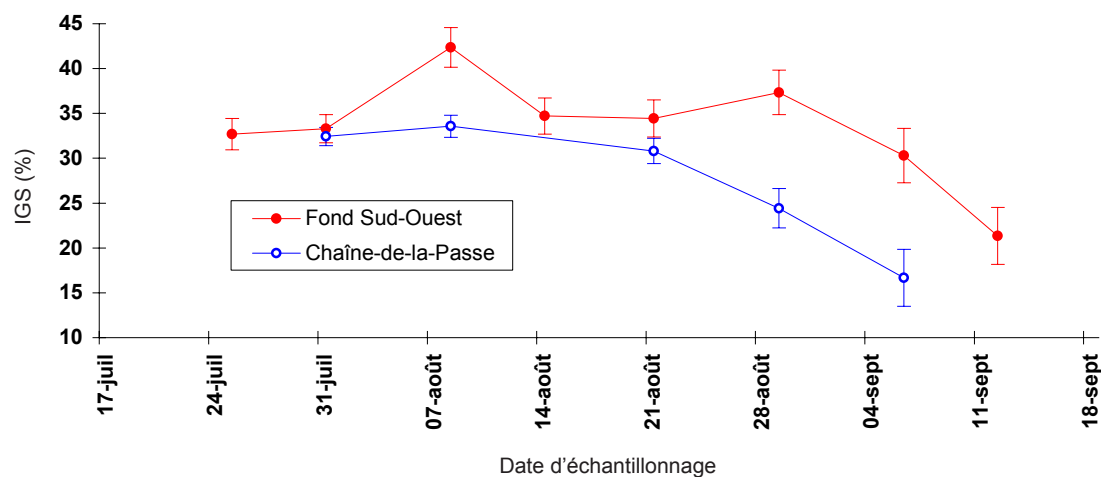


Figure 5. Suivi de l'indice gonadosomatique (IGS) (moyenne $\pm$ s.e.) sur le fond du Sud Ouest et sur la Chaîne de la Passe en 2006.

3.3 Suivi de la collecte hebdomadaire

Il y a une interaction significative entre la date d'immersion et la profondeur pour toutes les espèces (tableau 1). La collecte hebdomadaire à 2, 5 et 8 m du fond diffère significativement avec la date d'immersion des collecteurs et la profondeur pour toutes les espèces (tableau 1).

Tableau 1. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) testant l'effet de la date d'immersion des collecteurs et de la profondeur (2, 5 et 8 m du fond) sur la collecte hebdomadaire en 2006. (Il n'y a pas de résultat pour les étoiles de mer parce que l'abondance était souvent = 0).

Espèce	Source de variation	dl	F	p
Pétoncle ^{ΔΔ}	Date d'immersion	10	55,05	< 0,0001
	Profondeur	2	1,66	0,0040
	Date d'immersion * Prof.	20	2,59	< 0,0001
	Erreur	65		
Hiatelle ^{ΔΔ}	Date d'immersion	10	47,70	< 0,0001
	Profondeur	2	209,16	< 0,0001
	Date d'immersion * Prof.	20	2,22	0,0200
	Erreur	65		
Moule ^{ΔΔ}	Date d'immersion	10	73,16	< 0,0001
	Profondeur	2	13,54	< 0,0001
	Date d'immersion * Prof.	20	14,18	< 0,0001
	Erreur	65		
Anomie ^{ΔΔ}	Date d'immersion	10	35,93	< 0,0001
	Profondeur	2	46,28	< 0,0001
	Date d'immersion * Prof.	20	7,00	< 0,0001
	Erreur	65		

Note : dl : degré de liberté; ^{ΔΔ} : données transformées en $\log_{10}$

Puisqu'il y a une interaction significative entre la date d'échantillonnage et la profondeur pour toutes les espèces, une analyse de variance à un facteur a été faite pour chacune de ces espèces afin de comparer leur abondance selon la date d'échantillonnage pour chacune des profondeurs prises séparément. La collecte hebdomadaire diffère significativement avec la date d'immersion des collecteurs pour toutes les espèces (tableau 2).

Tableau 2. Résultats des analyses de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion des collecteurs sur la collecte hebdomadaire en 2006. Les données pour chaque espèce sont analysées séparément par profondeur (2, 5 et 8 m du fond). Pour chaque comparaison dl = 10 et 22 à 2 et 5 m du fond et dl = 9 et 20 à 8 m du fond. (Il n'y a pas de résultat pour les étoiles de mer parce que l'abondance était souvent = 0).

Profondeur	Espèce	F	p
2 m	Pétoncle ^{ΔΔ}	14,89	< 0,0001
	Hiatelle ^{ΔΔ}	97,52	< 0,0001
	Moule ^{ΔΔ}	9,77	< 0,0001
	Anomie ^{ΔΔ}	75,24	< 0,0001
5 m	Pétoncle ^{ΔΔ}	23,29	< 0,0001
	Hiatelle ^{ΔΔ}	10,76	< 0,0001
	Moule ^{ΔΔ}	44,01	< 0,0001
	Anomie ^{ΔΔ}	6,96	0,0008
8 m	Pétoncle ^{ΔΔ}	24,92	< 0,0001
	Hiatelle ^{ΔΔ}	20,63	< 0,0001
	Moule ^{ΔΔ}	131,06	< 0,0001
	Anomie ^{ΔΔ}	6,45	0,0002

Note : dl : degré de liberté; ^{ΔΔ} : données transformées en $\log_{10}$

Les deux principaux pics de collecte de pétoncle ont été observés dans les collecteurs immergés le 9 octobre avec 22 ± 1 , 41 ± 3 et 33 ± 13 pétoncles/collecteur et le 16 octobre avec 53 ± 6 , 65 ± 3 et 30 ± 3 pétoncles/collecteur à 2, 5 et 8 m du fond respectivement (tableau 3).

Les principaux pics de collecte de moules ont été observés dans les collecteurs immergés les 12 septembre, 21 septembre et 23 octobre avec 490 ± 430 , 165 ± 31 , 177 ± 20 moules/collecteur à 2 m du fond; sur ceux immergés les 6 et 12 septembre avec 621 ± 141 , et 639 ± 104 moules/collecteur à 5 m du fond, et finalement sur les collecteurs immergés les 6 et 12 septembre avec $2\,377 \pm 45$, $1\,895 \pm 291$ moules/collecteur à 8 m du fond. L'abondance des moules tend à être plus élevée à 8 m du fond (tableau 3).

Le principal pic de hiatelles a été obtenu sur les collecteurs immergés le 12 septembre avec $1\,116 \pm 350$, 387 ± 121 et

Tableau 3. Nombre d'individus (moyenne $\pm$ s.e.) par collecteur immergé à différentes profondeurs (2, 5, et 8 m du fond) pour une période d'environ une semaine en 2006.

Profondeur	Période d'immersion	Anomie	Étoile de mer	Hiatelle	Moule	Pétoncle
2 m	06-12 sept	1,3 $\pm$ 0,3 ^e	0,7 $\pm$ 0,7	230,0 $\pm$ 65,4 ^b	37,0 $\pm$ 2,0 ^{cd}	0 ^d
	12-21 sept	68,3 $\pm$ 8,9 ^a	3,7 $\pm$ 0,7	1115,7 $\pm$ 350,3 ^a	489,7 $\pm$ 430,8 ^{ab}	0,7 $\pm$ 0,3 ^d
	21-27 sept	2,7 $\pm$ 0,3 ^d	2,0 $\pm$ 0,0	162,7 $\pm$ 36,5 ^b	164,7 $\pm$ 30,8 ^{ab}	1,7 $\pm$ 0,9 ^{cd}
	27 sept-04 oct	40,3 $\pm$ 11,4 ^b	2,0 $\pm$ 0,6	214,7 $\pm$ 7,2 ^b	58,3 $\pm$ 16,4 ^{bcd}	16,0 $\pm$ 1,0 ^b
	04-09 oct	10,7 $\pm$ 4,2 ^c	0	46,0 $\pm$ 6,9 ^d	21,0 $\pm$ 1,5 ^d	1,7 $\pm$ 0,7 ^{cd}
	09-16 oct	0 ^f	0	81,7 $\pm$ 3,7 ^c	21,7 $\pm$ 5,2 ^d	22,3 $\pm$ 0,9 ^{ab}
	16-23 oct	2,3 $\pm$ 0,7 ^d	0	13,7 $\pm$ 0,7 ^e	26,0 $\pm$ 2,0 ^{cd}	52,7 $\pm$ 6,3 ^a
	23 oct-01 nov	0 ^f	0	7,3 $\pm$ 0,7 ^f	177,0 $\pm$ 19,9 ^a	2,3 $\pm$ 1,5 ^{cd}
	01-06 nov	0,7 $\pm$ 0,3 ^{ef}	0	3,3 $\pm$ 0,9 ^g	2,3 $\pm$ 0,9 ^e	1,7 $\pm$ 1,7 ^d
	06-14 nov	0 ^f	0	5,7 $\pm$ 1,2 ^{fg}	72,7 $\pm$ 12,2 ^{abc}	6,0 $\pm$ 2,9 ^c
5 m	14-21 nov	0 ^f	0	4,0 $\pm$ 1,0 ^g	27,7 $\pm$ 11,3 ^{cd}	1,0 $\pm$ 0,0 ^d
	06-12 sept	1,0 $\pm$ 1,0 ^{cd}	1,0 $\pm$ 0,6	112,0 $\pm$ 14,6 ^{ab}	620,7 $\pm$ 141,0 ^a	0,3 $\pm$ 0,3 ^e
	12-21 sept	9,0 $\pm$ 2,9 ^b	5,7 $\pm$ 1,5	386,7 $\pm$ 120,6 ^a	639,0 $\pm$ 108,8 ^a	5,3 $\pm$ 1,2 ^c
	21-27 sept	27,7 $\pm$ 25,7 ^b	1,0 $\pm$ 0,6	77,3 $\pm$ 43,4 ^b	216,3 $\pm$ 94,5 ^b	1,0 $\pm$ 0,6 ^e
	27 sept-04 oct	34,7 $\pm$ 1,3 ^a	2,3 $\pm$ 0,7	66,0 $\pm$ 20,8 ^b	86,0 $\pm$ 24,1 ^c	18,3 $\pm$ 4,8 ^b
	04-09 oct	1,7 $\pm$ 0,3 ^{bcd}	0	29,7 $\pm$ 7,8 ^b	23,3 $\pm$ 0,7 ^{de}	4,0 $\pm$ 2,1 ^c
	09-16 oct	0,7 $\pm$ 0,7 ^{cd}	0	44,3 $\pm$ 9,0 ^b	26,0 $\pm$ 2,5 ^d	41,3 $\pm$ 2,7 ^a
	16-23 oct	4,0 $\pm$ 2,5 ^{bc}	0	4,0 $\pm$ 3,0 ^c	28,0 $\pm$ 5,5 ^d	64,7 $\pm$ 2,9 ^a
	23 oct-01 nov	0,3 $\pm$ 0,3 ^{cd}	0	1,7 $\pm$ 0,7 ^c	98,3 $\pm$ 14,2 ^{bc}	1,7 $\pm$ 0,9 ^{de}
	01-06 nov	0,3 $\pm$ 0,3 ^{cd}	0	2,0 $\pm$ 1,0 ^c	3,0 $\pm$ 0,6 ^f	1,7 $\pm$ 0,9 ^{de}
8 m	06-14 nov	0,3 $\pm$ 0,3 ^{cd}	0	0,7 $\pm$ 0,3 ^c	27,7 $\pm$ 5,2 ^d	4,7 $\pm$ 0,3 ^c
	14-21 nov	0 ^d	0	2,0 $\pm$ 1,0 ^c	13,0 $\pm$ 4,2 ^e	0,7 $\pm$ 0,3 ^e
	06-12 sept	0,5 $\pm$ 0,4 ^b	3,5 $\pm$ 1,2	15,0 $\pm$ 0,0 ^b	2376,5 $\pm$ 44,5 ^a	0 ^g
	12-21 sept	5,3 $\pm$ 2,6 ^a	14,3 $\pm$ 3,2	96,3 $\pm$ 8,0 ^a	1895,3 $\pm$ 290,3 ^a	5,0 $\pm$ 1,2 ^{cd}
	21-27 sept	0 ^b	2,3 $\pm$ 1,3	7,3 $\pm$ 2,2 ^{bc}	530,7 $\pm$ 8,8 ^b	4,3 $\pm$ 0,9 ^{cd}
	27 sept-04 oct	3,3 $\pm$ 1,2 ^a	1,0 $\pm$ 0,6	7,3 $\pm$ 1,5 ^{bc}	761,3 $\pm$ 122,8 ^b	15,0 $\pm$ 2,1 ^{ab}
	04-09 oct	0,7 $\pm$ 0,3 ^b	0	11,0 $\pm$ 2,5 ^b	31,0 $\pm$ 6,5 ^c	7,0 $\pm$ 0,6 ^{bc}
	09-16 oct	0 ^b	0,3 $\pm$ 0,3	5,7 $\pm$ 4,7 ^{cd}	31,3 $\pm$ 3,8 ^c	32,7 $\pm$ 12,7 ^a
	16-23 oct	0 ^b	0	1,7 $\pm$ 0,9 ^{de}	28,0 $\pm$ 5,5 ^c	29,7 $\pm$ 2,6 ^a
	23 oct-01 nov	0 ^b	0	0,3 $\pm$ 0,3 ^e	21,0 $\pm$ 4,2 ^c	2,3 $\pm$ 0,3 ^{de}
	01-06 nov	1,0 $\pm$ 0,6 ^b	0	0 ^e	4,3 $\pm$ 1,7 ^d	1,0 $\pm$ 0,6 ^{efg}
	06-14 nov	0 ^b	0	0 ^e	20,0 $\pm$ 4,0 ^c	0,7 $\pm$ 0,3 ^{fg}
	14-21 nov	0 ^b	0	0 ^e	3,3 $\pm$ 0,3 ^d	1,3 $\pm$ 0,9 ^{ef}

Note : Les lettres en exposant signifient que les moyennes sont significativement différentes. Ces lettres sont basées sur le test *post hoc* de Tuckey.

96 $\pm$ 8 hiatelles/collecteur à 2, 5 et 8 m du fond, respectivement. L'abondance des hiatelles tend à être plus élevée à 2 m du fond (tableau 3).

Les principaux pics d'anomies ont été observés à 2 m du fond dans les collecteurs immergés le 12 septembre avec 68 $\pm$ 9 anomies/collecteur; à 5 m du fond le 27 septembre avec 35 $\pm$ 1 anomies/collecteur. À 8 m du fond, aucun pic de collecte n'a été observé puisque les taux de collecte ont été inférieurs à six anomies/collecteur pour toutes les dates du suivi (tableau 3).

Le principal pic d'étoiles de mer a été noté sur les collecteurs mis à l'eau le 12 septembre avec 14 $\pm$ 3 étoiles/collecteur à 8 m du fond. Très peu d'étoiles de mer ont été captées à 2 et 5 m du fond ($\leq$ 5 individus/collecteur) pour toutes les dates du suivi (tableau 3).

3.4 Suivi de la collecte cumulative

Pour la collecte cumulative, des collecteurs immergés à trois dates différentes en 2006 ont été récupérés en août et octobre 2007. Les résultats indiquent qu'il y a une interaction significative entre la date d'immersion et la date de récupération pour les pétoncles. La collecte cumulative diffère significativement avec la date d'immersion pour les pétoncles et les espèces associées. Elle diffère également avec la date de récupération pour les pétoncles (tableau 4).

Tableau 4. Résultats des analyses de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion et la date de récupération des collecteurs sur la collecte cumulative en 2006-2007. (Il n'y a pas de résultat présenté pour les étoiles de mer, car l'abondance était souvent = 0).

Espèce	Source de variation	dl	F	p
Pétoncle ^Δ	Date d'immersion	2	549,24	<0,0001
	Date de récupération	1	15,19	0,0004
	Date d'immersion *	2	17,97	<0,0001
	Date de récupération	2		
	Erreur	78		
Hiatelle ^Δ	Date d'immersion	2	251,23	<0,0001
	Date de récupération	1	3,73	0,0706
	Date d'immersion *	2	3,99	0,0501
	Date de récupération	2		
	Erreur	43		
Moule ^Δ	Date d'immersion	2	48,70	<0,0001
	Date de récupération	1	0,53	0,4766
	Date d'immersion *	2	0,36	0,7040
	Date de récupération	2		
	Erreur	43		
Anomie ^Δ	Date d'immersion	2	26,22	<0,0001
	Date de récupération	1	1,08	0,3138
	Date d'immersion *	2	1,72	0,2218
	Date de récupération	2		
	Erreur	43		

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

Puisqu'il y a une interaction significative entre la date de récupération et la date d'immersion pour le pétoncle, l'effet de la date d'immersion sur la collecte cumulative a été testé selon les deux dates de récupération prises séparément (tableau 5).

Tableau 5. Résultats des analyses de variance (ANOVA) évaluant l'effet de la date d'immersion des collecteurs sur la collecte cumulative des pétoncles en 2006-2007 pour chaque date de récupération des collecteurs prise séparément. Pour chaque comparaison, dl = 2 et 27.

Espèce	Date de récupération	F	p
Pétoncle ^Δ	août 2007	347,62	<0,0001
	octobre 2007	232,20	<0,0001

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

La collecte cumulative des pétoncles a été significativement plus élevée pour les dates d'immersion du 15 septembre et du 8 octobre 2006 dans les collecteurs récupérés au mois d'août 2007 et pour la date d'immersion du 8 octobre 2006, dans les collecteurs récupérés au mois de novembre 2007. Pour les espèces associées, la collecte cumulative a été significativement meilleure lorsque les collecteurs ont été immergés le 15 septembre 2006 (tableau 6). Cependant, le ratio pétoncles vs espèces associées a été plus élevé lorsque les collecteurs ont été immergés le 8 octobre 2006.

4. Discussion

4.1 Ponte du pétoncle géant

La période de ponte du pétoncle géant peut varier légèrement d'une année à l'autre. En 2006, une ponte partielle assez importante a eu lieu sur le fond du Sud-Ouest entre le 8 août et le 14 août et la ponte principale a commencé entre le 29 août et le 6 septembre et s'est poursuivie au-delà du 12 septembre, date du dernier échantillonnage. Le relâchement des gamètes peut être relié à certains facteurs physiques et chimiques tels que : choc mécanique ou choc de température, photopériode, intensité de la lumière, quantité de nourriture, présence de produits sexuels relâchés dans l'eau de mer, cycle de marée (Parsons *et al.*, 1992; Himmelman, 1999). Un changement brusque de température déclenche souvent la ponte (Naidu, 1970; Cullinney, 1974; Bonardelli *et al.*, 1996). En 2006, la température à deux mètres du fond a fluctué de façon marquée entre le 8 août et le 6 septembre. Elle pouvait passer de 4 à 12 °C en quelques jours. La ponte peut aussi être déclenchée par une augmentation de la concentration en phytoplancton (Couturier, 1994; Dadswell et Parsons, 1994). En 2006, la concentration en chlorophylle-a entre 2 et 8 m du fond a augmenté entre le 14 août et le 29 août et entre 19 septembre et le 27 septembre. Ces variations peuvent avoir joué un rôle dans le déclenchement de la ponte principale du pétoncle.

4.2 Collecte hebdomadaire

En 2006, la période de fixation a eu lieu entre quatre et neuf semaines après la ponte partielle du pétoncle géant. Le pic de fixation a été observé sur les collecteurs immergés le 9 octobre et le 16 octobre, soit cinq et six semaines après la ponte principale. À partir du 23 octobre, très peu de pétoncles se sont fixés sur les collecteurs immergés pour une semaine. Les pics de hiatelles, de moules et d'anomies ont été observés deux semaines avant le premier pic des pétoncles. La collecte du pétoncle a été plus importante à 5 m du fond. Certaines années, comme en 2004 et 2005, la collecte fut meilleure à 2 m du fond, tandis que d'autres années comme en 2003, elle fut meilleure à 8 m du fond. Par conséquent, si les producteurs veulent utiliser le suivi de la collecte hebdomadaire comme outil pour cibler la meilleure période d'immersion des collecteurs, il est préférable qu'ils maintiennent l'échantillonnage à trois profondeurs de façon à couvrir toute la partie de la colonne d'eau où leurs collecteurs sont immergés.

Pour les pétoncles, on a observé une première présence significative sur les collecteurs récupérer le 4 octobre. En commençant l'immersion des collecteurs commerciaux à partir du 4 octobre, soit la 3^e semaine suivant la ponte principale ou la 6^e semaine suivant la ponte partielle observée sur le FSO, les pectiniculteurs auraient évité un pic de collecte de moules, de hiatelles et d'anomies qui a eu lieu deux semaines avant cette première présence de pétoncles. Grâce au suivi de la collecte hebdomadaire, il est donc possible de cibler une fenêtre optimale d'immersion des collecteurs afin de réduire l'abondance des espèces indésirables tout en maintenant une bonne collecte de pétoncles juvéniles.

Tableau 6. Nombre de pétoncles (moyenne $\pm$ s.e) retrouvés sur les collecteurs immergés en 2006 et récupérés en 2007.

Date de récupération	Date d'immersion	Pétoncle	Hiatelle	Moule	Anomie	Étoile de mer	Ratio
Août 2007	15 septembre	611 $\pm$ 72 ^a	3 527 $\pm$ 377 ^a	4 018 $\pm$ 781 ^a	616 $\pm$ 162 ^a	8 $\pm$ 0	0,08
	8 octobre	521 $\pm$ 69 ^a	1 882 $\pm$ 837 ^b	1 523 $\pm$ 849 ^b	256 $\pm$ 152 ^b	0	0,14
	2 novembre	33 $\pm$ 7 ^b	178 $\pm$ 27 ^c	270 $\pm$ 34 ^c	61 $\pm$ 16 ^c	0	0,06
Novembre 2007	15 septembre	275 $\pm$ 78 ^b	2 569 $\pm$ 205 ^a	3 219 $\pm$ 519 ^a	334 $\pm$ 64 ^a	15 $\pm$ 13	0,04
	8 octobre	489 $\pm$ 42 ^a	932 $\pm$ 56 ^b	880 $\pm$ 230 ^b	164 $\pm$ 42 ^b	8 $\pm$ 8	0,25
	2 novembre	52 $\pm$ 7 ^c	208 $\pm$ 18 ^c	295 $\pm$ 51 ^c	73 $\pm$ 13 ^c	27 $\pm$ 14	0,09

Note : Ratio = Nombre moyen de pétoncle/nombre moyen des espèces indésirables. Les lettres en exposant signifient que les moyennes sont significativement différentes. Ces lettres sont basées sur le test *post hoc* de Tuckey.

4.3 Collecte cumulative

Pour l'immersion des collecteurs sur les filières commerciales, les dates ciblées étaient le 15 septembre, le 29 septembre et le 13 octobre soit quatre, six et huit semaines après la ponte partielle du pétoncle géant. La troisième date représentait une date tardive de mise à l'eau des collecteurs qui devait permettre de réduire encore davantage la présence d'espèces indésirables. Comme les conditions météorologiques sont particulièrement rudes à l'automne aux Îles-de-la-Madeleine, la troisième date d'immersion des collecteurs a dû être retardée au 2 novembre, soit dix semaines après la ponte partielle. Par conséquent, cette date très tardive peut expliquer le faible taux de collecte de pétoncles obtenu dans ces collecteurs. Le suivi de la collecte hebdomadaire a d'ailleurs démontré que sur les collecteurs immergés le 1^{er} novembre et récupérés le 6 novembre, soit cinq jours plus tard, très peu de pétoncles s'étaient fixés, la période de fixation étant déjà presque terminée. La meilleure date pour immerger les collecteurs en 2006 était le 8 octobre 2006, soit neuf semaines après la ponte partielle du pétoncle géant et cinq semaines après la ponte principale. Le ratio pétoncle/espèces indésirables était de 0,14 en août 2007 et de 0,25 en novembre 2007. Aucune perte de pétoncle n'a été observée entre le mois d'août et le mois de novembre 2007 sur les collecteurs immergés le 8 octobre 2006 mais les nombres de hiatelles, de moules et d'anomies ont pour leur part diminué de moitié sur ces collecteurs durant la même période. Les causes de cette baisse ne sont pas connues.

Ces résultats démontrent qu'en se fiant au suivi de la collecte hebdomadaire, il aurait été possible de savoir le 4 octobre, en relevant les collecteurs immergés le 27 septembre, que la collecte des pétoncles était commencée et de recommander aux producteurs d'immerger leurs collecteurs, étant donné que le premier pic de collecte des moules et des hiatelles était passé. Cette recommandation aurait permis d'immerger les collecteurs durant la période qui a donné les meilleurs résultats de collecte lorsque les collecteurs ont été récupérés en août et novembre 2007.

5. Conclusion

Les travaux réalisés au cours des quatre dernières années démontrent que le suivi de la collecte hebdomadaire permet de suivre efficacement l'arrivée des différentes cohortes de larves qui se fixent dans les collecteurs. Les données obtenues grâce à ce suivi caractérisent cependant la période durant laquelle

les collecteurs sont immergés. Pour que les producteurs puissent profiter de cet outil, il faut que l'analyse des collecteurs se fasse immédiatement après leur récupération et que les résultats soient communiqués aux producteurs le jour même afin qu'ils puissent tenir compte de ces renseignements pour décider du moment où les collecteurs seront immergés.

En 2006, comme en 2005, en se fiant uniquement au suivi de la ponte, il aurait été difficile aux producteurs de déterminer la meilleure date pour le début de la mise à l'eau des collecteurs compte tenu de la ponte partielle assez importante observée sur le fond du Sud-Ouest. Cependant, en combinant l'information du suivi de la ponte et celle provenant de la collecte hebdomadaire, il a été possible en 2006 de déterminer une période d'immersion des collecteurs commerciaux qui a permis d'obtenir un bon taux de collecte des pétoncles tout en réduisant la collecte des espèces indésirables. Il est donc justifié d'inclure le suivi de la collecte hebdomadaire dans un programme de monitoring visant à aider les producteurs à optimiser leurs opérations de collecte.

6. Références

- Bonardelli, J. C., J. H. Himmelman, K. Drinkwater. 1996. Relation of spawning of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, to temperature fluctuations during downwelling events. *Mar. Biol.*, 124: 637-649.
- Couturier, C.Y. 1994. Spawning in sea scallops, *Placopecten magellanicus*. Vol 1 : 138-146 In: Bourne, B.F., B.L. Bunting and L.D. Townsend (eds). *Proceedings of the 9th International Pectinid Workshop*, Nanaimo, B.C., Canada, April 22-27, 1993. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 222 pp.
- Culliney, J. L. 1974. Larval development of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Biol. Bull.*, 147: 321-332.
- 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 Sciences. Îles de la Madeleine (Québec): Université du Québec à Rimouski. xxii + 152 pp.
- Dadswell, M.J., G.J. Parsons. 1994. Reproduction and recruitment dynamics of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*, in the Canadian Maritimes. Vol. 1 : 147. In: Bourne, B.F., B.L. Bunting and L.D. Townsend (eds). *Proceedings of the 9th International Pectinid Workshop*, Nanaimo, B.C., Canada, April 22-27, 1993. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 222 pp.

- Himmelman, J.H. 1999. Spawning, marine invertebrates. Encyclopedia of reproduction, 4: 524-533.
- Naidu, K. S. 1970. Reproduction and breeding cycle of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in Port au Port Bay, Newfoundland. Can. J. Zool., 48: 1003-1012.
- Parsons, G.J., S.M.C. Robinson, R.A. Chandler, L.-A. Davidson, M. Lanteigne, M.J. Dadswell. 1992. Intra-annual and long-term patterns in the reproduction cycle of giant scallops *Placopecten magellanicus* (Bivalvia: Pectinidae) from Passamaquoddy Bay, New Brunswick, Canada. Mar. Ecol. Prog. Ser., 80: 203-214.

