

SYNTHÈSE DES TRAVAUX RÉALISÉS ENTRE 1986 ET 1994 SUR LE CAPTAGE DU NAISSAIN DE PÉTONCLES AUX ÎLES-DE-LA-MADELEINE

M. Giguère, G. Cliche et S. Brulotte

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

1995

**Rapport technique canadien
des sciences halieutiques et aquatiques 2061**



Pêches
et Océans

Fisheries
and Océans

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

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

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

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

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

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

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

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

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

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 2061

1995

SYNTHÈSE DES TRAVAUX RÉALISÉS ENTRE 1986 ET 1994 SUR LE CAPTAGE
DU NAISSAIN DE PÉTONCLES AUX ÎLES-DE-LA-MADELEINE

M. Giguère, G. Cliche¹ et S. Brulotte²

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

¹ Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction de la recherche scientifique et technique, C. P. 658, Cap-aux-Meules (Québec), G0B 1B0

² 101, 4^e rang est, Mont-Joli (Québec), G5H 3K6

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1995
No de cat. Fs 97-6/2061F 0706-6570

On devra citer la publication comme suit:

Giguère, M., G. Cliche et S. Brulotte. 1995. Synthèse des travaux réalisés entre 1986 et 1994 sur le captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2061: xii + 71 p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES ANNEXES	ix
RÉSUMÉ	x
ABSTRACT	xi
PRÉFACE	xii
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	2
CAPTAGE EN MILIEU NATUREL	2
Site d'étude	2
Données physiques	3
Température	3
Courants	3
Géniteurs	4
Larves	5
Postlarves	5
Généralités	5
Espèces associées et période de fixation	6
Distribution spatiale et temporelle	7
Distribution verticale	7
Comparaison des collecteurs	8
Traitements statistiques	9
PRODUCTION SEMI-CONTRÔLÉE	9
RÉSULTATS ET DISCUSSION	10
CAPTAGE EN MILIEU NATUREL	10
Données physiques	10
Température	10
Courants	11
Géniteurs	12
Larves	14

Postlarves	15
Espèces associées et période de fixation	16
Distribution spatiale et temporelle	17
Distribution verticale	21
Comparaison des collecteurs	21
Rétention et mortalité	23
PRODUCTION SEMI-CONTRÔLÉE	24
DISCUSSION GÉNÉRALE	25
REMERCIEMENTS	28
RÉFÉRENCES	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Échéancier des travaux effectués de 1986 à 1994 aux Îles-de-la-Madeleine reliés aux géniteurs, aux larves de pétoncle, à la diversité et à l'abondance des espèces associées, aux variations spatiales (horizontale) et verticales du captage du naissain de pétoncles et à l'efficacité de la quantité et du type de matériau utilisé comme collecteur.	2
Tableau 2.	Plan d'échantillonnage réalisé en 1993 dans la lagune de la Grande-Entrée aux Îles-de-la-Madeleine.	10
Tableau 3.	Période de la ponte du pétoncle géant sur les fonds de pêche au pétoncle aux Îles-de-la-Madeleine.	13
Tableau 4.	Taille moyenne des larves de pétoncle récoltées à neuf stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.	15
Tableau 5.	Densité (nombre-collecteur ⁻¹) et proportion relative (%) des différents organismes présents dans les collecteurs immergés à la station 17 et récupérés le 28 novembre 1994.	17
Tableau 6.	Densité moyenne des pétoncles (postlarves-collecteur ⁻¹ ± un écart-type) dans les collecteurs récupérés à l'automne aux Îles-de-la-Madeleine.	18
Tableau 7.	Taille moyenne (mm ± un écart-type) et nombre des postlarves de pétoncle mesurées à l'automne aux Îles-de-la-Madeleine.	20

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Localisation des vingt-cinq stations d'échantillonnage et des quatre fonds de pêche au pétoncle aux Îles-de-la-Madeleine.	34
Figure 2.	Illustration des trois types de support utilisés en 1992 et en 1993 pour le captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine.	35
Figure 3.	Localisation des pétoncles géants adultes (station A) et des stations d'échantillonnage des larves et des postlarves (A, B, C, D et E) dans la lagune de la Grande-Entrée en 1993 aux Îles-de-la-Madeleine.	36
Figure 4.	Température de l'eau à 1 m du fond par secteur d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.	37
Figure 5.	Profils de température et de salinité mesurés avec un thermosalinomètre à différentes stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.	38
Figure 6.	Trajet effectué par une bouée dérivante télémétrique en septembre et octobre 1994 aux Îles-de-la-Madeleine.	39
Figure 7.	Composantes méridionale (est-ouest) et zonale (nord-sud) de la vitesse de la bouée (B_U et B_V) et de son estimé (E_U et E_V) calculé à partir des composantes méridionale et zonale de la vitesse du vent (W_X et W_Y) en 1994.	40
Figure 8.	Direction et vitesse des courants mesurées à deux stations d'échantillonnage en 1993 et en 1994 aux Îles-de-la-Madeleine.	41
Figure 9.	Répartition géographique du pétoncle géant et du pétoncle d'Islande autour des Îles-de-la-Madeleine. Données provenant de levés de recherche et de données commerciales recueillies par le ministère des Pêches et des Océans.	42
Figure 10.	Rapport gonado-somatique (RGS) des pétoncles géants provenant du fond de pêche de la Chaîne-de-la-Passe et des pétoncles d'Islande provenant du fond de pêche de l'Étang-du-Nord en 1990 et en 1991 aux Îles-de-la-Madeleine	43
Figure 11.	Densité des larves de pétoncle recueillies en 1994 aux Îles-de-la-Madeleine.	44

Figure 12.	Structure de taille des larves de pétoncle recueillies à neuf stations d'échantillonnage en 1994 aux Îles-de-la-Madeleine.	45
Figure 13.	Proportion relative des différentes espèces ou groupes d'espèces dans les collecteurs à six stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine. A) Toutes les espèces; B) Seulement les bivalves.	46
Figure 14.	Densité des principales espèces de bivalves dans les collecteurs à six stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine et période d'immersion des collecteurs.	47
Figure 15.	Densité des postlarves de pétoncle dans les collecteurs à sept stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine et période d'immersion des collecteurs.	48
Figure 16.	Densité des postlarves de pétoncle dans les collecteurs récupérés à l'automne aux Îles-de-la-Madeleine.	49
Figure 17.	Relation entre la densité des postlarves de pétoncle et la profondeur des stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.	50
Figure 18.	Structure de taille des postlarves de pétoncle dans les collecteurs récupérés à l'automne, par secteur d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.	51
Figure 19.	Densité des postlarves de pétoncle selon la profondeur des collecteurs aux Îles-de-la-Madeleine. A) 1992; B) 1994.	52
Figure 20.	Densité des postlarves de pétoncle (+ un écart-type) selon le type de collecteur utilisé. A) Récupération à l'automne 1992; B) Récupération au printemps 1993.	53
Figure 21.	Densité des postlarves de pétoncle (postlarves-collecteur ⁻¹ + un écart-type) selon la surface de captage du support utilisé dans les collecteurs. A) Récupération à l'automne 1993; B) Récupération au printemps 1994.	54
Figure 22.	Densité des postlarves de pétoncle (postlarves·m ⁻² + un écart-type) selon la surface de captage du support utilisé dans les collecteurs. A) Récupération à l'automne 1993; B) Récupération au printemps 1994.	55

Figure 23. Densité des postlarves de pétoncle (+ un écart-type) dans les collecteurs récupérés à l'automne et au printemps suivant aux Îles-de-la-Madeleine. 56

Figure 24. A) Température de l'eau; B) Rapport gonado-somatique (RGS); et C) Taux de survie des pétoncles géants mis en cage dans la lagune de la Grande-Entrée en 1993 aux Îles-de-la-Madeleine. 57

Figure 25. Densité des larves et des postlarves de pétoncle échantillonnées dans la lagune de la Grande-Entrée en 1993 aux Îles-de-la-Madeleine. 58

Figure 26. Structure de taille des larves et des postlarves de pétoncle à cinq stations d'échantillonnage dans la lagune de la Grande-Entrée en 1993 aux Îles-de-la-Madeleine. 59

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1.	Position et profondeur des stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.	60
Annexe 2.	Instruments utilisés pour la mesure de la température de l'eau par secteur d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.	61
Annexe 3.	Représentation schématique des deux types de filière utilisés lors des expériences de captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine.	62
Annexe 4.	Dates d'immersion et de récupération des collecteurs placés en 1990, en 1991 et en 1994 pour l'identification des périodes de fixation du pétoncle et des espèces associées aux Îles-de-la-Madeleine.	63
Annexe 5.	Dates d'immersion et de récupération des collecteurs placés de 1986 à 1994 pour le suivi de la distribution spatiale et temporelle des postlarves de pétoncle aux Îles-de-la-Madeleine.	64
Annexe 6.	Liste complète des espèces présentes dans les collecteurs du 27 mai 1990 au 12 juin 1991 à six stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.	67
Annexe 7.	Nombre des postlarves de pétoncle par collecteur, densité (\pm un écart-type) et taille moyenne (\pm un écart-type) de 1990 à 1994 aux Îles-de-la-Madeleine.	69

RÉSUMÉ

Giguère, M., G. Cliche et S. Brulotte. 1995. Synthèse des travaux réalisés entre 1986 et 1994 sur le captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2061: xii + 71 p.

Plusieurs expériences ont été effectuées dans le cadre du programme de REcherche sur le Pétoncle à des fins d'Élevage et de Repeuplement (REPERE). L'objectif principal de ces études était de mieux connaître le captage du naissain de pétoncles en milieu naturel, afin de procéder à l'ensemencement et au repeuplement du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*, Gmelin) sur les fonds de pêche des Îles-de-la-Madeleine. Le site d'étude était localisé au sud-ouest des Îles-de-la-Madeleine à des profondeurs variant entre 10 et 45 m. Les données concernant le déplacement de la masse d'eau sur le site d'étude ont été recueillies à l'aide d'une bouée dérivante télémétrique et de courantomètres. Les larves de pétoncle ont été échantillonnées au moyen d'un filet à plancton et les postlarves de pétoncle ont été captées dans des collecteurs artificiels. Les géniteurs de pétoncle géant étaient situés principalement sur les fonds de pêche de la Chaîne-de-la-Passe, de l'Étang-du-Nord et du Dix-Milles. La période de la ponte s'étendait généralement sur environ deux semaines entre la mi-août et la mi-septembre. Au début septembre 1994, les densités larvaires ont atteint un maximum de 149 larves·m⁻³ près des fonds de pêche pour ensuite se maintenir entre 0 et 30 larves·m⁻³ jusqu'à la mi-octobre. Les larves échantillonnées mesuraient entre 105,8 et 292,5 µm et leur structure de taille était caractérisée par plusieurs modes. L'orientation dominante des courants sur le site d'étude étant du nord-est vers le sud-ouest, ceci entraînerait un mélange des larves entre les fonds de pêche. Le mouvement des courants marins suggérait deux zones de rétention présentes surtout durant le mois de septembre, l'une située dans le secteur Sud-Ouest et l'autre située dans le secteur Étang-du-Nord. Le pic de fixation du pétoncle était généralement observé en octobre. Les collecteurs ont donc été immergés vers la mi-septembre et récupérés en décembre pour minimiser la fixation des espèces indésirables comme la moule bleue (*Mytilus edulis*, L.) et la saxicave arctique (*Hiatella arctica*, L.). Plusieurs variables sont susceptibles d'affecter le succès de captage du naissain de pétoncles, notamment la proximité des géniteurs, la durée de la ponte, les courants marins, la localisation géographique des collecteurs et leur position dans la colonne d'eau. Les densités des postlarves de pétoncle variaient entre 62 et 2 071 postlarves par collecteur selon les années. Les résultats obtenus jusqu'à maintenant sur les mouvements de la masse d'eau, la localisation des géniteurs et celle des larves suggèrent que les secteurs Étang-du-Nord et Chaîne-de-la-Passe devraient être favorisés lors du captage du naissain. Toutefois, le secteur Sud-Ouest situé en amont du site d'étude semble plus propice pour le captage. L'absence d'un substrat naturel adéquat pour la fixation des larves de pétoncle dans le secteur Sud-Ouest (secteur principalement sablonneux) pourrait expliquer le succès de captage élevé dans les collecteurs artificiels. D'autre part, la profondeur optimale pour le captage semble se situer entre 16 et 25 m. Il est donc possible que les collecteurs situés dans les secteurs Étang-du-Nord et Chaîne-de-la-Passe soient trop profonds pour un captage élevé. Après des essais effectués sur différents supports, le Netron™ s'avère un support alternatif intéressant.

ABSTRACT

Giguère, M., G. Cliche et S. Brulotte. 1995. Synthèse des travaux réalisés entre 1986 et 1994 sur le captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2061: xii + 71 p.

Part of the research program on scallop farming and restocking (REPERE), involved several experimental collections of wild scallop spat in Îles-de-la-Madeleine. These studies were to precede seeding and restocking of sea scallops (*Placopecten magellanicus*, Gmelin) on fishing grounds in the area. The study site included 25 sampling stations located southwest of Îles-de-la-Madeleine at depths of 10 to 45 m. Movements of the water mass were investigated using a transmitting drifter buoy and current meters. Scallop larvae were sampled using a plankton net, and scallop spat were collected with artificial collectors. Sea scallop genitors occur mainly on the Chaîne-de-la-Passe, Étang-du-Nord, and Dix-Milles fishing grounds. Sea scallops usually spawn during a two week period between mid-August to mid-September. In 1994, the density of larvae was maximal at the beginning of September with up to 149 larvae·m⁻³ obtained near the fishing grounds; densities then decreased and varied from 0 to 30 larvae·m⁻³ until mid-October. The size of the larvae ranged from 105,8 to 292,5 µm, and the size frequency showed several modes. Currents over the study site were directed from northeast to southwest, which would bring about a mixing of larvae between fishing beds. From the information obtained on the marine currents, two retention zones, particularly during September, were observed: one in the Sud-Ouest area, the other in the Étang-du-Nord area. The peak spat settlement period is usually in October. Collectors were set in mid-October and recuperated in December in order to minimize settlement of undesirable species such as the blue mussel (*Mytilus edulis*, L.) and the arctic saxicave (*Hiatella arctica*, L.). Several factors affect the success of scallop spat settlement: proximity to genitors, length of spawning period, marine currents, the location of collectors and their position in the water column. The density of spat was usually higher in Sud-Ouest area where it varied from 62 to 2 071 spat·collector⁻¹, depending on the year. However, the results obtained up to now on movements of the water mass, the location of genitors and concentrations of larvae indicate that the best places for spat collection are in the Étang-du-Nord and Chaîne-de-la-Passe areas. In Sud-Ouest area (mostly a sandy bottom), the lack of adequate natural substrate for scallop spat settlement would probably explain the success of artificial collectors in this area. The position of collectors in the water column for optimal spat collecting success appears to be 16 to 25 m below the surface. The collectors in the Étang-du-Nord and Chaîne-de-la-Passe areas may have been too deep for optimal collecting success. Of the different substrates used in the collectors, Netron™ was found to be an efficient substrate for scallop spat.

PRÉFACE

Les travaux présentés dans ce document ont été réalisés en étroite collaboration avec le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) et l'Association des Pêcheurs de Pétoncles des Îles-de-la-Madeleine (APPIM), dans le cadre du programme de REcherche sur le Pétoncle à des fins d'Élevage et de REpeuplement (REPERE). Ce document regroupe l'ensemble des connaissances acquises entre 1986 et 1994 sur le captage du naissain de pétoncles et se veut un guide pratique pour tout intervenant du milieu intéressé à de tels travaux. Nous sommes conscients que les informations présentées dans ce document peuvent parfois sembler incomplètes, des travaux sont présentement en cours pour tenter d'éclaircir ces points. Malgré ces lacunes, nous avons choisi de publier les informations acquises jusqu'à maintenant pour les rendre disponibles à l'industrie.

INTRODUCTION

La pectiniculture a été développée au Japon à la suite de baisses importantes des stocks naturels de pétoncle résultant d'une surpêche. De 1935 à 1965, les Japonais mirent au point des techniques de captage du naissain et de la culture du pétoncle japonais, *Patinopecten yessoensis* (Jay) (Ventilla 1982, Ito et Byakuno 1991). Depuis les années 1970, d'autres pays se sont intéressés à ce type d'élevage étant donné l'importance commerciale du pétoncle et le succès obtenu par les Japonais. Des essais ont donc été entrepris par différentes équipes de recherche (Australie, Canada, États-Unis, France, Mexique, etc..) pour évaluer les possibilités d'utiliser les techniques japonaises pour l'élevage d'autres espèces de pétoncle (Buestel *et al.* 1979, Wallace 1982, Hortle et Cropp 1987, Brand *et al.* 1991, Felix-Pico 1991, Paul 1991, Thorarinsdóttir 1991, Young *et al.* 1992). De tels travaux ont été réalisés avec le pétoncle géant, *Placopecten magellanicus* (Gmelin), dans l'est du Canada. Ainsi, quelques fermes d'élevage commercial du pétoncle géant ont vu le jour à la fin des années 1980 à Terre-Neuve (Dabinett et Couturier 1994). D'autres auteurs ont décrit en détail les méthodes utilisées pour l'élevage du pétoncle géant dans l'est du Québec et les provinces maritimes (Naidu 1978, Bernard 1992, Naidu et Cahill 1986, Young-Lai et Aiken 1986, Dadswell et Parsons 1991). De plus, quelques travaux ont porté sur la possibilité d'utiliser du naissain produit en éclosérie-nurserie pour l'élevage du pétoncle (Buestel *et al.* 1977, Buestel *et al.* 1982, Le Pennec 1982, Bourne *et al.* 1989, Bourne et Hodgson 1991).

La maîtrise des techniques d'approvisionnement en jeunes pectinidés a fait l'objet d'une attention particulière. Plusieurs types de matériau ont été essayés ou sont utilisés pour la fabrication des collecteurs artificiels, comme par exemple des branches de cèdre, des fragments de coquilles, des hydrozoaires (Ventilla 1982, Ito et Byakuno 1991), des pellicules de polyéthylène (Naidu et Scaplen 1976, Naidu 1978), du Netlon (Buestel *et al.* 1979, Brand *et al.* 1980, Ventilla 1982). Toutefois, l'utilisation de monofilament (filet maillant) à diverses densités et constitué de fils de diamètres variés est très répandue (Naidu et Cahill 1986, Young-Lai et Aiken 1986, Hortle et Cropp 1987, Dadswell et Parsons 1991, Thorarinsdóttir 1991, Young *et al.* 1992). Le moment et la durée d'immersion des collecteurs, la densité et le type de matériau utilisé pour la fabrication des collecteurs et la localisation des collecteurs (verticale et horizontale) sont autant de variables pouvant affecter le succès de captage (Brand *et al.* 1980, Wallace et Reinsnes 1984, Dadswell et Parsons 1991, Ambrose *et al.* 1992, Pouliot 1993). Cependant, les connaissances concernant spécifiquement le captage en milieu naturel du naissain de pétoncles géants ainsi que les facteurs affectant ce captage sont assez limités.

Les populations de pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*, Gmelin) et de pétoncle d'Islande (*Chlamys islandica*, O. F. Müller) des Îles-de-la-Madeleine ont diminué considérablement au cours des dernières décennies. Les débarquements de muscles de pétoncle ont chuté de 357 t en 1969 à 26 t en 1977 et se sont maintenus par la suite entre 19 et 75 t (Giguère *et al.* 1995). Un programme de REcherche sur le Pétoncle à des fins d'Élevage et de REpeuplement (REPERE) a donc été entrepris aux Îles-de-la-Madeleine dans le but de mettre au point une technologie rentable d'ensemencement du pétoncle sur le fond et de rétablir le stock de pétoncle géant (Bastien *et al.* 1993). Le présent document décrit l'ensemble des travaux réalisés de 1990 à 1994 dans le cadre d'un volet portant sur

l'approvisionnement naturel du naissain de pétoncles du programme REPERE ainsi que les travaux préliminaires réalisés de 1986 à 1989. L'objectif principal de ces travaux était de mieux connaître les variables pouvant affecter le succès de captage du naissain de pétoncles géants aux Îles-de-la-Madeleine et de déterminer les facteurs permettant d'optimiser ce captage. La chronologie des différentes expériences effectuées aux Îles-de-la-Madeleine et décrites dans ce document est présentée dans le tableau 1.

Tableau 1. Échéancier des travaux effectués de 1986 à 1994 aux Îles-de-la-Madeleine reliés aux géniteurs, aux larves de pétoncle, à la diversité et à l'abondance des espèces associées, aux variations spatiales (horizontale) et verticales du captage du naissain de pétoncles et à l'efficacité de la quantité et du type de matériau utilisé comme collecteur.

Date	Géniteurs (RGS)	Larves	Postlarves			
			Esp. associées	Spatiale	Verticale	Collecteur*
1986 à 1989				5 stations		
1990	avril à décembre		mai à décembre	20 stations		
1991	avril à septembre		janvier à octobre	20 stations		
1992	août et septembre			20 stations	2 stations	trois matériaux
1993	juillet à septembre			25 stations		trois densités de Netron™
1994	août et septembre	septembre et octobre	septembre à novembre	25 stations	3 stations	Netron™ et sac à oignon

* Deux saisons de récupération des collecteurs, soit à l'automne et au printemps suivant l'immersion

MATÉRIEL ET MÉTHODES

CAPTAGE EN MILIEU NATUREL

Site d'étude

Le site d'étude était localisé dans le golfe du Saint-Laurent, au sud-ouest des Îles-de-la-Madeleine (Figure 1). Il englobait tous les fonds de pêche au pétoncle exploités commercialement, soit les fonds de pêche de l'Étang-du-Nord, de la Chaîne-de-la-Passe et du Dix-Milles. Il incluait également le fond du Sud-Ouest qui a été fermé à la pêche en 1991 et sur lequel ont été effectués des ensemencements expérimentaux en 1992 et en 1993 pour évaluer la dispersion et la prédation des pétoncles géants ensemencés (Cliche *et al.* 1994).

La composition du substrat sur le site d'étude était très variable. Sur les différents fonds de pêche, le substrat était surtout composé de gravier (< 5 cm), de galet (5-20 cm) et de roche (> 20 cm). Sur le fond du Sud-Ouest, le substrat était principalement constitué de gravier et de sable. Dans la baie de Plaisance, le substrat était généralement sablonneux. Ailleurs, c'était un mélange de sable, de galet et de coquilles et de gravier. La dénivellation du fond marin variait entre 10 et 45 m de profond, la zone la plus profonde se situant à la limite sud du site d'étude.

Vingt-cinq stations d'échantillonnage ont été réparties sur le site d'étude (Figure 1). La majorité des stations étaient situées en périphérie des gisements de pétoncle pour ne pas nuire à la pêche commerciale. Leur profondeur variait entre 12 et 39 m, pour une moyenne de 26 m (Annexe 1). Les stations les plus profondes (≥ 35 m) se situaient dans la partie sud-ouest du site. Les stations les moins profondes (< 15 m) étaient localisées principalement dans la baie de Plaisance.

Afin de simplifier la présentation de certains résultats, les stations d'échantillonnage ont parfois été regroupées en quatre secteurs selon leur proximité des fonds de pêche (Figure 1). Ces secteurs étaient: 1) le secteur Étang-du-Nord qui couvrait le fond de l'Étang-du-Nord et les stations 1 à 5 et 25; 2) le secteur Chaîne-de-la-Passe qui regroupait les fonds de la Chaîne-de-la-Passe et du Dix-Milles et les stations 6 à 13; 3) le secteur Sud-Ouest qui englobait le fond du Sud-Ouest et les stations 14 à 18 et 21 à 24; et 4) le secteur de la baie de Plaisance, soit les stations 19 et 20, où il y avait peu de pétoncles indigènes.

Données physiques

Température

De 1990 à 1994, des courantomètres Aanderaa et des thermographes Ryan et Vemco ont été installés à différentes stations sur le site d'étude (Annexe 2). Ces instruments ont été placés à environ 1 m du fond. Une donnée était enregistrée aux 30 minutes pour les courantomètres et à toutes les heures pour les thermographes. Une seule station a été utilisée par secteur et par année. Les données de température ont été regroupées par période de cinq jours pour faciliter leur interprétation. Le 1^{er} et le 9 septembre 1994, des profils de la température de l'eau et de la salinité ont été effectués à différentes stations à l'aide d'un thermosalinomètre (STD-12, Applied Micro System). La température et la salinité étaient enregistrées à tous les 1,5 m.

Courants

Du 1^{er} septembre au 8 octobre 1994, une bouée télémétrique dérivante (Seimac Ltd) a été utilisée pour estimer le déplacement de la masse d'eau sur le site d'étude. L'émetteur (un micro-processeur Motorola MC68HC11A1) était contenu dans une bouée étanche de 38 cm de diamètre fabriquée en fibre de verre. Une pile de 11 Volts DC, incluse dans la bouée, assurait l'autonomie du système. Une deuxième bouée de 22 cm de diamètre était attachée à la première et supportait l'ancre flottante («holey sock drogue»). L'ancre flottante était fabriquée d'un filet de nylon tubulaire de 1 m de diamètre et de 20 m de long jusqu'au 8 septembre, par la suite l'ancre a été raccourcie à 15 m de

long. Les ondes émises par l'émetteur (puissance de 1 W à 401,65 Mhz) étaient captées par les satellites du Service Argos Inc. (Satellite Data Collection and Location) entre 9 et 13 fois par jour. Les informations recueillies étaient la position de la bouée (latitude et longitude), la date, l'heure et la température de l'eau à la surface.

La bouée a été relâchée à trois reprises sur le fond du Sud-Ouest, en amont du site expérimental. Le 1^{er} septembre, la bouée a été larguée à la station 15 et récupérée le 5 septembre (Figure 1). La seconde fois, la bouée a été mise à l'eau le 8 septembre à la même station et la récupération a eu lieu le 26 septembre. La bouée a été relâchée une dernière fois le 1^{er} octobre à la station 16 et elle a été récupérée le 8 octobre.

Pour vérifier l'effet du vent sur le déplacement de la bouée dérivante, des régressions et des corrélations multiples ont été calculées entre les composantes de la vitesse de la bouée et celles du vent. Les données utilisées sur le vent ont été mesurées en septembre et en octobre 1994 à l'aéroport des Îles-de-la-Madeleine (47°15' 61°28') par le ministère de l'Environnement du Canada. Les trajets de la bouée et les données de vent ont été transformés en vitesse et orientation puis décomposés en composantes méridionales (est-ouest) et zonales (nord-sud). Ensuite, les données ont été filtrées (filtre de type Godin «low-pass» avec un «cut-off» de 25 à 35 heures) et réduites à quatre valeurs journalières (Godin 1972). Seules les données couvrant la période du 9 au 25 septembre 1994 étaient complètes et ont été retenues pour cette analyse.

De plus, en 1993 et en 1994, une analyse de la direction et de la vitesse des courants a été effectuée à partir des données recueillies par des courantomètres. En 1993, trois appareils ont été installés, l'un à la station 6 (secteur Chaîne-de-la-Passe) à 18 m de profond et les deux autres à la station 16 (secteur Sud-Ouest) à 7 m et à 12 m de profond. La profondeur totale était de 31 m à la station 6 et de 21 m à la station 16. En 1994, trois courantomètres ont été installés sur ces mêmes stations. Cette fois, deux courantomètres ont été installés à la station 6, soit un à 12 m et un à 25 m de profond. Un troisième appareil a été installé à la station 16 à environ 20 m de profond. Les données utilisées couvraient les mois de septembre et octobre.

Géniteurs

De mai 1990 à septembre 1991, un suivi mensuel du rapport gonado-somatique (RGS) a été effectué, le RGS étant défini comme le ratio en pourcentage du poids humide des gonades sur le poids humide des parties molles restantes. Le but de ces travaux était de préciser la période de la ponte pour les deux espèces de pétoncle présentes aux Îles-de-la-Madeleine. De plus, des pétoncles géants ont été récoltés sur les différents fonds de pêche en 1991 et en 1992 pour évaluer le synchronisme de la ponte entre ces fonds. Finalement, en 1993 et en 1994, un suivi du rapport gonado-somatique des pétoncles géants a été effectué régulièrement de la mi-août à la mi-septembre pour estimer le moment de la ponte.

Les pétoncles géants et les pétoncles d'Islande utilisés pour l'estimation du RGS ont été récoltés par dragages ou par des plongeurs sur les fonds de pêche au pétoncle, incluant le fond du Sud-Ouest.

À chaque échantillonnage, le RGS a été déterminé sur une vingtaine de pétoncles géants ou de pétoncles d'Islande, soit environ 10 individus par sexe.

Larves

Du 1^{er} septembre au 20 octobre 1994, des échantillons de plancton ont été recueillis à neuf stations d'échantillonnage dans le but de connaître la distribution des larves de pétoncle sur le site d'étude. Des traits verticaux ont été effectués sur l'ensemble de la colonne d'eau à l'aide d'un filet à plancton de 4 m de long monté sur un anneau métallique de 1 m de diamètre. Le maillage du filet et du godet était de 80 µm. La distance parcourue lors de chaque trait était mesurée par un débitmètre fixé au centre de l'anneau métallique. Le volume échantillonné à chaque trait a été obtenu en multipliant la longueur du trait vertical (mesurée par le débitmètre) par la surface de l'anneau métallique (0,785 m²).

Les organismes recueillis ont été nettoyés sur des tamis de 350 et 63 µm, le premier tamis ne servant qu'à éliminer les gros organismes. Le contenu du deuxième tamis a été conservé dans l'éthanol 70%. Le volume de chaque échantillon a été amené à 200 ml et un sous-échantillon de 5 ml a été utilisé pour les décomptes. L'identification des larves de pétoncle a été effectuée sous un microscope à un grossissement de 100X. Les larves ont été dénombrées et mesurées (largeur maximale parallèlement à la charnière) au 0,1 µm près à l'aide du système d'analyseur d'images Bioquant IV (R&M BioMetrics Inc.). Les nombres obtenus totalisaient les deux espèces compte tenu de la difficulté d'identifier à l'espèce les larves de pétoncle. Les densités des larves ont été standardisées de deux façons, soit par unité de volume ou par unité de surface. Cette deuxième façon d'exprimer les résultats est basée sur l'hypothèse que toutes les larves sont regroupées dans une mince strate.

Postlarves

Généralités

Les postlarves ont été échantillonnées avec des collecteurs artificiels. Les collecteurs étaient composés d'un support à la fixation, soit 500 g de filet maillant (sauf avis contraire), placé dans un sac à oignon de 42 cm par 90 cm, dont les mailles avaient 4,5 mm de côté. Les collecteurs étaient regroupés sur des filières horizontales (Annexe 3). Chaque filière était constituée d'une série de collecteurs attachés individuellement sur une ligne maîtresse, avec un espacement de 4 m entre eux. Lors de l'immersion des filières, des bouées et des poids y étaient fixés pour maintenir le tout à environ 2 m du fond.

Après leur récupération, chaque collecteur a été nettoyé à l'aide d'un jet d'eau douce sous pression (1 380 kPa ou 200 lb·po⁻²). L'eau de nettoyage était recueillie sur un filet de Nitex™ ayant une maille de 177 µm. Tout le matériel retenu par le filet a été conservé dans l'éthanol 70% pour analyse ultérieure. L'examen et le tri des organismes provenant de chaque collecteur ont été effectués sous un binoculaire à un grossissement de 60X. Lorsque le contenu d'un collecteur était trop

volumineux, le tri a été effectué sur un sous-échantillon égalant 10% du poids total humide. Tous les pétoncles présents ont été dénombrés sans distinction pour les deux espèces.

La taille de la coquille, soit la distance maximale entre la charnière et l'extrémité opposée, a été mesurée au 0,1 mm près à l'aide du système d'analyseur d'images Bioquant IV ou d'un oculaire muni d'une règle micrométrique. De 1986 à 1993, au moins 60 postlarves par collecteur ont été mesurées. En 1994, l'intensité de l'échantillonnage a été réduit et standardisé à 60 postlarves par station après l'examen statistique des données accumulées au cours des années précédentes. Le nombre de pétoncles mesurés a été réparti également entre les collecteurs d'une même station.

La densité moyenne des postlarves captées à une station donnée fut estimée à partir du nombre total de postlarves dénombrées à cette station, divisé par le nombre de collecteurs récupérés à cette même station. Lorsque les structures de taille des postlarves ont été regroupées par secteur, la fréquence de chaque classe de taille (classes de 0,1 mm) a été pondérée pour tenir compte de l'importance relative de chaque station par rapport à l'ensemble du secteur. La pondération consistait à multiplier les fréquences obtenues à une station donnée par le nombre de postlarves captées à cette station divisé par le nombre total capté dans le secteur. Ensuite, la somme des fréquences de chaque classe de taille était effectuée par secteur.

Espèces associées et période de fixation

La diversité des espèces présentes dans les collecteurs, leur abondance et leur période de fixation furent examinées en 1990 et en 1991. Les stations utilisées ont été regroupées par secteur soit: les stations 7, 8, 10 et 11 situées dans le secteur Chaîne-de-la-Passe et les stations 19 et 20 situées dans la baie de Plaisance. Une filière horizontale de cinq collecteurs a été placée à chacune de ces six stations. Lorsqu'une filière était récupérée, elle était remplacée par une autre filière. Les collecteurs ont été récupérés à douze dates différentes entre le 27 mai 1990 et le 12 juillet 1991 (Annexe 4). La période d'immersion des collecteurs variait habituellement entre 25 et 35 jours selon les conditions atmosphériques. L'échantillonnage était plus fréquent durant la période propice à la fixation des postlarves de pétoncle, soit en octobre et en novembre. De plus, la présence d'une couverture de glace sur le site d'étude empêchait la récupération des filières durant la période hivernale.

Pour les fins de cette étude, un filet de Nitex™ de 250 µm a été utilisé pour la récolte des organismes lors du nettoyage des collecteurs. Lorsque la quantité d'organismes récoltés était trop élevée, une série de fractionnement a été effectuée à l'aide d'un partitionneur 1/2. Tous les organismes présents ont été identifiés à l'espèce lorsque cela était possible, puis dénombrés. Les résultats ont été exprimés en densité (nombre-collecteur⁻¹) pour chaque espèce ou en pourcentage relatif, soit la proportion de chaque espèce en fonction du nombre total des individus captés.

Pour compléter cette expérience, nous avons suivi la période de fixation des postlarves de pétoncle du 18 septembre au 20 novembre 1991 à la station 7 (secteur Chaîne-de-la-Passe) et à la station 17 (secteur Sud-Ouest). Pour ce suivi, seuls les pétoncles ont été identifiés et dénombrés.

En 1994, nous avons voulu préciser la succession des différentes espèces captées durant la période habituelle d'immersion des collecteurs. Deux filières horizontales, de cinq collecteurs chacune, ont été immergées à la station 17 (secteur Sud-Ouest) à quatre dates différentes entre le 19 septembre et le 19 octobre 1994 et elles ont toutes été récupérées le 28 novembre 1994 (Annexe 4). La méthode utilisée pour le nettoyage des collecteurs et le tri des organismes est la même que celle décrite à la section «Généralités». Seulement les bivalves ont été identifiés à l'espèce et dénombrés; les autres organismes présents ont été regroupés par taxon et dénombrés.

Distribution spatiale et temporelle

Cinq stations ont été échantillonnées annuellement de 1986 à 1989 dans le cadre d'un suivi de la population de pétoncle aux Îles-de-la-Madeleine. Ce suivi avait été instauré pour étudier le lien entre le succès de captage et le recrutement à la pêche au pétoncle. Ces stations étaient situées près des principaux fonds de pêche dans le secteur Chaîne-de-la-Passe (stations 7 à 11, Figure 1). En 1990 au début du programme REPERE, le nombre de stations a été augmenté à vingt pour assurer un suivi de la distribution spatiale des postlarves de pétoncle dans la partie sud-ouest de l'archipel. Depuis 1993, cinq stations supplémentaires, soit les stations 21 à 25, ont été ajoutées pour permettre une meilleure couverture du site d'étude.

L'immersion des collecteurs se faisait généralement à la mi-septembre et la récupération s'effectuait en novembre ou en décembre pour la série «automne» et en mai ou en juin pour la série «printemps» (Annexe 5). Une filière constituée de cinq collecteurs était installée à chaque station et pour chaque série de récupération (automne et printemps). La variabilité du nombre de stations ou de collecteurs au cours des années s'explique par la perte partielle ou totale de certaines filières causée principalement par les conditions climatiques difficiles de l'automne et de l'hiver.

Les résultats de captage de 1994 ont été utilisés pour vérifier si la position du collecteur sur la filière pouvait influencer le succès de captage. Pour ce faire, les stations ont été regroupées par secteur pour diminuer la variabilité intra-échantillon. De plus, l'effet de la profondeur de la station sur le succès de captage a été estimé à partir des données de 1990 à 1994. Les stations ont été regroupées en cinq classes de profondeur soit: $x_1 < 20$ m, $20 \leq x_2 < 25$ m, $25 \leq x_3 < 30$ m, $30 \leq x_4 < 35$ m et $x_5 \geq 35$ m.

Distribution verticale

En 1992, une expérience a été mise sur pied pour vérifier l'influence de la position des collecteurs dans la colonne d'eau sur le succès de captage du naissain de pétoncles. Cinq hauteurs ont été testées, soit 2, 4, 6, 8, et 16 m mesurées à partir du fond. Cette expérience a été effectuée à deux stations: la station 3 située dans le secteur Étang-du-Nord et la station 17 située dans le secteur Sud-Ouest. Deux filières verticales constituées de cinq paires de collecteurs chacune, soit deux collecteurs par hauteur, ont été installées à chaque station (Annexe 3). Les collecteurs ont été immergés les 18 et 21 septembre 1992 et récupérés entre le 25 novembre et le 2 décembre 1992.

Une seconde expérience a été réalisée en 1994 sur des filières verticales de l'Association des Pêcheurs de Pétoncles des Îles-de-la-Madeleine (APPIM). Sur chaque filière, il y avait neuf paires de collecteurs réparties uniformément entre 1 et 8 m du fond. Étant donné le nombre restreint de collecteurs à chaque hauteur (un ou deux collecteurs), ils ont été regroupés selon trois classes, soit 2 m (de 1 à 2,7 m), 4,5 m (de 3,6 à 5,3 m) et 7 m (de 6,2 à 8 m) du fond. Trois sites ont été choisis, ils étaient situés près des stations 14, 15 et 22 dans le secteur Sud-Ouest. Les filières ont été immergées entre le 21 et le 27 septembre 1994 et récupérées le 5 décembre 1994. Chacun des collecteurs utilisés pour cette seconde expérience étaient fabriqués de 4 sections tubulaires de Netron™ placées dans un sac japonais de 3,0 mm de maillage et mesurant 39 cm par 79 cm. Chaque section tubulaire de Netron™ mesurait 80 cm de long par 40 cm de large.

Comparaison des collecteurs

Trois types de support, le filet maillant, la multicorde Diaron™ et le Netron™, ont été testés pour connaître leur potentiel de captage du naissain de pétoncles (Figure 2). La surface de captage de chaque support a été fixée à 2,7 m² par collecteur pour standardiser les résultats. Cette surface correspondait à 500 g de filet maillant, 1,8 m de multicorde ou 7 sections tubulaires de Netron™. De plus, chaque type de support a été testé avec deux sacs différents: le sac japonais avec un maillage de 1,5 mm et le sac à oignon avec un maillage de 4,5 mm. Il y avait six filières horizontales de dix-huit collecteurs chacune, soit trois collecteurs de chaque traitement (support x sac). L'immersion de ces filières a eu lieu le 26 septembre 1992 près de la station 17. Trois filières ont été récupérées le 1^{er} décembre 1992 et les trois autres ont été récupérées le 25 mai 1993.

Suite aux résultats obtenus en 1992 et en 1993, une expérience complémentaire fut réalisée pour vérifier l'effet de la quantité de Netron™ sur le succès de captage par rapport à la quantité usuelle de filet maillant. Les collecteurs ont été fabriqués avec 500 g de filet maillant (2,70 m²), 3 sections (1,16 m²), 5 sections (1,93 m²) ou 7 sections (2,70 m²) de Netron™, placés dans des sacs à oignon. Il y avait six filières horizontales de douze collecteurs chacune, soit trois collecteurs de chaque type. L'immersion de ces collecteurs eut lieu le 14 octobre 1993 près de la station 17, trois filières ont été récupérées le 1^{er} décembre 1993 et les trois autres ont été récupérées le 17 et le 30 mai 1994. La densité des postlarves fixées a été exprimée en nombre par collecteur ou en nombre par unité de surface du support (postlarves·m⁻²).

En 1994, d'autres essais ont été effectués pour connaître le potentiel de captage du sac à oignon comme support à la fixation. Les collecteurs ont été fabriqués de 2 sacs à oignon ou de 4 sections de Netron™ placés dans des sacs japonais dont les mailles avaient 3,0 mm de côté. Il y avait trois filières horizontales de six collecteurs chacune, soit trois collecteurs par type de support. Les filières ont été immergées le 1^{er} octobre 1994 près de la station 16 et récupérées le 5 décembre 1994. Pour ces trois expériences, la position sur la filière des différents types de collecteur a été déterminée par tirage au hasard.

Traitements statistiques

La comparaison des densités des postlarves captées dans les collecteurs ou des tailles moyennes a été effectuée par analyse de variance à plan factoriel ($\alpha = 0,05$). Lorsque les données ne suivaient pas une distribution normale ou lorsque les variances étaient hétérogènes (test F_{\max} , Sokal et Rohlf 1981), les données ont été transformées (ln ou racine carrée). Si après transformation, les données ne remplissaient toujours pas les conditions de normalité et d'homogénéité des variances, le test non paramétrique Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$) a été utilisé (SAS 1988). L'analyse *a posteriori* de Tukey a été utilisée pour discriminer l'effet des différents traitements.

PRODUCTION SEMI-CONTRÔLÉE

Les lagunes des Îles-de-la-Madeleine constituent de vastes réservoirs d'eau ayant des conditions hydrologiques particulières qui pourraient être propices pour l'approvisionnement en naissain de pétoncles, et ce malgré l'absence de pétoncles indigènes. En 1993, des pétoncles géants ont été transférés dans la partie sud-est de la lagune de la Grande-Entrée (Figure 3). Ce site a été choisi en raison de la faible circulation de la masse d'eau et ainsi favoriser la rétention des larves de pétoncle (D. Booth, UQAR Rimouski Qc, communication personnelle). Le 10 juin 1993, 4 283 pétoncles géants adultes (> 85 mm) ont été placés en cage dans la lagune. Ces pétoncles ont été récoltés par dragages sur les différents fonds de pêche. Les pétoncles ont été placés dans des paniers de deux formats légèrement différents soit: 54 cm par 54 cm par 12 cm de haut et 39 cm par 60 cm par 17 cm de haut. Ces paniers ont été empilés en colonne et installés sur quatre filières horizontales à la station A (Figure 3). La densité des pétoncles sur les cinquante-trois colonnes variait entre 155 et 230 pétoncles·m⁻³. Du 10 juin au 15 octobre 1993, le rapport gonado-somatique a été mesuré régulièrement sur dix mâles et dix femelles choisis au hasard (Tableau 2). De plus, le taux de survie des pétoncles a été estimé du 10 juin au 21 octobre 1993 sur quelques paniers choisis au hasard parmi les colonnes.

Un suivi de l'abondance des larves de pétoncle a été effectué sur cinq stations, incluant l'emplacement des géniteurs (Figure 3). L'échantillonnage des larves a été effectué par pompage de la colonne d'eau entre 0 et 4 m de profond lorsque c'était possible. La profondeur totale à chaque station variait entre 3 et 7 m. Sept échantillonnages ont été effectués entre le 17 août et le 15 octobre 1993. Le volume d'eau pompé était d'environ 1 500 l par échantillon. L'eau pompée était filtrée sur des filets de Nitex™ d'un maillage de 363 et 53 μ m. Les organismes retenus sur le filet de 53 μ m de maillage étaient conservés dans l'éthanol 70%. La suite des opérations était similaire à celle décrite dans la section «Larves». La densité des larves de pétoncle a été exprimée en nombre de larves par m³ d'eau pompée.

Tableau 2. Plan d'échantillonnage réalisé en 1993 dans la lagune de la Grande-Entrée aux Îles-de-la-Madeleine.

Date	Géniteurs		Larves (pompage)	Postlarves (collecteur)
	RGS	Taux de survie		
10/06/93	✓	✓		
16/06/93		✓		
02/07/93	✓			
26/07/93		✓		
27/07/93	✓			
17/08/93	✓	✓	✓	
31/08/93	✓			
08/09/93	✓		✓	
14/09/93	✓		✓	
22/09/93	✓		✓	
29/09/93	✓		✓	Immersion
08/10/93			✓	
15/10/93	✓		✓	
21/10/93		✓		
19/11/93				Récupération

Le 29 septembre 1993, une filière horizontale de cinq collecteurs a été immergée à chacune des cinq stations. Les filières ont été récupérées le 19 novembre 1993. Les collecteurs ont été nettoyés et les postlarves dénombrées et mesurées selon la méthode décrite dans la section «*Généralités*».

RÉSULTATS ET DISCUSSION

CAPTAGE EN MILIEU NATUREL

Données physiques

Température

De 1990 à 1994, la température de l'eau à 1 m du fond s'est maintenue en deçà de 19°C sur le site d'étude (Figure 4). La température a augmenté progressivement pour atteindre des valeurs maximales en août et en septembre. Les températures dans les secteurs Sud-Ouest et baie de Plaisance étaient assez semblables et ont atteint des valeurs maximales comprises entre 15 et 19°C. Toutefois, la température maximale était légèrement plus élevée dans la baie de Plaisance. Dans les secteurs Étang-du-Nord et Chaîne-de-la-Passe, la température était généralement plus basse, avec des maximums variant entre 8 et 13°C, selon les années. Ces secteurs étant situés dans une zone plus

profonde (entre 25 et 45 m) que les secteurs Sud-Ouest et baie de Plaisance (entre 10 et 25 m), ceci expliquerait les écarts de température observés.

Les profils de température recueillis au début septembre 1994 montrent qu'à certaines stations, la masse d'eau était stratifiée avec une thermocline située entre 15 et 25 m de profond (Figure 5). Pour d'autres stations (stations 15, 16 et 22) où la profondeur était inférieure ou égale à 21 m, la colonne d'eau était assez bien mélangée et la température demeurait constante à environ 15°C. La salinité suivait les mêmes tendances et variait entre 28,5 et 32,0 PSU selon la profondeur.

Courants

Une étude des courants géotrophiques effectuée par El-Sabh (1976) montrait que la circulation des masses d'eau dans le golfe du Saint-Laurent et autour des Îles-de-la-Madeleine variait au cours de l'année. De façon générale, la circulation se ferait du nord-nord-ouest vers le sud-sud-est dans le sud du golfe pour ensuite se diriger vers le détroit de Cabot.

Les trajets parcourus par la bouée dérivante ont permis d'évaluer la circulation des masses d'eau dans la partie sud-ouest des Îles-de-la-Madeleine durant la phase planctonique du pétoncle, soit du début septembre à la mi-octobre 1994 (Figure 6). Du 1^{er} au 5 septembre, la bouée est demeurée sur le fond du Sud-Ouest, retenue probablement par des courants circulaires. La bouée s'étant échouée après cette période, elle a été récupérée et l'ancre flottante a été raccourcie à 15 m de long. Au deuxième largage, la bouée s'est déplacée vers le sud-ouest et s'est maintenue au niveau du secteur Étang-du-Nord. Le 26 septembre, la bouée a été récupérée accidentellement par un pêcheur. Le 1^{er} octobre, la bouée a été remise une dernière fois à l'eau sur le fond du Sud-Ouest. Cette fois-ci, la bouée s'est déplacée rapidement vers le sud, en passant par le fond de pêche de la Chaîne-de-la-Passe, puis elle a été entraînée au large vers le sud-est.

Les trajets parcourus par la bouée dérivante montrent que le mouvement des masses d'eau sur le site d'étude variait localement en fonction de la période d'échantillonnage. En septembre 1994, il semblait y avoir des courants circulaires ou de faible intensité au niveau des secteurs Sud-Ouest et Étang-du-Nord. Ces courants favoriseraient la rétention des larves au niveau des différents fonds de pêche. Par contre en octobre, le patron de circulation était différent, les courants étaient orientés surtout vers le sud-sud-ouest et longeaient l'archipel avant de se diriger rapidement vers le sud-est. Ces courants dominants du nord-est vers le sud-ouest entraîneraient une certaine dispersion des larves sur le site d'étude et probablement aussi vers la pleine mer surtout durant le mois d'octobre.

Les résultats des régressions et des corrélations multiples effectuées entre la vitesse et la direction du vent et celles de la bouée montrent que le vent induirait des courants qui affecterait le déplacement de la bouée. La composante zonale (nord-sud) de la bouée semble la plus affectée par ces courants induits (Figure 7). Les composantes méridionale et zonale du vent seraient responsables de près de 80% de la composante zonale de la bouée et d'environ 30% de la composante méridionale de la bouée. Durant le mois de septembre 1994, les vents provenaient principalement du nord-ouest, du sud-ouest et du nord à des vitesses moyennes de 5,7, 4,8 et 4,3 m·s⁻¹ respectivement. En octobre,

les vents provenant du nord-ouest et du nord étaient dominants, avec des vitesses moyennes de 7,9 et 6,5 m·s⁻¹ respectivement.

Les données recueillies par les courantomètres installés en septembre et en octobre 1993 et 1994 concordent avec les trajets de la bouée dérivante effectués en 1994 (Figure 8). Dans le secteur Sud-Ouest, à la station 16, les courants étaient faibles (moins de 20 cm·s⁻¹) avec une légère dominance des courants nord-est et sud-ouest en 1993. Dans le secteur Chaîne-de-la-Passe, à la station 6, la vitesse des courants était plus élevée et pouvait parfois atteindre plus de 40 cm·s⁻¹. L'orientation des courants diffère légèrement entre 1993 et 1994, les courants se dirigeant dans l'axe est / ouest en 1993 et dans l'axe nord-ouest / sud-est en 1994. Ces différences sont probablement dues à des variations locales et reliées à de faibles changements de l'emplacement des courantomètres.

Géniteurs

Aux Îles-de-la-Madeleine, le pétoncle géant et le pétoncle d'Islande se trouvent surtout sur les fonds de pêche à des profondeurs variant entre 10 et 40 m (Figure 9). Les substrats privilégiés par les deux espèces sont composés de gravier, de cailloux ou de sable et coquilles. Ces deux espèces sont unisexuées et la fertilisation des ovules a lieu dans l'eau après le relâchement des gamètes. Par la suite, s'enclenche le développement embryonnaire des oeufs.

Les suivis des rapports gonado-somatiques (RGS) effectués en 1990 et en 1991 sur des pétoncles géants provenant du fond de pêche de la Chaîne-de-la-Passe montrent que le développement des gonades était synchrone pour les mâles et les femelles (Figure 10). Les RGS augmentaient progressivement d'avril à la fin août et atteignaient des valeurs comprises entre 24 et 54% dès juillet. Il y avait une seule ponte par année et elle était restreinte à une courte période d'environ deux semaines, située entre la mi-août et la mi-septembre.

Durant la même période, le développement des gonades, des pétoncles d'Islande provenant du fond de pêche de l'Étang-du-Nord, était aussi assez synchrone chez les deux sexes. Les RGS ont atteint leur maximum vers la mi-juin avec des valeurs comprises entre 22 et 57%. Par contre, le frai s'est étalé du début juillet au début septembre. Plusieurs stades de développement gonadique étaient présents simultanément durant cette période et il y avait une dégénérescence importante des ovocytes chez les femelles (Giguère *et al.* 1994). L'étalement de la période de la ponte et la dégénérescence importante des ovocytes seraient une conséquence des mauvaises conditions environnementales (ex. température) pour la reproduction du pétoncle d'Islande aux Îles-de-la-Madeleine.

La ponte du pétoncle géant a eu lieu à peu près au même moment sur les différents fonds de pêche en 1991 et en 1992 (Tableau 3). Toutefois, les échantillonnages étant ponctuels, les données recueillies ne permettaient donc qu'une approximation de la durée de la ponte. L'ensemble des données disponibles montre que le début de la ponte variait avec les années, dépendant probablement des conditions biotiques et abiotiques du milieu. Néanmoins, la durée de la ponte était relativement semblable d'une année à l'autre, soit environ deux semaines, sauf en 1992 où elle semble s'être étalée

sur plus de trois semaines. Naidu (1970) a observé que la ponte du pétoncle géant avait principalement lieu entre la fin août et octobre dans la baie de Port au Port à Terre-Neuve et que la durée de la ponte variait d'une année à l'autre.

Tableau 3. Période de la ponte du pétoncle géant sur les fonds de pêche au pétoncle aux Îles-de-la-Madeleine.

Année	Fond de pêche	Date d'échantillonnage	Période de la ponte
1990	Chaîne-de-la-Passe	11/04/90 au 28/12/90	07/09/90 au 13/09/90
1991	Étang-du-Nord (section ouest)	29/08/91 au 03/09/91	29/08/91 au 03/09/91*
	Étang-du-Nord (section est)	24/08/91 au 12/09/91	29/08/91 au 12/09/91
	Chaîne-de-la-Passe	28/08/91 au 12/09/91	28/08/91 au 12/09/91
	Dix-Milles	28/08/91 au 03/09/91	28/08/91 au 03/09/91*
	Sud-Ouest	21/08/91 au 10/09/91	28/08/91 au 10/09/91
1992	Étang-du-Nord (section ouest)	15/08/92 au 16/09/92	15/08/92 au 12/09/92
	Étang-du-Nord (section est)	25/08/92 au 04/09/92	25/08/92 au 04/09/92*
	Chaîne-de-la-Passe	15/08/92 au 16/09/92	28/08/92 au 16/09/92
	Dix-Milles	15/08/92 au 04/09/92	15/08/92 au 04/09/92
	Sud-Ouest	19/08/92 au 10/09/92	19/08/92 au 10/09/92
1993	Quatre fonds regroupés	27/07/93 au 18/09/93	30/08/93 au 08/09/93
1994	Quatre fonds regroupés	23/08/94 au 16/09/94	23/08/94 au 02/09/94**

* ponte pas complètement terminée

** ponte déjà très avancée le 23/08/94

Selon les données recueillies jusqu'à maintenant, la ponte du pétoncle géant aux Îles-de-la-Madeleine a lieu habituellement lorsque la température de l'eau sur les fonds de pêche est maximale (Figure 2). De plus, le début de la ponte semble précédé d'une élévation rapide de la température (de 4 ou 5°C). En 1992, il ne semble pas y avoir eu d'élévation rapide de la température ce qui pourrait expliquer la ponte plus étalée cette année-là. Des variations de la température servent souvent de stimuli pour déclencher la ponte chez plusieurs espèces de pétoncle (Mottet 1979, Barber et Blake 1991). Toutefois selon certains auteurs, le déclenchement de la ponte chez le pétoncle géant serait surtout associé à la présence d'une forte densité de phytoplancton (Couturier 1994, Dadswell et Parsons 1994). Présentement, le suivi annuel des RGS sert d'indicateur pour prédire le moment de la fixation des larves et par conséquent le moment de l'immersion des collecteurs, soit de préférence environ deux semaines après que la majorité des pétoncles aient pondus. L'ajout du suivi de la température de l'eau sur les fonds de pêche pourrait servir à préciser le début et la durée de la ponte et ainsi permettre un meilleur ajustement de la date d'immersion des collecteurs. Le suivi de l'abondance du phytoplancton pourrait également permettre de mieux cibler la date d'immersion. Toutefois, au Japon les variables température, RGS et orientation des courants

sont utilisées avec succès pour prédire le moment de la ponte du pétoncle japonais et pour décider du lieu et de la date d'immersion des collecteurs (Ito et Byakuno 1991).

Larves

Plusieurs auteurs ont décrit en détail le développement larvaire du pétoncle (Culliney 1974, Mottet 1979, Bourne *et al.* 1989, Cragg et Crisp 1991). Les stades de développement trochophore, véligère et pédivéligère sont planctoniques (Bourne *et al.* 1989, Cragg et Crisp 1991). Le développement du stade trochophore s'effectue dans les premières heures suivant la fertilisation. Quelques jours plus tard, le stade larvaire véligère apparaît. Culliney (1974) a observé en laboratoire des larves véligères de pétoncle géant 4 jours après la ponte à des températures variant entre 15 et 18°C. Très tôt dans le développement des véligères, une coquille est sécrétée et le vélum apparaît. Cette structure ciliée joue un rôle important dans la locomotion verticale et dans la nutrition de la larve (Mottet 1979, Bourne *et al.* 1989, Cragg et Crisp 1991).

Des changements dans l'apparence de la coquille et l'apparition de nouveaux organes, comme le pied et les branchies non fonctionnelles, marquent la transition vers le stade pédivéligère. Avec l'apparition du pied, le comportement de la larve se modifie. Entre les phases natatoires, la larve pédivéligère rampe sur le substrat à l'aide de son pied (Culliney 1974, Mottet 1979, Bourne *et al.* 1989, Cragg et Crisp 1991). Lorsque la larve est physiologiquement prête et qu'elle rencontre un substrat adéquat, elle sécrète un byssus qui lui sert d'ancrage temporaire puis se métamorphose. Tremblay et Sinclair (1988) considèrent que les larves de pétoncle géant plus grandes que 230 µm sont habituellement matures (pédivéligères) et capables de se métamorphoser.

Les résultats des échantillonnages planctoniques effectués aux Îles-de-la-Madeleine montrent que les densités des larves de pétoncle variaient beaucoup entre le 1^{er} septembre et le 19 octobre 1994 (Figure 11). Les densités maximales, de 137 à 149 larves·m⁻³, ont été obtenues le 1^{er} septembre près du fond de pêche de la Chaîne-de-la-Passe (stations 6, 7 et 8). C'est d'ailleurs sur ce fond de pêche que les densités de géniteurs de pétoncle géant étaient les plus fortes en 1994 (Giguère *et al.* 1995). Par la suite, les densités des larves se sont maintenues entre 0 et 56 larves·m⁻³ jusqu'à la mi-octobre. Au dernier échantillonnage, soit le 19 et le 20 octobre, il n'y avait plus de larve de pétoncle, sauf à la station 6 où moins de 2 larves·m⁻³ ont été recueillies.

À des fins comparatives, les résultats de 1994 ont été exprimés en nombre de larves de pétoncle par unité de surface. Les densités mesurées aux Îles-de-la-Madeleine, qui ont varié entre 0 et 4 650 larves·m⁻², se comparent à celles obtenues par Tremblay et Sinclair (1988) dans la baie de Fundy et par Robinson *et al.* (1992) dans la baie de Passamoquoddy au Nouveau-Brunswick. De façon générale, ces auteurs concluaient que la distribution horizontale des larves de pétoncle était très variable d'un endroit à l'autre, tout dépendant de la proximité des géniteurs et du déplacement des masses d'eau durant la période larvaire.

La taille moyenne des larves échantillonnées aux Îles-de-la-Madeleine a augmenté progressivement du 1^{er} septembre au 20 octobre 1994 (Tableau 4). La plus petite larve échantillonnée mesurait 105,8 µm et elle a été récoltée au premier échantillonnage, soit le 1^{er} septembre (Figure 12). La première larve pédivéligère fut observée le 14 septembre et mesurait 214,1 µm. À partir du 22 septembre, quelques larves de 230 µm et plus ont été observées. La plus grande larve a été récoltée le 6 octobre et mesurait 292,5 µm. Des larves pédivéligères seraient donc présentes dans les échantillons de 25 à 35 jours après le début de la ponte, ce qui concorde avec les résultats de Culliney (1974) et de Bourne *et al.* (1989).

Tableau 4. Taille moyenne des larves de pétoncle récoltées à neuf stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.

Date	Taille moyenne (µm)	Écart-type (µm)	Nombre de larves mesurées
01/09/94	127,0	14,6	133
09/09/94	149,3	28,2	14
14/09/94	145,1	33,4	45
19/09/94 au 22/09/94	155,9	29,2	23
26/09/94 et 27/09/94	168,7	34,6	34
06/10/94	187,6	70,7	4
13/10/94	210,1	54,7	4
19/10/94 et 20/10/94	214,1	-	1

Le 1^{er} septembre 1994, la structure de taille des larves de pétoncle indiquait un mode dominant à environ 120 µm (Figure 12). Le 14 septembre, l'arrivée probable d'un deuxième groupe de larves expliquerait le mode dominant centré encore une fois sur 120 µm. Le premier groupe de larves se situerait à ce moment plutôt autour de 160 µm. D'ailleurs, le 14 septembre, les densités larvaires étaient légèrement plus élevées qu'à l'échantillonnage précédent. Ce deuxième groupe de larves proviendrait soit d'une seconde ponte partielle, soit d'une ponte plus tardive dans certains secteurs. Cette interprétation permet d'évaluer une croissance de 40 µm pour 14 jours, soit une moyenne journalière de 2,86 µm. Cette croissance est similaire à celle obtenue en éclosion (Beaulieu et Cliche 1989, MAPAQ Îles-de-la-Madeleine Qc, données non publiées).

Postlarves

Le terme postlarve est utilisé pour identifier un jeune pétoncle juste après la métamorphose, qui a lieu peu de temps après la fixation de la larve pédivéligère. Culliney (1974) a observé en laboratoire des postlarves de pétoncle géant 35 jours après la ponte. Durant la métamorphose, de nouveaux organes sont formés tandis que d'autres disparaissent comme par exemple le vélum. De plus, il y a un réaménagement interne des différents organes présents. La postlarve ressemble alors à un pétoncle adulte en miniature.

Espèces associées et période de fixation

En situation de forte densité, la disponibilité de la nourriture est le principal facteur limitant la croissance des juvéniles de pétoncle géant (Parsons et Dadswell 1992, Côté *et al.* 1994). Il devient donc important d'identifier la période propice d'immersion des collecteurs pour permettre d'optimiser la croissance des postlarves en réduisant la proportion des espèces indésirables. Des expériences ont donc été réalisées dans ce but. Plusieurs espèces se fixent habituellement sur les collecteurs artificiels. Entre le 27 mai 1990 et le 12 juillet 1991, un total de 47 espèces ou taxons différents ont été identifiés dans les collecteurs immergés à différentes stations aux Îles-de-la-Madeleine (Annexe 6). Pour la durée totale de l'échantillonnage, que ce soit près des fonds de pêche (secteur Chaîne-de-la-Passe) ou dans la baie de Plaisance, les bivalves représentaient plus de 96% des individus présents dans les collecteurs (Figure 13A). Les autres organismes étaient surtout des crustacés et des gastéropodes. Chez les bivalves, deux espèces dominaient (Figure 13B). Dans le secteur Chaîne-de-la-Passe, la moule bleue (*Mytilus edulis*, L.) et la saxicave arctique (*Hiatella arctica*, L.) représentaient respectivement 49% et 48% de tous les bivalves. Le pétoncle (Pectinidae) venait en troisième place avec 1% des individus. Dans la baie de Plaisance, la moule bleue dominait grandement et comptait pour 94% des bivalves. La saxicave arctique représentait 4% des bivalves et le pétoncle venait très loin derrière avec 0,01% des captures. La plus forte proportion de pétoncles a été obtenue dans les collecteurs immergés le 12 octobre 1990 et récupérés le 26 octobre 1990 dans le secteur Chaîne-de-la-Passe. Durant cette période, le pétoncle comptait pour 15,8% des bivalves et 13,6% de tous les organismes retrouvés dans les collecteurs.

La période de fixation des différents bivalves s'étendait principalement du début juillet à la fin décembre (Figure 14). Pour la majorité des bivalves, leur pic de fixation était situé en août et en septembre. Par contre, le pic de fixation du pétoncle était plutôt situé en octobre. Dans le secteur Chaîne-de-la-Passe, les bivalves susceptibles de se retrouver dans les collecteurs entre la mi-septembre et la fin décembre étaient principalement la moule bleue, la saxicave arctique, le pétoncle et l'anomie (*Anomia* sp.). Pour la même période dans la baie de Plaisance, les espèces dominantes étaient la moule bleue, le pétricole pholadiforme (*Petricola pholadiformis*, Lamarck), la saxicave arctique et le pétoncle. Le pétoncle étant l'espèce cible, il est donc possible de réduire l'abondance des espèces indésirables en effectuant l'immersion des collecteurs à la mi-septembre peu de temps après la ponte et en évitant les stations situées près de la côte. De plus, de la mi-septembre à la fin novembre, la quantité de prédateurs potentiels présents dans les collecteurs était très faible. Aucun crustacé et moins de 1,2 étoile de mer par collecteur a été trouvé dans les collecteurs au cours de cette période automnale.

En 1990 et en 1991, la période de fixation du pétoncle était assez semblable d'une station à l'autre (Figure 15). En 1990, les densités maximales de pétoncles ont été obtenues entre le 12 et le 26 octobre, quelle que soit la station. En 1991, ce fut entre le 1^{er} et le 15 octobre dans le secteur Chaîne-de-la-Passe et entre le 15 octobre et le 5 novembre dans le secteur Sud-Ouest qu'ont été obtenues les densités maximales de pétoncle. Il semble y avoir eu un certain décalage du pic de fixation entre les secteurs Chaîne-de-la-Passe et Sud-Ouest. Malgré tout, la fixation du pétoncle

était restreinte à une étroite fenêtre de quelques semaines, comprise entre le début octobre et la mi-novembre. Selon ces résultats, la fixation débiterait entre 20 et 30 jours après la fin de la ponte.

Une expérience complémentaire réalisée dans le secteur Sud-Ouest, du 19 septembre au 28 novembre 1994 (période habituelle d'immersion des collecteurs), a confirmé que les principales espèces présentes dans les collecteurs étaient par ordre d'importance la saxicave arctique, la moule bleue et le pétoncle (Tableau 5). Quelle que soit la date d'immersion, le pétoncle comptait pour environ 20% des organismes présents, sauf pour la période tardive comprise entre le 19 octobre et le 28 novembre où la proportion des pétoncles a diminué à 11%.

Tableau 5. Densité (nombre-collecteur⁻¹) et proportion relative (%) des différents organismes présents dans les collecteurs immergés à la station 17 et récupérés le 28 novembre 1994.

	Date d'immersion des collecteurs							
	19/09/94		26/09/94		05/10/94		19/10/94	
	Densité	%	Densité	%	Densité	%	Densité	%
Bivalves		99,8		99,6		99,3		99,3
Pectinidae	842	21,1	613	18,8	290	21,2	64	10,9
<i>Hiatella arctica</i>	2 098	52,5	1 498	46,0	631	46,1	310	53,0
<i>Mytilus edulis</i>	859	21,5	995	30,5	394	28,8	186	31,9
<i>Cerastoderma pinnulatum</i>	123	3,1	65	2,0	20	1,5	11	1,9
<i>Anomia</i> sp.	66	1,6	73	2,2	25	1,8	9	1,6
<i>Petricola pholadiformis</i>	1	0,0	2	0,1	< 1	0,0	< 1	0,0
Gastéropodes	9	0,2	14	0,4	9	0,7	4	0,7

D'après ces résultats, il semble difficile de réduire la proportion des espèces indésirables dans les collecteurs en ne diminuant que le temps d'immersion des collecteurs durant la période de fixation du pétoncle. Il faut toutefois noter que la proportion relative des pétoncles dans les collecteurs situés ailleurs qu'à la station 17 peut probablement être plus élevée. La station 17 a été sélectionnée précisément en fonction de la diversité et de l'abondance des bivalves. Le pic de fixation du pétoncle a eu lieu entre le 26 septembre et le 5 octobre 1994, soit plus tôt qu'en 1990 et qu'en 1991. Cependant, le temps écoulé entre la fin de la ponte et la période de fixation du pétoncle fut quand même d'environ 25 jours.

Distribution spatiale et temporelle

Depuis 1986 aux Îles-de-la-Madeleine, le nombre de postlarves de pétoncle captées varie entre les collecteurs d'une même filière, entre les stations et entre les années (Figure 16). Les variations du nombre de pétoncles dans les collecteurs d'une même filière sont parfois importantes (Annexe 6). Des analyses statistiques effectuées sur les résultats de 1994 montrent qu'il n'y avait pas de relation

entre la position du collecteur sur une filière horizontale et le succès de captage ($P > 0,168$), les variations semblant dues au hasard.

Le succès de captage des postlarves de pétoncle varie beaucoup entre les stations (Figure 16). De 1990 à 1994, les densités moyennes par secteur différaient significativement ($P = 0,0001$) et ce quelle que soit l'année (Tableau 6). Des tests *a posteriori* ont été effectués et il n'y avait aucun regroupement possible entre les secteurs. Le secteur Sud-Ouest était généralement le secteur où la densité des postlarves était la plus élevée. Par ailleurs, le succès de captage était habituellement le plus faible dans la baie de Plaisance. D'autre part, aucune station n'obtenait un succès de captage systématiquement élevé d'une année à l'autre (Figure 16). Par exemple, en 1993, les densités des postlarves étaient les plus élevées aux stations 12, 13, et 15, alors que le succès de captage y était habituellement moyen.

Tableau 6. Densité moyenne des pétoncles (postlarves-collecteur⁻¹ ± un écart-type) dans les collecteurs récupérés à l'automne aux Îles-de-la-Madeleine.

Année	Étang-du-Nord	Chaîne-de-la-Passe	Sud-Ouest	Baie de Plaisance
1990	85 ± 51	227 ± 200	493 ± 406	21 ± 22
1991	189 ± 88	137 ± 72	62 ± 44	3 ± 2
1992	725 ± 481	687 ± 273	1 128 ± 551	351 ± 159
1993	561 ± 401	2 042 ± 1 307	2 071 ± 918	126 ± 63
1994	65 ± 80	299 ± 211	947 ± 418	155 ± 62

La présence de courants circulaires, la proximité des géniteurs et l'orientation des courants devraient favoriser les secteurs Étang-du-Nord et Chaîne-de-la-Passe pour le captage des postlarves. Cependant, le succès de captage dans le secteur Étang-du-Nord est habituellement faible et pourrait être lié à la grande profondeur de ces stations. Pour une même année, les densités maximales des postlarves se retrouvent habituellement aux stations dont la profondeur se situe entre 15 et 35 m (Figure 17). L'effet de la profondeur sur les densités est significatif en 1993 et en 1994 ($P < 0,021$). Comme la profondeur d'une station est étroitement liée à sa localisation sur le site d'étude, les stations les plus profondes (≥ 35 m) se retrouvent toutes dans le secteur Étang-du-Nord.

Dans la baie de Plaisance, les densités des postlarves sont habituellement faibles d'une année à l'autre et la profondeur des stations de ce secteur est d'environ 12 m. Il y a peu de pétoncles indigènes dans la baie de Plaisance, il y a donc très peu de larves de pétoncle produites dans ce secteur. L'apport de larves dans la baie de Plaisance par les courants marins est probablement négligeable ce qui explique le faible captage dans ce secteur. Le succès de captage des postlarves de pétoncle semble donc affecté par plusieurs variables comme la position des collecteurs dans la colonne d'eau (ou avec une variable associée à la profondeur ex. température, nourriture), les courants marins et la localisation des stations.

Les variations annuelles marquées du captage sont probablement reliées aux conditions environnementales qui affectent la survie et le déplacement des larves. Les trajets de la bouée dérivante observés en 1994 montrent d'ailleurs des variations importantes du déplacement de la masse d'eau selon la date de la mise à l'eau. Tout dépendant du moment de la ponte et de la durée de la période larvaire, le transport des larves variera d'une année à l'autre, ce qui affectera par conséquent le succès de captage. D'après Buestel et Dao (1979), la quantité de naissain capturé une année donnée serait fonction de deux facteurs essentiels: l'état du stock de reproducteurs et les conditions environnementales.

Les densités de postlarves de pétoncle captées aux Îles-de-la-Madeleine sont habituellement semblables ou plus élevées que celles obtenues dans l'est du Canada ou avec d'autres espèces dans d'autres régions du monde. Robinson *et al.* (1992) ont mesuré des densités maximales comprises entre 1 055 et 2 985 pétoncles géants par collecteur (500 g de filet maillant) dans la baie de Passamaquoddy au Nouveau Brunswick. Tandis que Dadswell et Parsons (1991) ont obtenu des densités moyennes variant entre 111 et 575 pétoncles géants par collecteur (500 g de filet maillant) dans cette même baie. À Terre-Neuve, des densités moyennes de 6 379 et 1 573 pétoncles géants par collecteur ont été obtenues en 1991 et en 1992 respectivement (Dabinett et Couturier 1994). D'autre part, les densités maximales de coquille Saint-Jacques (*Pecten maximus*, L.) près de l'île de Man (mer d'Irlande) ont été de 80 postlarves-collecteur¹ (Brand *et al.* 1991). Les densités de *Pecten fumatus* (Reeve) en Tasmanie atteignaient 1 120 postlarves par collecteur de monofilament (Hortle et Cropp 1987).

De 1986 à 1994, la taille des postlarves de pétoncle captées aux îles-de-la-Madeleine a varié de 0,1 à 4,2 mm dans les collecteurs récupérés à l'automne. Habituellement, elles étaient plus petites dans le secteur Étang-du-Nord (Tableau 7). Entre 1990 et 1994, les structures de taille étaient très variables d'un secteur à l'autre (Figure 18). En 1990 et 1993, les structures de taille des postlarves affichent un seul mode par secteur. Ceci coïncidaient avec les années où la ponte fut de courte durée, soit environ une semaine comparativement à deux semaines habituellement. Les autres années, les structures de taille étaient plurimodales. En 1992, il y avait plusieurs groupes de postlarves ou modes centrés sur 1,0, 1,6 et 2,1 mm environ dans le secteur Sud-Ouest. Les postlarves captées dans ce secteur provenaient probablement du fond du Sud-Ouest, puisqu'il n'y a pas de grosses concentrations de pétoncle géant en amont de ce fond de pêche. La présence de plusieurs modes dans ce secteur s'expliquerait alors par des pontes partielles successives. Dans le secteur Étang-du-Nord, les modes étaient centrés sur 0,6, 1,0 et 1,5 mm en 1992. La présence du mode à 0,6 mm laisse supposer que dans ce secteur la ponte aurait été plus tardive ou bien que la croissance des postlarves y aurait été plus lente. Enfin dans le secteur Chaîne-de-la-Passe, les structures de taille étaient généralement intermédiaires entre celles des secteurs Étang-du-Nord et Sud-Ouest.

Tableau 7. Taille moyenne (mm \pm un écart-type) et nombre des postlarves de pétoncle mesurées à l'automne aux Îles-de-la-Madeleine.

Année		Étang-du-Nord	Chaîne-de-la-Passe	Sud-Ouest	Baie de Plaisance
1990	Taille	0,8 \pm 0,4	1,1 \pm 0,5	1,3 \pm 0,8	1,1 \pm 0,3
	Nombre	160	560	400	107
1991	Taille	1,0 \pm 0,9	1,2 \pm 2,0	1,3 \pm 2,1	2,1 \pm 0,6
	Nombre	698	1 689	682	17
1992	Taille	0,7 \pm 1,2	1,1 \pm 2,4	1,4 \pm 2,5	1,1 \pm 2,5
	Nombre	1 500	1 979	600	600
1993	Taille	0,5 \pm 0,1	0,6 \pm 0,3	0,8 \pm 1,3	0,8 \pm 0,8
	Nombre	300	600	2 640	240
1994	Taille	0,9 \pm 0,4	1,0 \pm 0,6	1,3 \pm 0,7	1,2 \pm 1,0
	Nombre	296	288	540	120

Les températures plus froides observées dans les secteurs Étang-du-Nord et Chaîne-de-la-Passe par rapport au secteur Sud-Ouest pourrait donc expliquer les différences de taille des postlarves. Hortle et Cropp (1987) ont noté que la taille des postlarves de *Pecten fumatus* était significativement plus élevée dans les collecteurs situés près de la surface (5 m de profond) que dans ceux situés à plus de 16 m de profond. D'autres auteurs ont aussi observé un ralentissement de la croissance de la coquille chez le pétoncle avec l'augmentation de la profondeur (Caddy 1970, Posgay 1979, MacDonald et Thompson 1985). Thouzeau *et al.* (1991) ont étudié la croissance des juvéniles (1 à 2 ans) de pétoncle géant en milieu naturel sur le Banc Georges et ont observé que leur croissance était plus faible aux endroits plus profonds. Wallace et Reinsnes (1984) ont démontré que la croissance des juvéniles de pétoncle d'Islande était plus élevée à 12 m de profond qu'à 30 m. Cette diminution de la croissance des pétoncles avec l'augmentation de la profondeur est généralement associée à une diminution de la température ou de la nourriture.

Le temps écoulé entre la ponte et la récupération des collecteurs a aussi un effet sur la taille des postlarves. La taille au moment de la récolte des postlarves est étroitement associée à la durée de la période de croissance des larves et des postlarves. C'est en 1993 que la taille moyenne des postlarves était la plus faible (Tableau 7). Or le nombre de jours écoulés entre la ponte et la récupération des collecteurs était de 80 jours en 1993 comparativement aux 89 à 101 jours pour les autres années. Cependant, la durée de la période de croissance n'explique pas à elle seule toutes les variations inter-annuelles de la taille des postlarves. La température de l'eau, la nourriture disponible et la production de un ou plusieurs groupes de larves auront aussi un effet marqué sur la structure de taille des larves et celle des postlarves de pétoncle.

Distribution verticale

La position des collecteurs dans la colonne d'eau influence le captage des postlarves de pétoncle (Figure 19). L'expérience effectuée en 1992 montre que le succès de captage à la station 3 était significativement plus élevé à 16 m du fond ($P = 0,001$), tandis qu'à la station 17, il était significativement plus faible à 16 m du fond ($P = 0,041$). Il faut préciser que la profondeur totale des stations 3 et 17 était de 40 m et de 24 m respectivement. Compte tenu de ces différences de profondeur, il est intéressant d'analyser les résultats en fonction de la distance des collecteurs à partir de la surface. Exprimés ainsi les résultats concordent pour les deux stations, les densités des postlarves étant plus élevées dans la strate de 16 à 25 m de profond (Figure 19A).

En 1994, la même expérience a été reprise à trois stations du secteur Sud-Ouest. Les densités maximales furent alors obtenues entre 18 et 25 m de profond (Figure 19B). Il semble donc y avoir une strate privilégiée pour le captage des larves de pétoncle qui se situe entre 16 et 25 m de profond. Le captage élevé dans cette strate serait dû à une plus grande abondance ou à une meilleure survie des larves. Toutefois, même à l'intérieur de cette strate, le succès de captage peut varier d'une station à l'autre.

Hortle et Cropp (1987) ont obtenu une fixation maximale de *Pecten fumatus* dans les collecteurs situés au milieu de la colonne d'eau («mid-water»), soit entre 10 et 22 m de profond. Bonardelli (1988) a aussi obtenu des densités maximales des postlarves de pétoncle (d'Islande et géant) dans les collecteurs placés entre 9 et 22,5 m de profond (profondeur totale de 25 m). Tandis que Naidu et Scaplen (1976) ont obtenu des nombres maximaux de postlarves de pétoncle géant dans les collecteurs situés entre 8 et 12 m de profond. Enfin dans la Baie des Chaleurs, les postlarves de pétoncle d'Islande étaient également plus nombreuses entre 12 et 17,5 m de profond (Harvey *et al.* 1993).

Comparaison des collecteurs

Les densités des postlarves de pétoncle présentes dans les collecteurs récupérés à l'automne 1992 et au printemps 1993 variaient selon le type de collecteur utilisé (Figure 20). La surface de captage étant la même, seul le type de support affectait la densité des pétoncles ($P < 0,001$). Le maillage des sacs ($P > 0,286$) et la filière ($P > 0,270$) n'avaient aucun effet sur la densité des postlarves. À l'automne 1992, les densités obtenues avec 7 sections de Netron™ étaient significativement plus élevées que celles obtenues avec 500 g de filet maillant et 1,8 m de multicorde (Diaron™). Tandis qu'au printemps 1993, le Netron™ et le filet maillant ont obtenu des résultats semblables.

Les résultats d'une étude complémentaire réalisée en 1993 (récupération à l'automne 1993 et au printemps 1994) montrent dans ce cas que la surface de captage ($P < 0,014$) et la filière ($P < 0,028$) influençaient significativement les densités, qu'elles soient exprimées en postlarves-collecteur¹ ou en postlarves·m⁻². Lorsque les densités étaient exprimées en nombre de postlarves par collecteur, les valeurs obtenues à l'automne 1993 étaient plus élevées dans les

collecteurs fabriqués avec 5 et 7 sections de Netron™ et 500 g de filet maillant (Figure 21). Au printemps 1994, les densités étaient significativement plus élevées dans les collecteurs fabriqués de 7 sections de Netron™. Les densités des postlarves dans les collecteurs de 3 sections de Netron™ étaient les plus faibles.

D'autre part, en exprimant la densité des postlarves en nombre par m² de surface de captage, les densités les plus élevées ont été obtenues dans les collecteurs fabriqués de 3 sections de Netron™ (Figure 22). À l'automne 1993, il n'y avait cependant aucune différence significative entre les trois densités de Netron™. Au printemps 1994, les résultats obtenus avec 3 sections de Netron™ étaient significativement plus élevés qu'avec les autres types de collecteur. De plus, les densités étaient toujours plus faibles dans les collecteurs fabriqués de 500 g de filet maillant.

Dans le but de diminuer les coûts de fabrication des collecteurs, des essais ont été effectués à l'automne 1994 en utilisant comme support 2 sacs à oignon comparativement à 4 sections de Netron™ placés dans des sacs japonais dont le maillage avait 3,0 mm de coté. Les densités des postlarves étaient statistiquement semblables compte tenu de la variabilité obtenue ($P > 0,059$). Les densités moyennes étaient de 209 postlarves-collecteur⁻¹ pour les 4 sections de Netron™ (122-322 postlarves) et de 144 postlarves-collecteur⁻¹ pour les sacs à oignon (77-248 postlarves).

Le captage serait surtout régi par le transport passif des larves avec les masses d'eau. Pouliot (1993), qui a vérifié l'influence de la surface de captage du support sur la densité des postlarves de pétoncle géant aux Îles-de-la-Madeleine, concluait que la diminution de la densité (postlarves·m⁻²) dans les collecteurs contenant une plus grande quantité de support (monofilament) s'expliquerait par la réduction de l'écoulement de l'eau au travers des collecteurs et par conséquent, une diminution des chances de colonisation par les larves de pétoncle. De plus, Harvey *et al.* (1994) ont démontré que la fixation des larves de bivalve suivait les mêmes patrons que la déposition passive de particules inertes.

Toutefois, il semble que la larve de pétoncle puisse effectuer un certain choix du support lors de sa fixation. Culliney (1974) a observé que les larves pédivéligères de pétoncle géant étaient capables de retarder leur métamorphose de quelques semaines si elles n'avaient pas de substrat adéquat pour se fixer. D'autres auteurs ont remarqué qu'en milieu naturel les postlarves de pétoncle se retrouvaient surtout sur des substrats grossiers tels que du gravier, des galets, des fragments de coquilles et des hydrozoaires (Thouzeau et Leahy 1988, Cragg et Crisp 1991, Thouzeau *et al.* 1991).

Harvey *et al.* (1993) ont observé que les postlarves de pétoncle d'Islande dans la baie des Chaleurs étaient beaucoup plus abondantes sur des algues filamenteuses et sur des hydrozoaires. De plus, ils ont démontré en laboratoire que les postlarves détachées mécaniquement de leur support se refixaient préférentiellement sur des hydrozoaires morts. Leur second choix était le support sur lequel les postlarves étaient originellement fixées. Ces auteurs concluait que la fixation des larves serait régie par l'interaction de deux processus: l'un passif puisque relié à des phénomènes hydrodynamiques et l'autre tactile de nature plutôt comportementale. Ces processus agiraient à des échelles spatiales différentes. Les larves seraient transportées passivement jusqu'à ce qu'il y ait

contact avec un support, tandis que la présence d'un signal chimique dans l'eau ou sur le substrat entraînerait la fixation préférentielle des larves sur certains supports.

Rétention et mortalité

Le pétoncle géant perd sa capacité de se fixer au cours de son développement. Le pétoncle géant adulte vit librement sur le substrat et peut nager pour se déplacer ou échapper aux prédateurs (Caddy 1968, Posgay 1981, Brand 1991, Thouzeau *et al.* 1991). Durant leur développement, les juvéniles passent donc d'un stade fixé par le byssus à un stade de vie libre. Durant le stade fixé, le pétoncle peut se détacher et se refixer ailleurs (Caddy 1972, Buestel 1981, Thouzeau et Leahy 1988).

De 1991 à 1993, les nombres de postlarves de pétoncle dans les collecteurs récupérés à l'automne et au printemps suivant aux Îles-de-la-Madeleine ne différaient généralement pas (Figure 23). Les nombres étaient légèrement plus élevés au printemps et reflétaient probablement quelques fixations supplémentaires de postlarves ou une plus grande facilité à repérer les pétoncles devenus plus gros. À l'automne, les pétoncles mesuraient entre 0,4 et 4,2 mm. Tandis qu'au printemps suivant, leur taille variait entre 0,4 mm et 9,0 mm. Les densités obtenues démontrent qu'entre décembre et mai, la fixation des postlarves de pétoncle dans les collecteurs demeurait stable. De plus, le taux de mortalité des postlarves durant cette période était faible.

Toutefois, des résultats obtenus par l'APPIM en 1993 et en 1994 indiquent que la densité des postlarves diminuait beaucoup dans les collecteurs lors du pré-grossissement. Le pré-grossissement consistait à transférer, à l'automne soit quelques mois après la fixation, des collecteurs dans une lagune pour accélérer la croissance du naissain. Au début juillet de l'année suivante, la densité des postlarves avait diminué de près de 40% dans les collecteurs transférés et en octobre d'environ 85%. En juillet, aucun pétoncle plus petit que 3 mm n'a été observé, les mailles des sacs utilisés étant de 3,0 mm. Il semble qu'une partie des postlarves se soient détachées ou qu'elles soient mortes. De juillet à octobre, la diminution du nombre de pétoncles dans les collecteurs fut probablement causée par une mortalité importante des juvéniles; les pétoncles étant trop gros pour passer au travers des mailles des sacs. Wallace (1982) a observé un déplacement des juvéniles de pétoncle d'Islande (5 à 7 mm et plus) du support vers les parois du sac. Le détachement des postlarves est un phénomène qui a été noté chez d'autres espèces de pétoncle comme par exemple, *Pecten fumatus* (Hortle et Cropp 1987), le pétoncle japonais et la coquille Saint-Jacques (Buestel 1981).

PRODUCTION SEMI-CONTRÔLÉE

Le succès de captage des postlarves de pétoncle en milieu naturel est très variable avec les années. Dans le cadre d'activités commerciales de captage, il est important que l'approvisionnement en postlarves soit constant. En 1993, des pétoncles géants adultes ont été transférés dans la lagune de la Grande-Entrée dans le but d'évaluer les possibilités d'utiliser un endroit confiné pour le captage du naissain.

Du début juin à la fin octobre 1993, la température de l'eau dans la lagune a varié entre 6 et 20°C à 1 m du fond (Figure 24). Les températures maximales ont été atteintes vers la mi-août. Les rapports gonado-somatiques des pétoncles (géniteurs) mis en cage dans la lagune ont atteint des valeurs maximales dès le début de juillet pour les mâles et à la mi-août pour les femelles (Figure 24). Juste avant le frai, les valeurs individuelles du RGS variaient entre 14% et 42%. Le frai a eu lieu principalement entre le 31 août et le 22 septembre, soit une durée un peu plus longue que la période observée sur les fonds de pêche (entre le 30 août et le 8 septembre). Le taux de survie des géniteurs est demeuré relativement élevé jusqu'à la mi-juillet. Par contre, il a diminué de 80 à 60% entre le 27 juillet et le 17 août, pour se stabiliser jusqu'à la fin octobre. La mortalité des géniteurs à la mi-août semble correspondre avec les températures maximales mesurées dans la lagune.

Les premières larves de pétoncle ont été échantillonnées le 8 septembre, à la station A, soit à proximité des géniteurs (Figure 25). Les densités maximales ont été obtenues le 14 septembre et variaient entre 140 et 1 410 larves·m⁻³. Dès le 22 septembre, les densités larvaires avaient grandement diminué et à partir du 8 octobre, aucune larve de pétoncle n'a été trouvée dans les échantillons. Les densités larvaires étaient généralement plus élevées sur le site des géniteurs (station A). À titre indicatif, les densités larvaires obtenues dans la lagune en 1993 étaient beaucoup plus élevées que celles mesurées en 1994 en pleine mer près des fonds de pêche.

Des collecteurs ont été immergés dans la lagune le 29 septembre et récupérés le 19 novembre. La densité des postlarves de pétoncle dans les collecteurs était très faible et variait entre 1,2 et 6,6 postlarves·collecteur⁻¹ (Figure 25). Il faut toutefois noter que peu de temps après l'immersion des collecteurs, il n'y avait plus de larve de pétoncle dans la lagune. Par comparaison, la densité des postlarves présentes dans les collecteurs immergés à la même période près des fonds de pêche variait entre 101 et 2 968 postlarves·collecteur⁻¹.

Le développement des larves et celui des postlarves semblaient se dérouler normalement dans la lagune. Le 14 septembre, les larves mesuraient entre 127,1 et 170,4 µm et le 22 septembre, entre 120,4 et 222,4 µm (Figure 26). À la fin septembre, un certain nombre de larves était donc susceptible de se fixer. À la mi-novembre, la taille moyenne des postlarves fixées était de 0,9 ± 0,8 mm. À la même époque, les postlarves capturées à proximité, dans le secteur Sud-Ouest, mesuraient 0,8 ± 0,2 mm.

Les différences observées entre les densités élevées des larves et le faible succès de captage des postlarves pourraient s'expliquer par: 1) une sortie des larves hors de la lagune; 2) un

développement accéléré des larves associé à la pose tardive des collecteurs; et 3) une mortalité massive des larves à la fin septembre. La reproduction du pétoncle géant, le développement des larves et celui des postlarves semblent se dérouler normalement dans la lagune. Il semble donc possible d'utiliser une lagune dans le cadre d'une production semi-contrôlée de postlarves. Par contre, d'autres essais devront être effectués pour évaluer le potentiel réel des lagunes pour le captage massif de postlarves.

DISCUSSION GÉNÉRALE

L'intégration des résultats de 1994, touchant la production larvaire du pétoncle, permet de mieux connaître les variables pouvant affecter le succès de captage du naissain aux Îles-de-la-Madeleine. Cette dernière année, les pétoncles géants adultes étaient situés principalement sur les fonds de pêche de la Chaîne-de-la-Passe, de l'Étang-du-Nord et du Dix-Milles. La ponte a eu lieu assez tôt soit probablement de la mi-août au début septembre. Au début septembre, les densités larvaires étaient plus élevées dans le secteur Chaîne-de-la-Passe. Ces résultats étaient prévisibles étant donné que l'échantillonnage a eu lieu peu de temps après la ponte et que les stations concernées se retrouvaient près des plus fortes concentrations de géniteurs (Giguère *et al.* 1995). Par la suite, les densités larvaires étaient à peu près semblables et faibles sur les deux secteurs échantillonnés (Sud-Ouest et Chaîne-de-la-Passe) dues probablement à la dispersion des larves sur l'ensemble du territoire. La production larvaire serait donc plus importante dans les secteurs Chaîne-de-la-Passe et Étang-du-Nord que dans le secteur Sud-Ouest où il y a peu de géniteurs. Cette position est en accord avec l'hypothèse émise par Giguère *et al.* (1995), selon laquelle il y aurait un lien étroit entre le nombre de géniteurs présents sur les gisements de pétoncle et l'abondance du naissain produit aux Îles-de-la-Madeleine.

À la mi-septembre 1994, la structure de taille des larves montre 4 ou 5 groupes différents dans le secteur Sud-Ouest. Le groupe principal de larves présent au début septembre et centré sur 120 µm serait responsable du pic de fixation ayant eu lieu entre le 26 septembre et le 5 octobre. La présence de plusieurs groupes de larves bien distincts les uns des autres serait causée par des pontes partielles successives. La présence de ces groupes expliquerait l'étalement de la période de fixation du pétoncle du 19 septembre au 19 octobre.

Les résultats récents, quoique partiels, concernant les courants marins indiquent que les courants sont orientés du nord-est vers le sud-ouest. Ils suggèrent également deux zones de rétention (courants circulaires) pendant le mois de septembre, l'une située dans le secteur Sud-Ouest et l'autre située dans le secteur Étang-du-Nord. Ce patron de circulation des eaux permettrait à la fois un certain mélange des larves entre les différents gisements et leur rétention sur leur site de production. Les courants dominants et la présence de courants circulaires favoriseraient les secteurs Chaîne-de-la-Passe et Étang-du-Nord.

Les structures de taille des postlarves recueillies de 1990 à 1994 sont relativement similaires entre les secteurs Sud-Ouest et Chaîne-de-la-Passe et suggèrent un échange larvaire entre les deux secteurs ou des conditions semblables de ponte et de croissance. Par contre, la structure de taille des postlarves provenant du secteur Étang-du-Nord est différente, les postlarves étant plus petites. Ceci laisse croire qu'il y aurait moins de mélange de larves entre le secteur Étang-du-Nord et les autres secteurs, qu'il y aurait peut-être une ponte légèrement plus tardive ou un croissance plus lente dans ce secteur. Il est d'ailleurs probable que la croissance des postlarves soit plus rapide dans le secteur Sud-Ouest où la température est plus élevée.

Les densités élevées de postlarves captées dans le secteur Sud-Ouest ne concordent donc pas avec la localisation des géniteurs et des larves et le patron de circulation de l'eau sur le site d'étude. D'après ces résultats, les densités les plus élevées auraient dû être mesurées dans le secteur Chaîne-de-la-Passe. Quelques hypothèses, comme la disponibilité du substrat et le positionnement des collecteurs dans la colonne d'eau, peuvent expliquer ces résultats. Le substrat sur le secteur Sud-Ouest est principalement sablonneux; un substrat qui n'est pas adéquat pour la fixation des larves de pétoncle géant. D'autre part, il est reconnu que les larves peuvent retarder leur fixation si elles ne trouvent pas un substrat adéquat. Dans de telles conditions, l'ajout de collecteurs artificiels constituerait une source majeure de support pour la fixation des larves, favorisant ainsi le captage sur les collecteurs. Par ailleurs, dans les secteurs Étang-du-Nord et Chaîne-de-la-Passe, les substrats de gravier, de cailloux et de coquillages sont aussi propices, sinon plus, pour la fixation du pétoncle que les collecteurs artificiels. L'abondance de supports adéquats pour la fixation favoriserait la dispersion du naissain et expliquerait le succès de captage généralement plus faible dans ces secteurs. Les succès de captage mesurés dans les secteurs Chaîne-de-la-Passe et Étang-du-Nord seraient probablement comparables au taux de fixation des larves sur le substrat naturel.

Comme la profondeur optimale pour les collecteurs semble se situer entre 16 et 25 m, il est possible que la fixation des larves de pétoncle soit plus faible à de grandes profondeurs. Dans ce cas, les collecteurs situés dans les secteurs Étang-du-Nord et Chaîne-de-la-Passe seraient trop profonds pour optimiser le captage. Ceci implique aussi que peu de larves se fixeraient sur ces fonds de pêche. Il y aurait donc un déplacement des pétoncles juvéniles des sites de fixation vers les fonds de pêche où la densité des pétoncles y est élevée. Ces hypothèses restent à vérifier, il nous est présentement difficile d'expliquer avec certitude les succès de captage élevés obtenus dans le secteur Sud-Ouest.

Le succès de captage des postlarves de pétoncle serait donc relié à plusieurs variables dont les interactions expliqueraient les différences obtenues d'un endroit à l'autre et d'une année à l'autre. L'emplacement des géniteurs, le moment et la durée de la ponte, le transport passif des larves par les courants, le type de support à la fixation, la température de l'eau, la nourriture disponible sont autant de variables ayant un effet plus ou moins marqué sur le succès de la reproduction, le développement et la survie des larves et indirectement sur le succès de captage des postlarves.

Dans le cadre d'activités commerciales de captage de naissain de pétoncles géants, la présence de deux espèces de pectinidés aux Îles-de-la-Madeleine pourrait entraîner éventuellement des

problèmes opérationnels. Jusqu'à maintenant, le captage de l'APPIM, qui a été effectué presque exclusivement dans le secteur Sud-Ouest, comptait uniquement du pétoncle géant. Comme les populations de pétoncle d'Islande se trouvent principalement sur les fonds de l'Étang-du-Nord et du Dix-Milles et qu'il semble y avoir peu de mélange de larves entre ces fonds de pêche et le fond du Sud-Ouest, il est compréhensible de ne pas retrouver de pétoncle d'Islande dans les collecteurs de l'APPIM. Historiquement, le secteur Sud-Ouest est le secteur le plus intéressant pour le captage de naissain, il semble donc tout indiqué pour ce genre d'activités commerciales. Le succès de captage y est habituellement élevé et la taille moyenne des postlarves captées est plus grande que dans les autres secteurs inventoriés.

Le suivi des rapports gonado-somatiques des géniteurs semble le moyen le plus efficace et le plus simple pour estimer la date d'immersion des collecteurs. Idéalement, l'immersion des collecteurs devrait se faire environ deux semaines après la fin de la ponte, ce qui correspond généralement à la mi-septembre. Un meilleur ajustement de la période d'immersion des collecteurs permettrait d'optimiser le captage de pétoncles tout en minimisant la fixation des autres espèces de bivalves. L'opération de nettoyage des collecteurs s'en trouverait ainsi facilitée. De plus, il y aurait diminution de la compétition pour la nourriture (principal facteur limitant pour le pétoncle géant) et par conséquent une meilleure croissance des postlarves dans les collecteurs.

L'utilisation de nouveaux matériaux pourrait permettre d'optimiser le captage tout en réduisant les coûts d'opération. Les essais effectués avec le Netron™ comme support à la fixation sont intéressants. L'utilisation du Netron™ permet aussi de diminuer le temps de fabrication des collecteurs et de faciliter leur nettoyage. L'utilisation des sacs à oignon comme support à la fixation semble aussi une voie prometteuse.

En résumé, il est donc possible d'optimiser les opérations de captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine et de rentabiliser commercialement ces opérations. Toutefois, les fluctuations naturelles de la ressource première (postlarves) sont, pour l'instant, imprévisibles et pourraient causer des préjudices à une telle entreprise. Dans cette optique, développer une alternative au captage en milieu naturel serait un atout majeur pour régulariser l'approvisionnement en naissain. Des essais de production en éclosérie aux Îles-de-la-Madeleine ont donné jusqu'à maintenant des résultats assez mitigés et ne sont pas encore transférables à l'industrie. Une autre alternative possible serait l'utilisation des lagunes comme sites de production de larves et de postlarves. Il a été démontré que la reproduction du pétoncle géant est possible dans les lagunes (Giguère *et al.* 1994) et que le développement des larves et des postlarves y semble normal. Toutefois, cette avenue, comme source d'approvisionnement en naissain de pétoncles, reste encore à explorer.

REMERCIEMENTS

Nous remercions David Booth et Diane Lavoie pour les analyses des données fournies par les courantomètres, sur le vent et du déplacement de la bouée dérivante. Nous remercions également Pierre Gagnon pour ses précieux conseils statistiques. De plus, nous tenons à remercier l'Association des Pêcheurs de Pétoncles des Îles-de-la-Madeleine et tout particulièrement Sylvain Vigneau pour l'utilisation d'une partie de leurs résultats. Nous remercions l'équipe technique du MAPAQ et du MPO: Francine Aucoin, Yvon Chevarie, Carole Cyr, John-Fred Déraspe, Roberta Miller, Jacques Richard, Marcel Roussy et Jean-Guy Thurbide et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin aux différentes activités du programme REPERE. Nous remercions Bruno Myrand et Jean Lambert pour les judicieux commentaires. Une partie de ces travaux a été financée par le Programme Fédéral de Développement des Pêches du Québec (PFDPO).

RÉFÉRENCES

- Ambrose, W. G. Jr., C. H. Peterson, H. C. Summerson et J. Lin. 1992. Experimental tests of factors affecting recruitment of bay scallops (*Argopecten irradians*) to spat collectors. *Aquaculture* 108: 67-86.
- Barber, B. J. et N. J. Blake. 1991. Reproduction physiology. pp 377-428. *In*: S. E. Shumway (éd.). *Scallops: Biology, ecology and aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, volume 21. Elsevier, New York.
- Bastien, Y., G. Cliche, M. Fréchette, M. Gaudet et M. Giguère. 1993. Bottom culture and enhancement. Large-scale scallop enhancement trials in Québec - A synopsis of the Repere project. *Bull. Aquacul. Assoc. Canada* 4: 149-152.
- Bernard, M.-A. 1992. Pré-élevage de pétoncle géant. Rapport final: Programme d'essai et d'expérimentation halieutiques et aquicoles. No. 736. Québec: Ministère des Pêches et des Océans Canada. 12 p.
- Bonardelli, J. 1988. Optimizing collection of pectinid spat on collectors. *J. Shellfish Res.* 7: 150.
- Bourne, N. et C. A. Hodgson. 1991. Development of a viable nursery system for scallop culture. pp. 273-280. *In*: S. E. Shumway et P. A. Sandifer (éd.). *An international compendium of scallop biology and culture. 7th International Pectinid Workshop. The World Aquaculture Society.*
- Bourne, N., C. A. Hodgson et J. N. C. Whyte. 1989. A manual for scallop culture in British Columbia. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1694: 215 p.

- Brand, A. R. 1991. Scallop ecology: Distributions and behaviour. pp. 517-584. *In*: S. E. Shumway (éd.). *Scallops: Biology, ecology and aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, volume 21. Elsevier, NewYork.
- Brand, A. R., J. D. Paul et J. N. Hoogesteger. 1980. Spat settlement of the scallops *Chlamys opercularis* (L.) and *Pecten maximus* (L.) on artificial collectors. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 60: 379-390.
- Brand, A. R., U. A. W. Wilson, S. J. Hawkins, E. H. Allison et N. A. Duggan. 1991. Pectinid fisheries, spat collection, and the potential for stock enhancement in the Isle of Man. *ICES mar. Sci. Symp.* 192: 79-86.
- Buestel, D. 1981. L'exploitation de la coquille St-Jacques *Patinopecten yessoensis* J. au Japon. Possibilités d'application du modèle de développement japonais à l'espèce française *Pecten maximus* L.. *CNEXO. Actes de Colloques* 12: 15-32.
- Buestel, D., P. Arzel, P. Cornillet et J.-C. Dao. 1977. La production de juvéniles de coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus* (L.)). *CNEXO, Actes de Colloques* 4: 307-315.
- Buestel, D., J.-C. Cochard, J.-C. Dao et A. Gérard. 1982. Production artificielle de naissain de coquilles Saint-Jacques *Pecten maximus* (L.). Premiers résultats en rade de Brest. *Vie marine* 4: 24-28.
- Buestel, D. et J.-C. Dao. 1979. Aquaculture extensive de la coquille Saint-Jacques: Résultats d'un semis expérimental. *La pêche maritime*, 20 juin 1979: 361-365.
- Buestel, D., J. C. Dao et G. Lemarié. 1979. Collecte de naissain de pectinidés en Bretagne. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer* 175: 80-84.
- Caddy, J. F. 1968. Underwater observations on scallop (*Placopecten magellanicus*) behaviour and drag efficiency. *J. Fish. Res. Board Can.* 25: 2123-2141.
- Caddy, J. F. 1970. A method of surveying scallop populations from a submersible. *J. Fish. Res. Board Can.* 27: 535-549.
- Caddy, J. F. 1972. Progressive loss of byssus attachment with size in the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 9: 179-190.
- Cliche, G., M. Giguère et S. Vigneau. 1994. Dispersal and mortality of sea scallops, *Placopecten magellanicus* (Gmelin 1791), seeded on the sea bottom off Îles-de-la-Madeleine. *J. Shellfish Res.* 13: 565-570.

- Couturier, C. 1994. Spawning in sea scallops, *Placopecten magellanicus*. pp. 138 - 146. *In*: N. F. Bourne, B. L. Bunting et L. D. Townsend (éd.). Proceedings of the 9th international Pectinid workshop, Nanaimo, B. C., Canada, April 22 - 27, 1993. Volume 1. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1994.
- Côté, J., J. H. Himmelman et M. R. Claereboudt. 1994. Separating effects of limited food and space on growth of the giant scallop *Placopecten magellanicus* in suspended culture. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 106: 85-91.
- Cragg, S. M. et D. J. Crisp. 1991. The biology of scallop larvae. pp. 75-132. *In*: S. E. Shumway (éd.). *Scallops: Biology, ecology and aquaculture*. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, volume 21. Elsevier, New York.
- Culliney, J. L. 1974. Larval development of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). *Biol. Bull.* 147: 321-332.
- Dabinett, P. et C. Couturier. 1994. Scallop culture in Newfoundland. *Bull. Aquacul. Assoc. Canada* 3: 8-11.
- Dadswell, M. J. et G. J. Parsons. 1991. Potential for aquaculture of sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791) in the Canadian Maritimes using naturally produced spat. pp. 300-307. *In*: S. E. Shumway et P. A. Sandifer (éd.). *An international compendium of scallop biology and culture*. 7th International Pectinid Workshop. The World Aquaculture Society.
- Dadswell, M. J. et G. J. Parsons. 1994. Reproduction and recruitment dynamics of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*, in the Canadian Maritimes. pp. 147. *In*: N. F. Bourne, B. L. Bunting et L. D. Townsend (éd.). Proceedings of the 9th international Pectinid workshop, Nanaimo, B. C., Canada, April 22 - 27, 1993. Volume 1. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1994.
- El-Sabh, M. I. 1976. Surface circulation pattern in the Gulf of St. Lawrence. *J. Fish. Res. Board Can.* 33: 124-138.
- Felix-Pico, E. F. 1991. Scallop fisheries and mariculture in Mexico. pp. 287-292. *In*: S. E. Shumway et P. A. Sandifer (éd.). *An international compendium of scallop biology and culture*. 7th International Pectinid Workshop. The World Aquaculture Society.
- Giguère, M., G. Cliche et S. Brulotte. 1994. Reproductive cycles of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin), and the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Müller), in Îles-de-la-Madeleine, Canada. *J. Shellfish Res.* 13: 31-36.

- Giguère, M., R. Miller, S. Brulotte et D. Guay. 1995. Pétoncle géant et pétoncle d'Islande des côtes du Québec (zones de pêche 15, 16, 17, 18, 19, et 20). *In*: L. Savard (éd.). Rapport sur l'état des invertébrés en 1994: Crustacés et mollusques des côtes du Québec, crevette nordique et zooplancton de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. (en préparation).
- Godin, G. 1972. The analysis of tides. University of Toronto Press, Toronto. 264 p.
- Harvey, M., E. Bourget et G. Ingram. 1994. The influence of substratum heterogeneity on the settlement of marine bivalve larvae: Active vs passive microhabitat selection processes. pp. 159. *In*: N. F. Bourne, B. L. Bunting et L. D. Townsend (éd.). Proceedings of the 9th international Pectinid workshop, Nanaimo, B. C., Canada, April 22 - 27, 1993. Volume 1. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1994.
- Harvey, M., E. Bourget et G. Miron. 1993. Settlement of Iceland scallop *Chlamys islandica* spat in response to hydroids and filamentous red algae: field observations and laboratory experiments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 99: 283-292.
- Hortle, M. E. et D. A. Cropp. 1987. Settlement of the commercial scallop, *Pecten fumatus* (Reeve) 1855, on artificial collectors in eastern Tasmania. *Aquaculture* 66: 79-95.
- Ito, S. et A. Byakuno. 1991. The history scallop culture techniques in Japan. pp. 166-181. *In*: M. L. C. Dredge, W. F. Zacharin et L. M. Joll (éd.). Proceedings of the Australian scallop workshop. Hobart, Australia.
- Le Pennec, M. 1982. L'élevage expérimental de *Chlamys opercularis* (L.) (Bivalvia, Pectinidae). *Vie marine* 4: 29-36.
- MacDonald, B. A. et R. J. Thompson. 1985. Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. I. Growth rates of shell and somatic tissue. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 25: 279-294.
- Mottet, M. G. 1979. A review of the fishery biology and culture of scallops. Washington, Department of Fisheries, Tech. Rep. 39: v + 96 p.
- 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.
- Naidu, K. S. 1978. Culture of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin), in Newfoundland. Res. Doc. Scallop Workshop, Brest, France. 13 p.

- Naidu, K. S. et F. M. Cahill. 1986. Culturing giant scallops in Newfoundland waters. Can. Manus. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1876: iv + 23 p.
- Naidu, K. S. et R. Scaplen. 1976. Settlement and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, larvae on enclosed polyethylene film collectors. FAO Technical Conference on Aquaculture, Japan 26 May - 2 June 1976. FIR:AQ/Conf/76/E.7: i + 5 p.
- Parsons, G. J. et M. J. Dadswell. 1992. Effect of stocking density on growth, production, and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, held in intermediate suspension culture in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. Aquaculture 103: 291-309.
- Paul, J. D. 1991. Scallop cultivation in Scotland - Its development and future. pp. 293-296. In: S. E. Shumway et P. A. Sandifer (éd.). An international compendium of scallop biology and culture. 7th International Pectinid Workshop. The World Aquaculture Society.
- Posgay, J. A. 1979. Depth as a factor affecting the growth rate of the sea scallop. ICES C. M. 1979/K: 27: 5 p.
- Posgay, J. A. 1981. Movement of tagged sea scallops on Georges Bank. Mar. Fish. Rev. 43: 19-25.
- Pouliot, F. 1993. Facteurs d'optimisation d'un collecteur de naissain de Pectinidae. Mémoire M. Sc. Université Laval, Québec. 73 p.
- Robinson, S. M. C., J. D. Martin, R. A. Chandler, G. J. Parsons et C. Y. Couturier. 1992. Larval settlement patterns of the giant scallop (*Placopecten magellanicus*) in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. CAFSAC Res. Doc. 92/115: 26 p.
- SAS Institute Inc. 1988. SAS/STAT User's Guide, release 6.03 Edition. Cary, NC:SAS Institute Inc. 1028 p.
- Sokal, R. R. et F. J. Rohlf. 1981. Biometry. Second edition. W. H. Freeman and company, New York. 859 p.
- Thorarinsdóttir, G. G. 1991. The Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Müller) in Breidafjörður, west Iceland. I. Spat collection and growth during the first year. Aquaculture 97: 13-23.
- Thouzeau, G. et D. Lehay. 1988. Variabilité spatio-temporelle de la distribution, de la croissance et de la survie des juvéniles de *Pecten maximus* (L.) issus des pontes 1985, en baie de Saint-Brieuc. Oceanologica Acta 11: 267-284.

- Thouzeau, G., G. Robert et S. J. Smith. 1991. Spatial variability in distribution and growth of juvenile and adult sea scallops *Placopecten magellanicus* (Gmelin) on eastern Georges Bank (Northwest Atlantic). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 74: 205-218.
- Tremblay, M. J. et M. M. Sinclair. 1988. The vertical and horizontal distribution of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) larvae in the Bay of Fundy in 1984 and 1985. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 8: 43-53.
- Ventilla, R. F. 1982. The scallop industry in Japan. *Adv. Mar. Biol.* 20: 309-382.
- Wallace, J. C. 1982. The culture of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Müller). I. Spat collection and growth during the first year. *Aquaculture* 26: 311-320.
- Wallace, J. C. et T. G. Reinsnes. 1984. Growth variation with age and water depth in the Iceland scallop (*Chlamys islandica*, Pectinidae). *Aquaculture* 41: 141-146.
- Young, P. C., R. J. McLoughlin et R. B. Martin. 1992. Scallop (*Pecten fumatus*) settlement in Bass Strait, Australia. *J. Shellfish Res.* 11: 315-323.
- Young-Lai, W. W. et D. E. Aiken. 1986. Biology and culture of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*: A review. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1478: iv + 21 p.

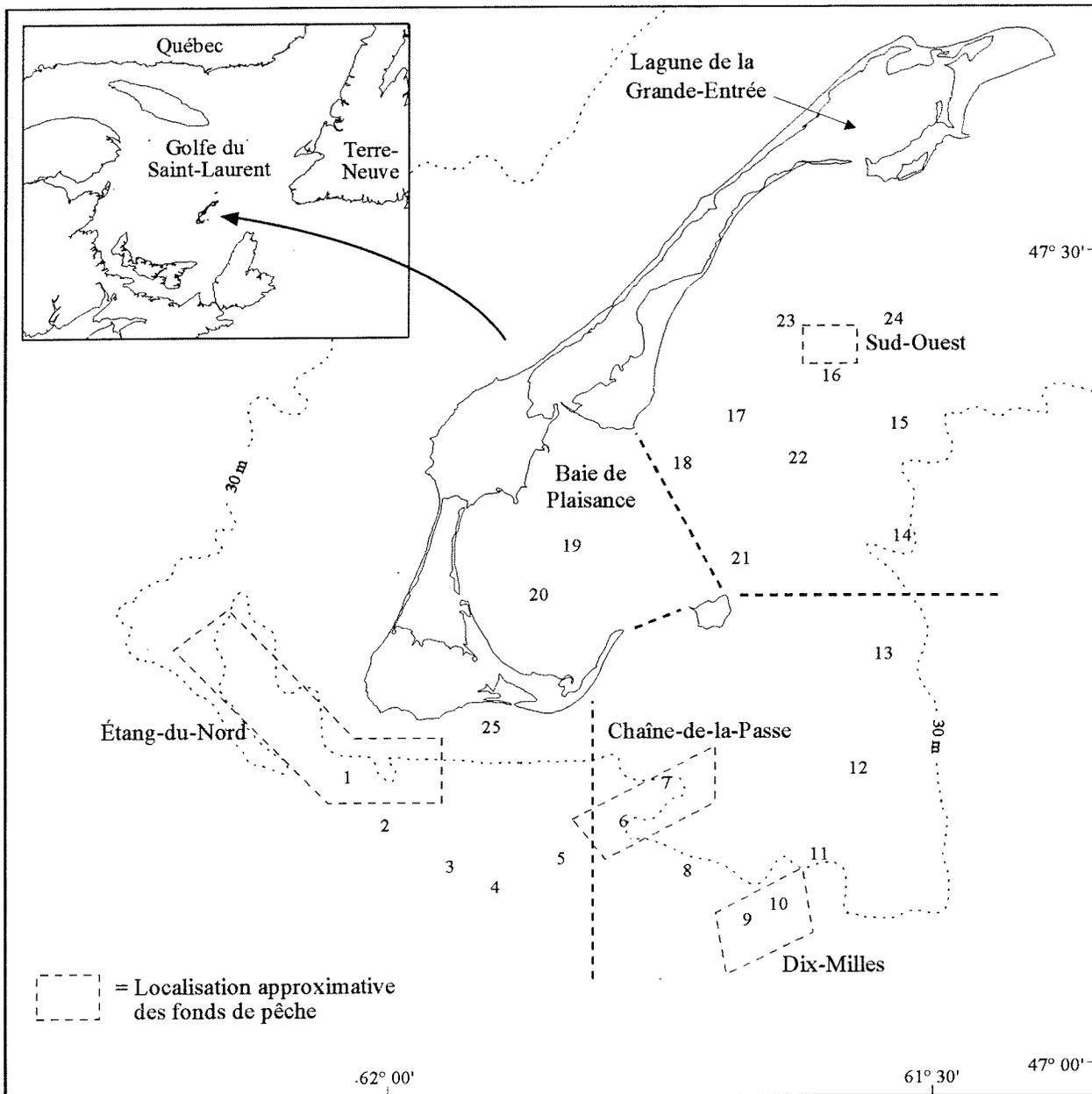
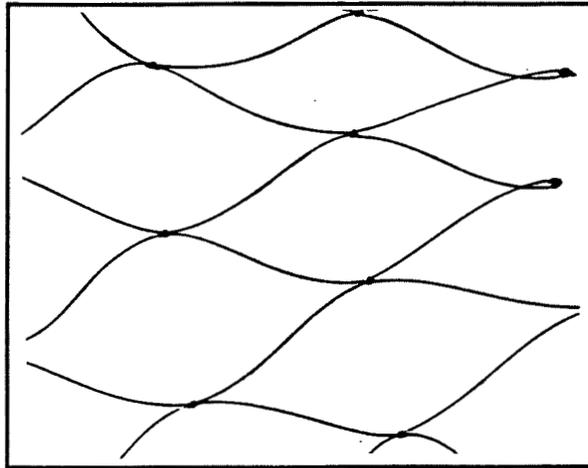
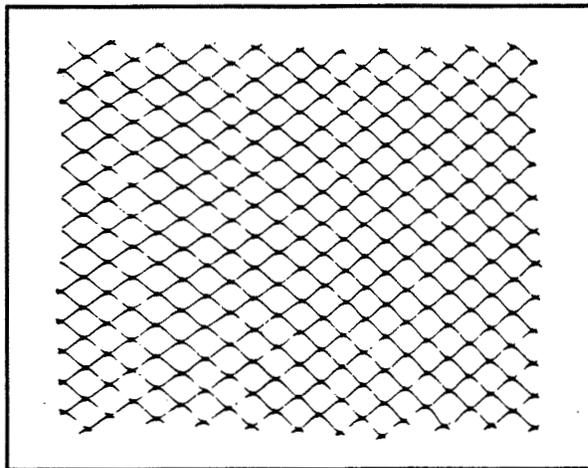


Figure 1. Localisation des vingt-cinq stations d'échantillonnage et des quatre fonds de pêche au pétoncle aux Îles-de-la-Madeleine.

Filet maillant



Netron™



Multicorde Diaron™



Figure 2. Illustration des trois types de support utilisés en 1992 et en 1993 pour le captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine.

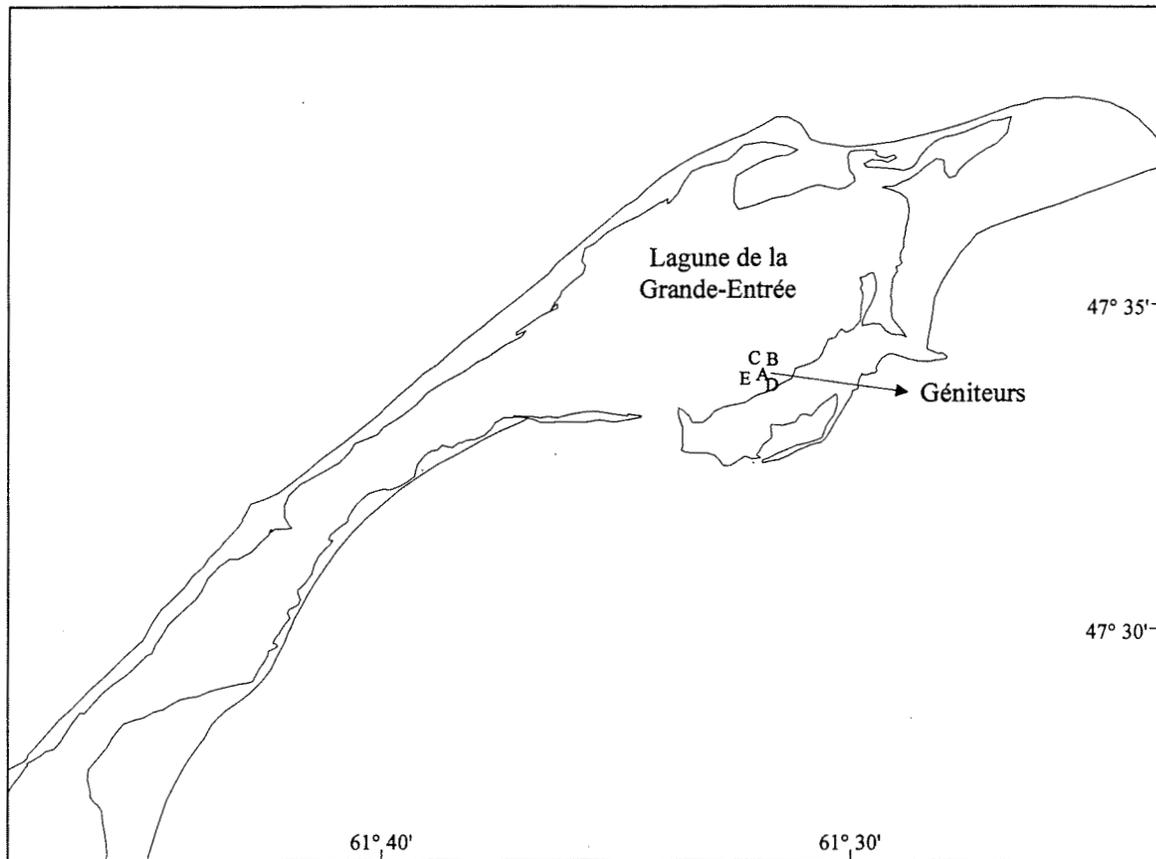


Figure 3. Localisation des pétoncles géants adultes (station A) et des stations d'échantillonnage des larves et des postlarves (A, B, C, D et E) dans la lagune de la Grande-Entrée en 1993 aux Îles-de-la-Madeleine.

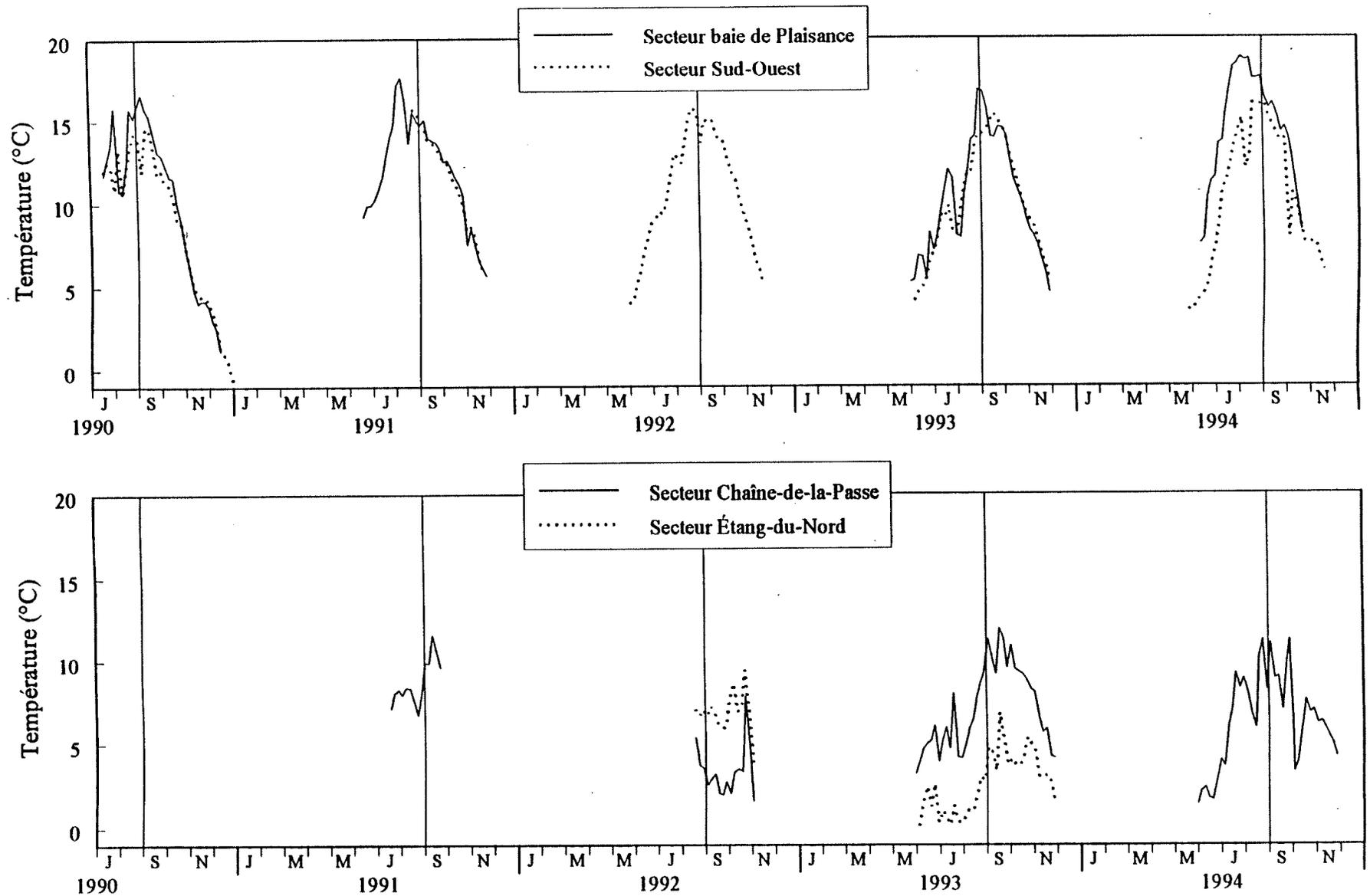


Figure 4. Température de l'eau à 1 m du fond par secteur d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine. Ligne de référence au début du mois de septembre de chaque année.

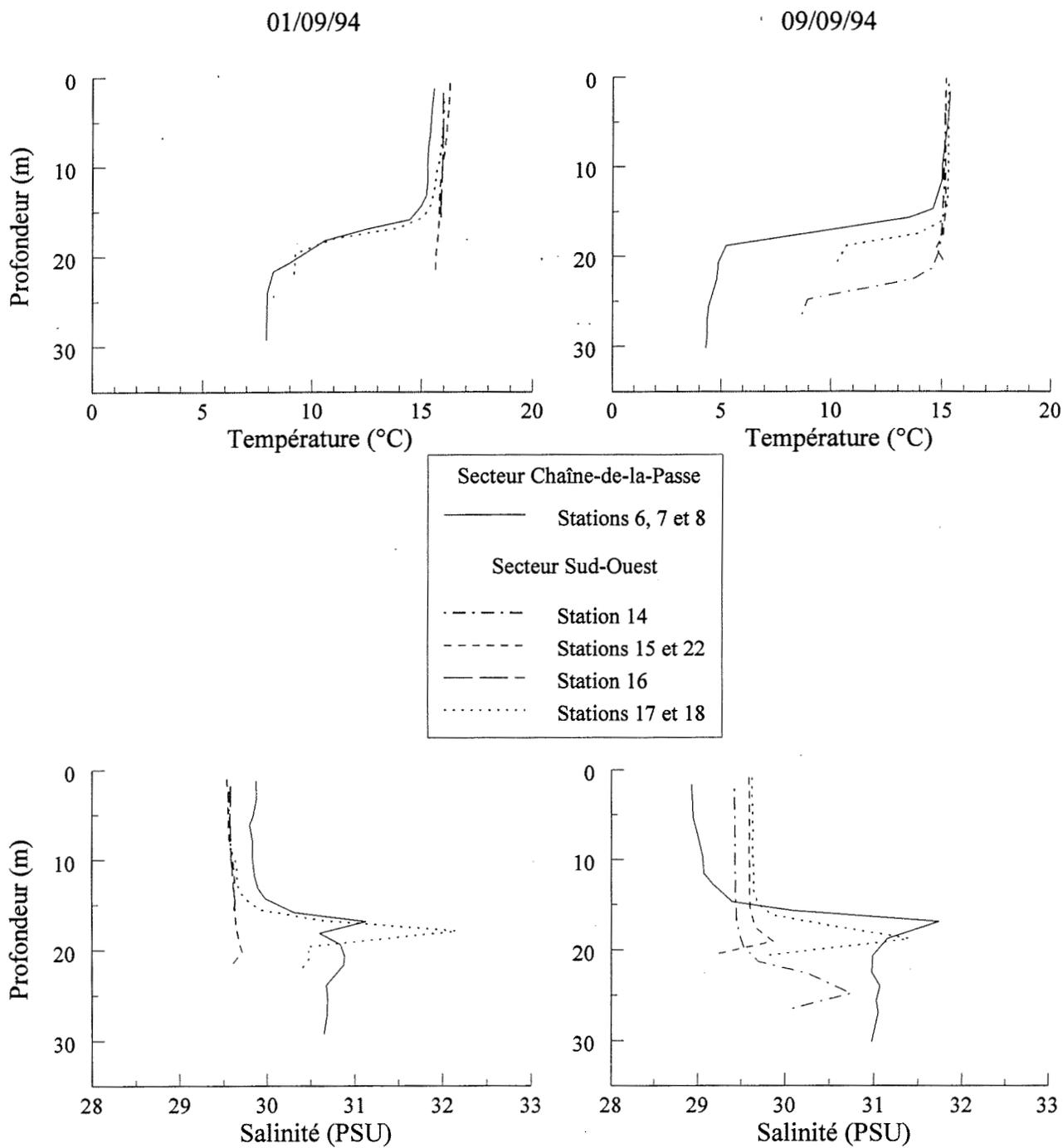


Figure 5. Profils de température et de salinité mesurés avec un thermosalinomètre à différentes stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.

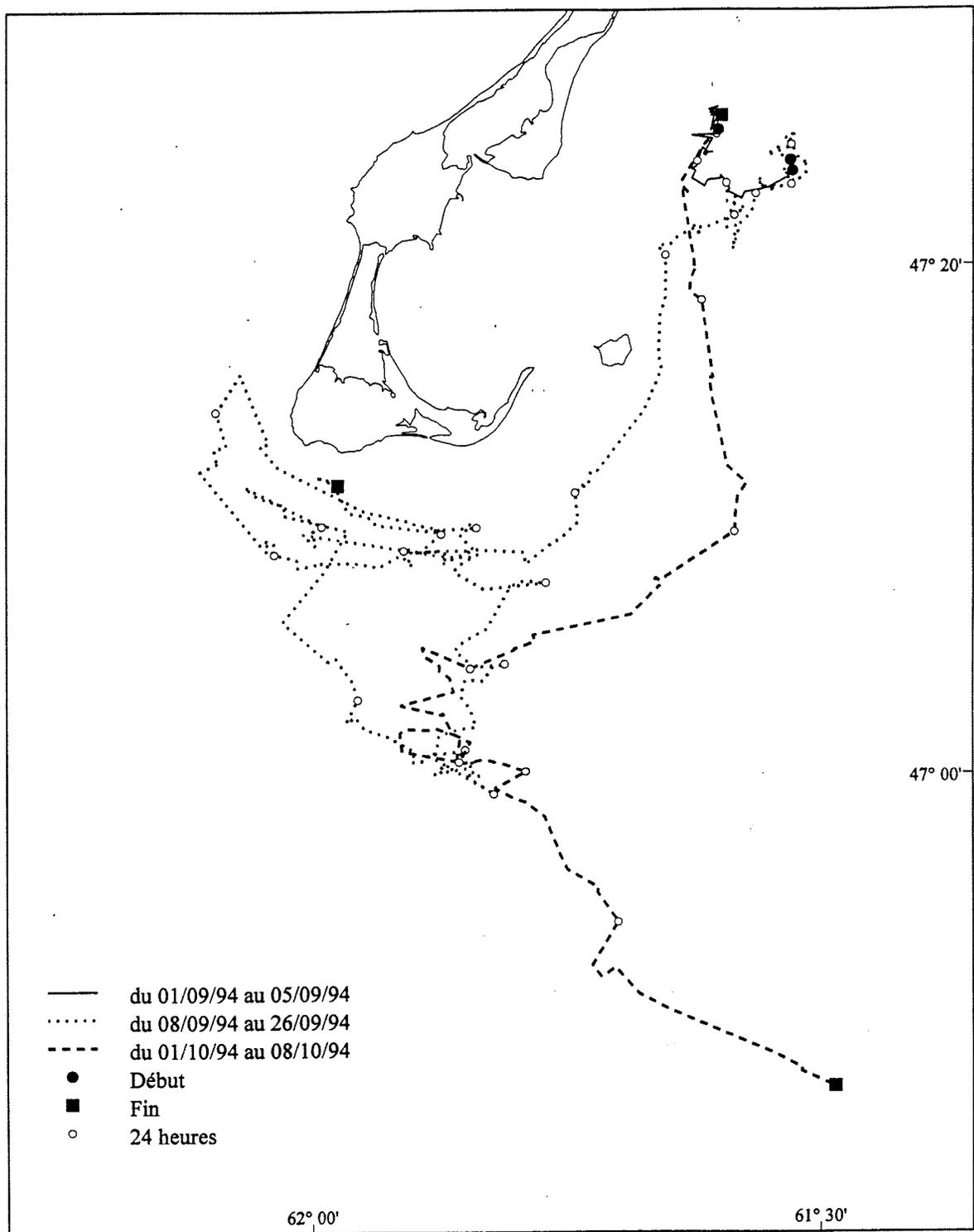


Figure 6. Trajet effectué par une bouée dérivante télémétrique en septembre et octobre 1994 aux Îles-de-la-Madeleine.

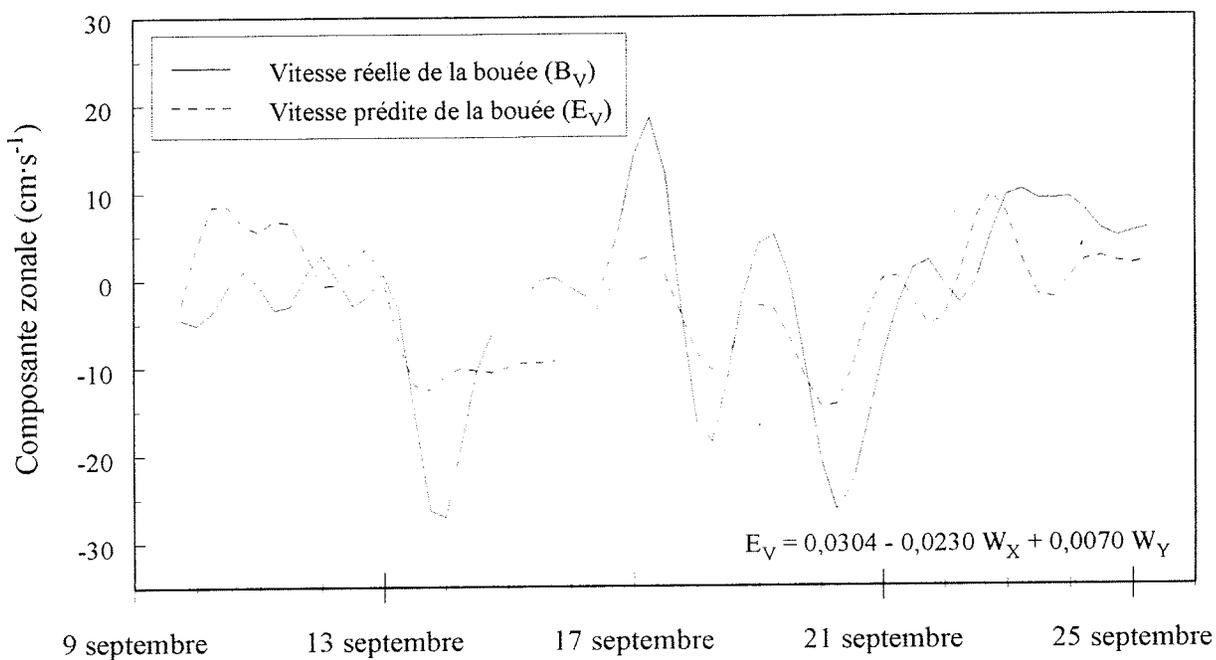
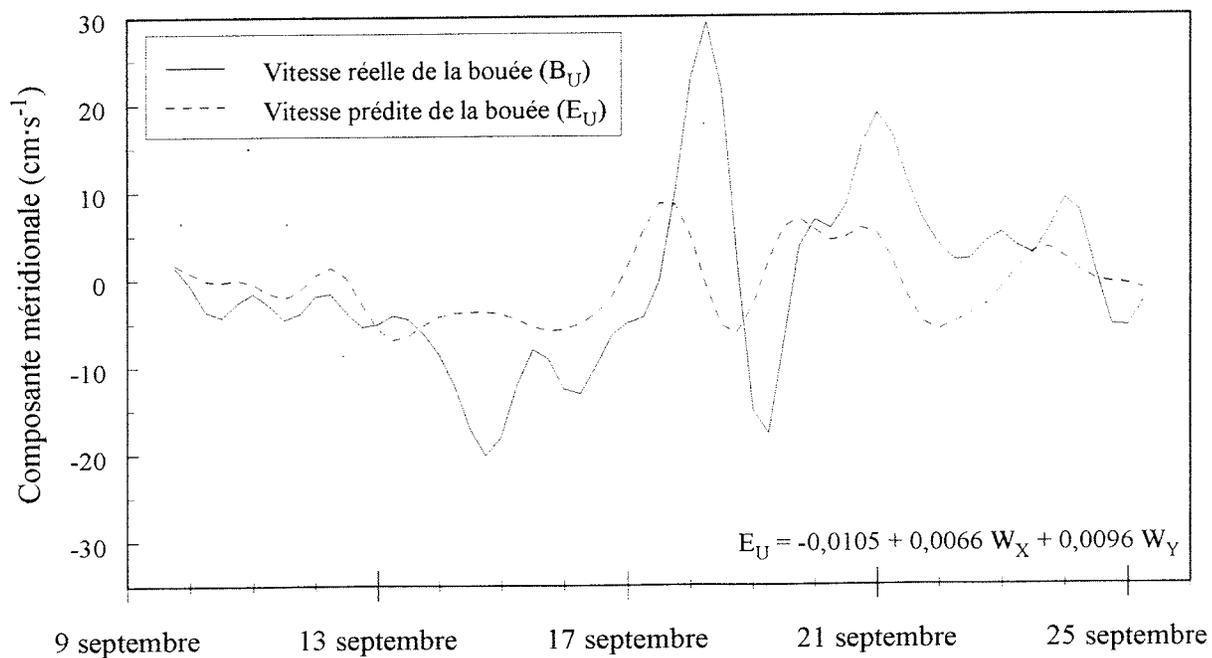


Figure 7. Composantes méridionale (est-ouest) et zonale (nord-sud) de la vitesse de la bouée (B_U et B_V) et de son estimé (E_U et E_V) calculé à partir des composantes méridionale et zonale de la vitesse du vent (W_X et W_Y) en 1994.

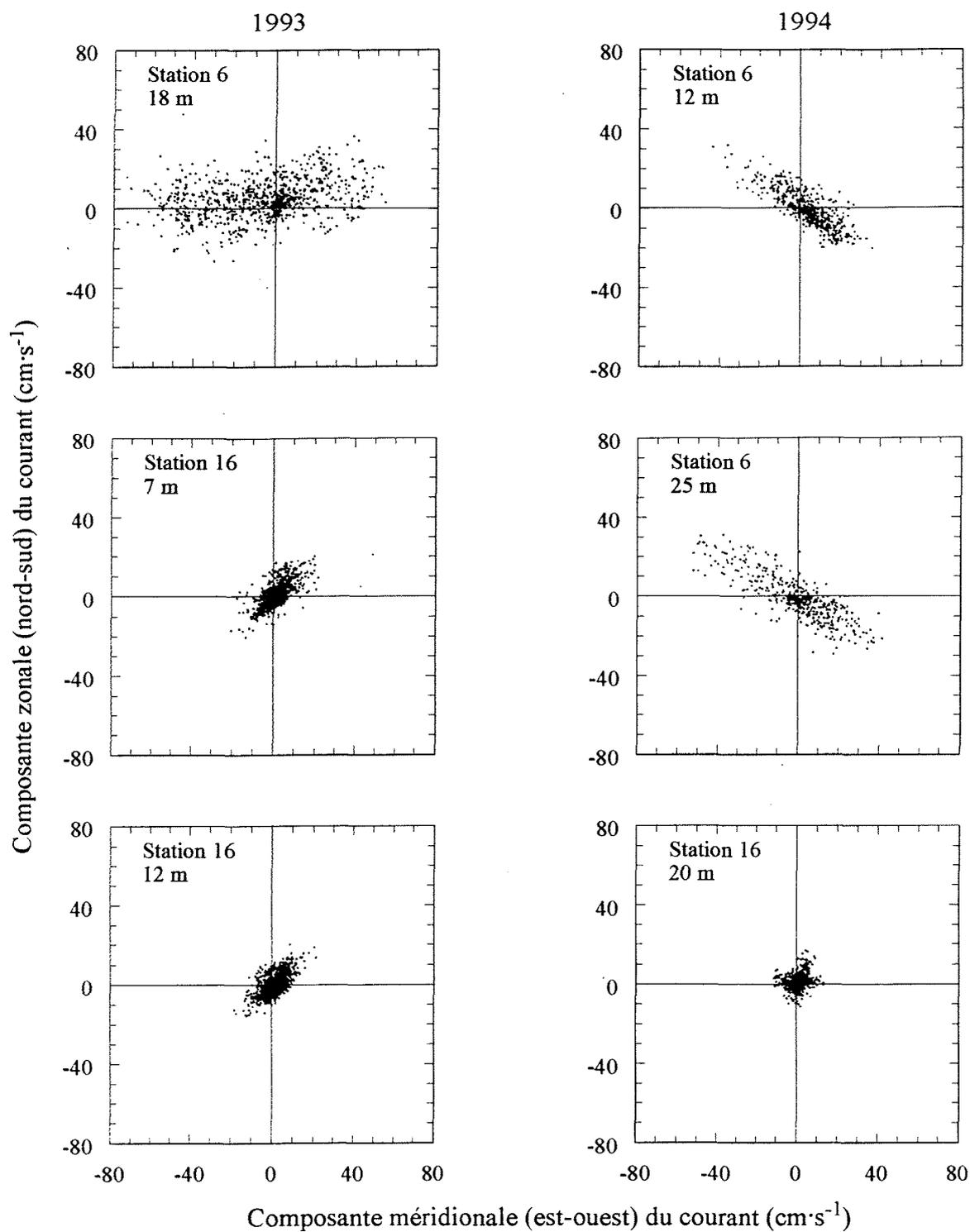


Figure 8. Direction et vitesse des courants mesurées à deux stations d'échantillonnage en 1993 et en 1994 aux Îles-de-la-Madeleine.

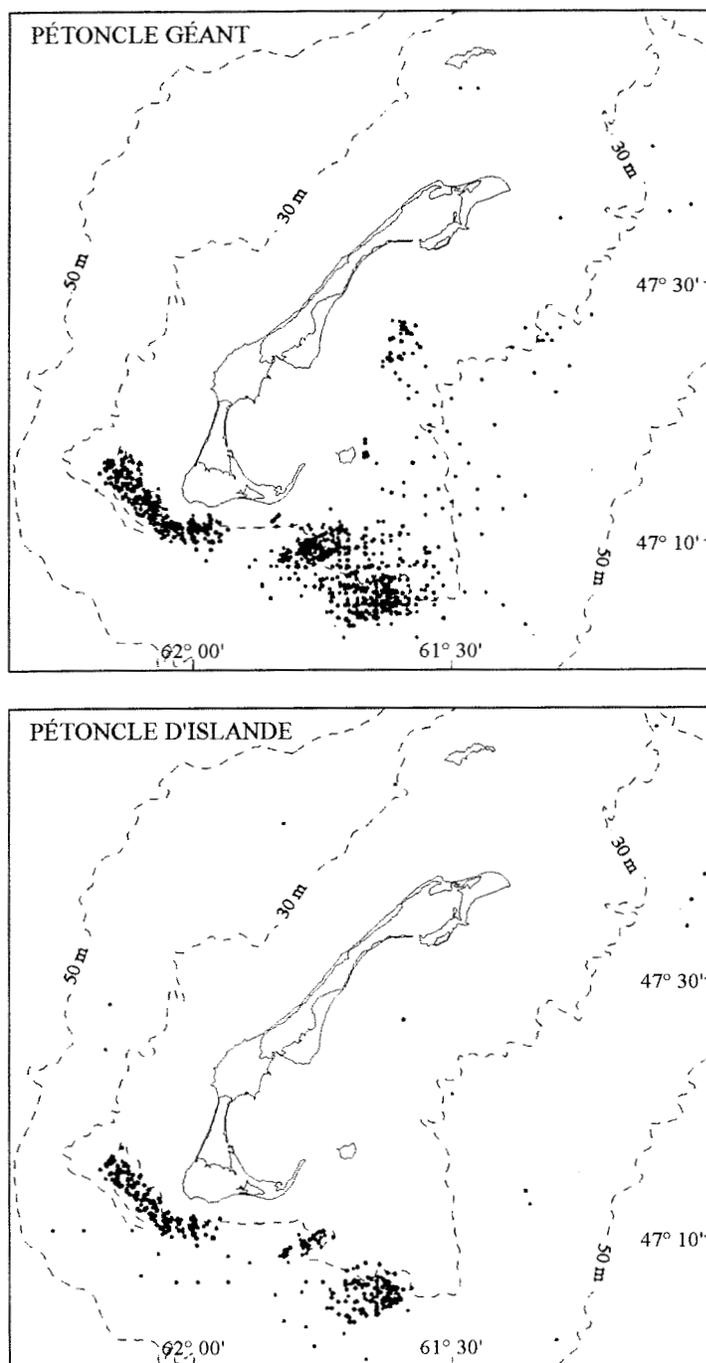


Figure 9. Répartition géographique du pétoncle géant et du pétoncle d'Islande autour des Îles-de-la-Madeleine. Données provenant de levés de recherche et de données commerciales recueillies par le ministère des Pêches et des Océans.

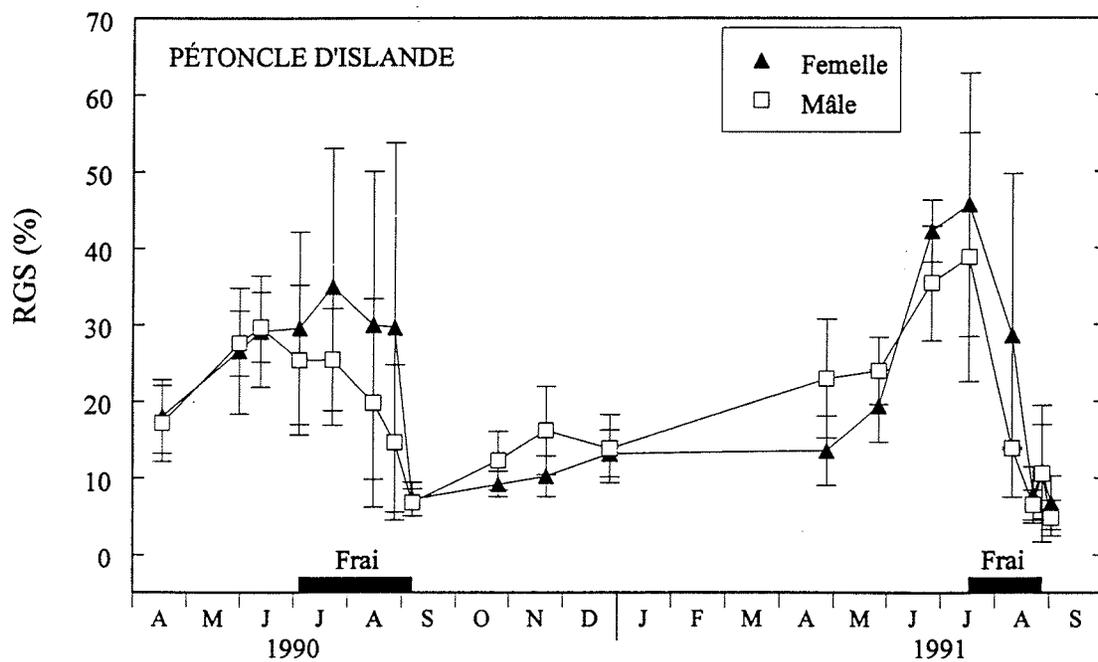
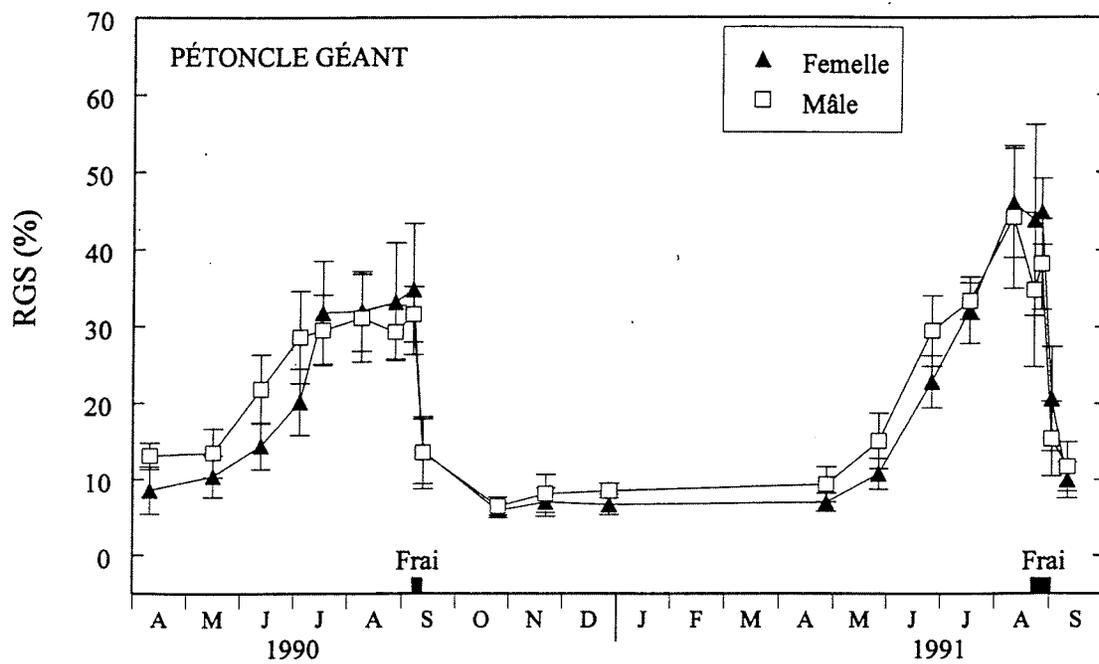


Figure 10. Rapport gonado-somatique (RGS) des pétoncles géants provenant du fond de pêche de la Chaîne-de-la-Passe et des pétoncles d'Islande provenant du fond de pêche de l'Étang-du-Nord en 1990 et en 1991 aux Îles-de-la-Madeleine (Tiré de Giguère *et al.* 1994).

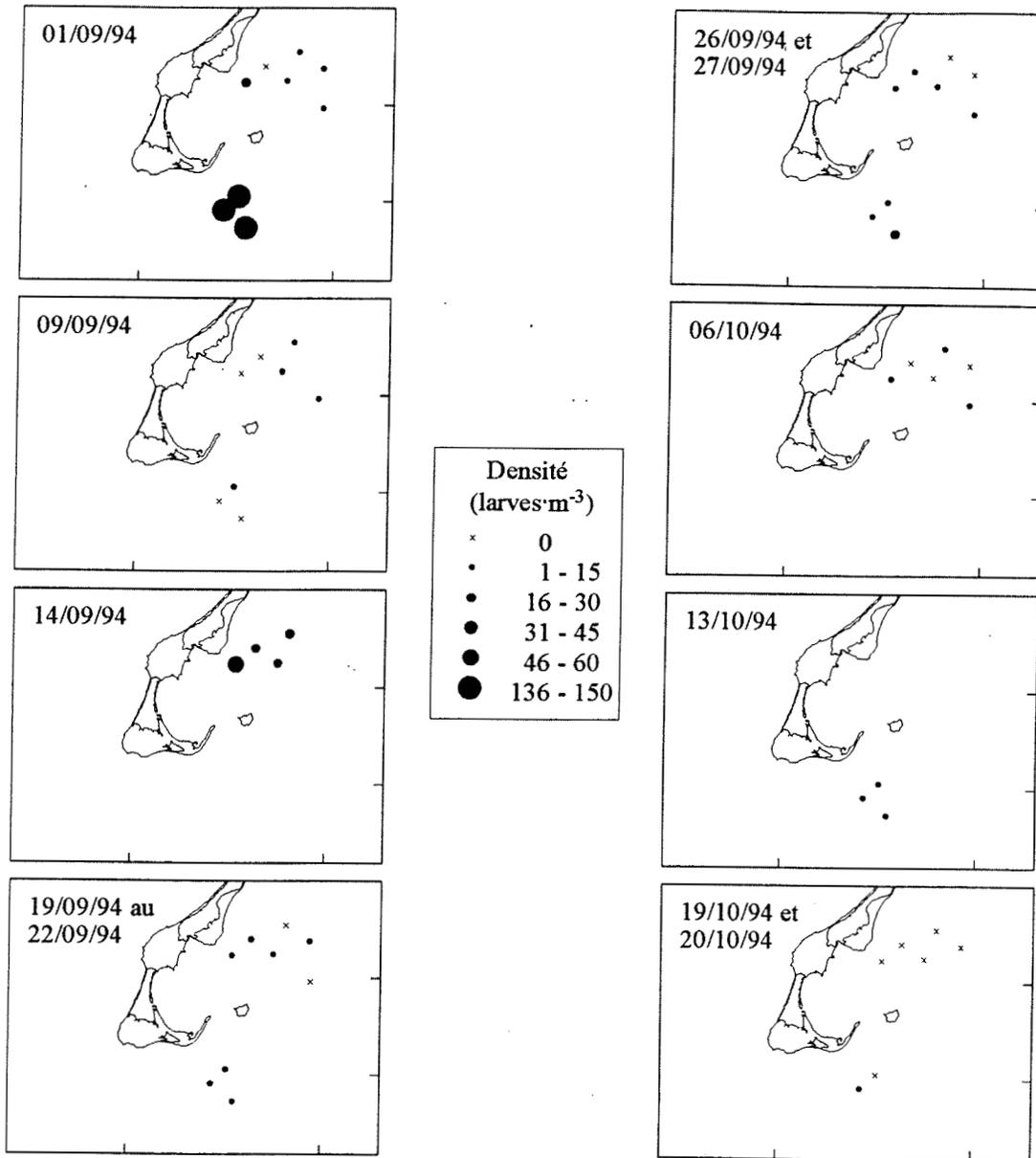


Figure 11. Densité des larves de pétoncle recueillies en 1994 aux Îles-de-la-Madeleine.

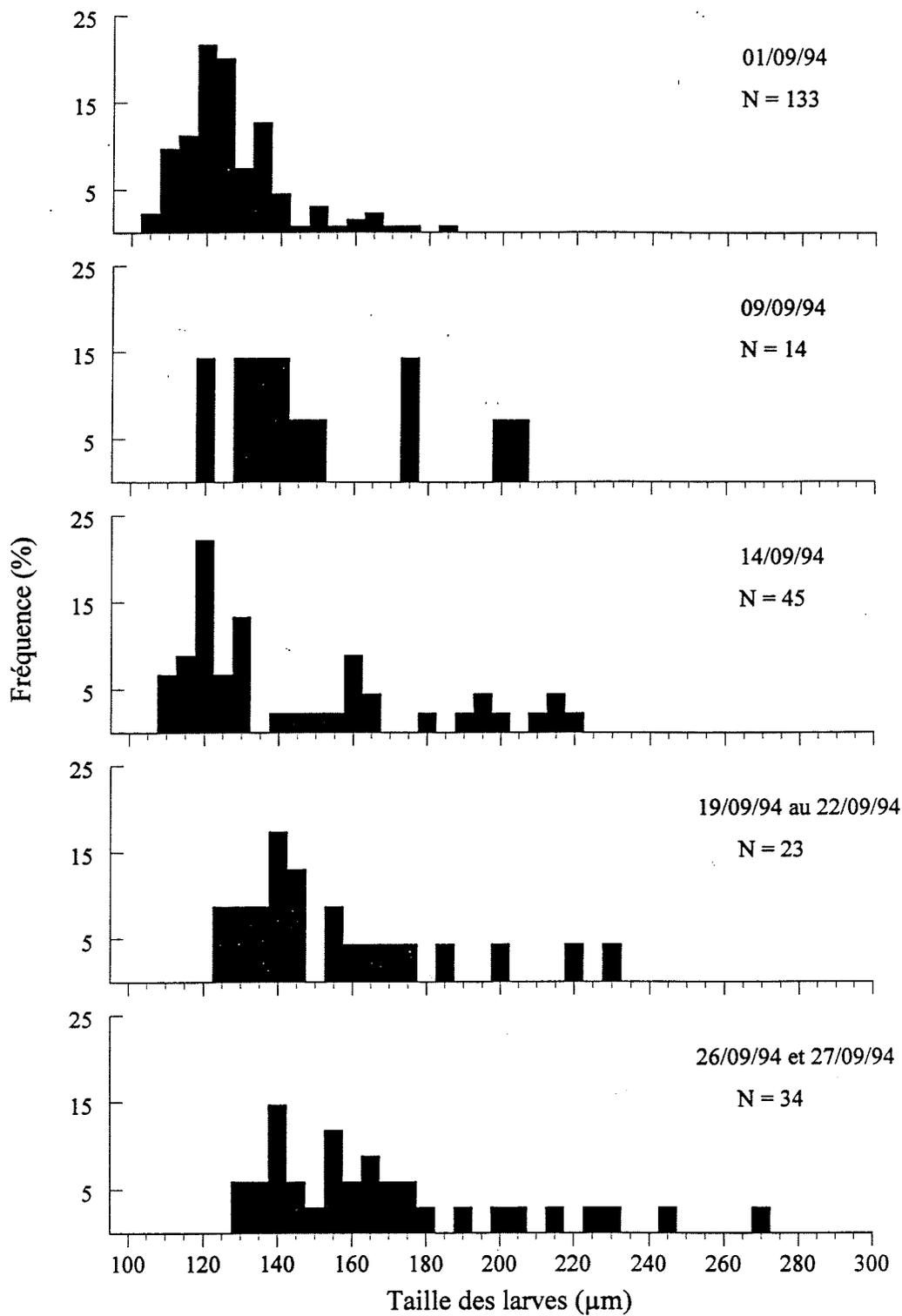
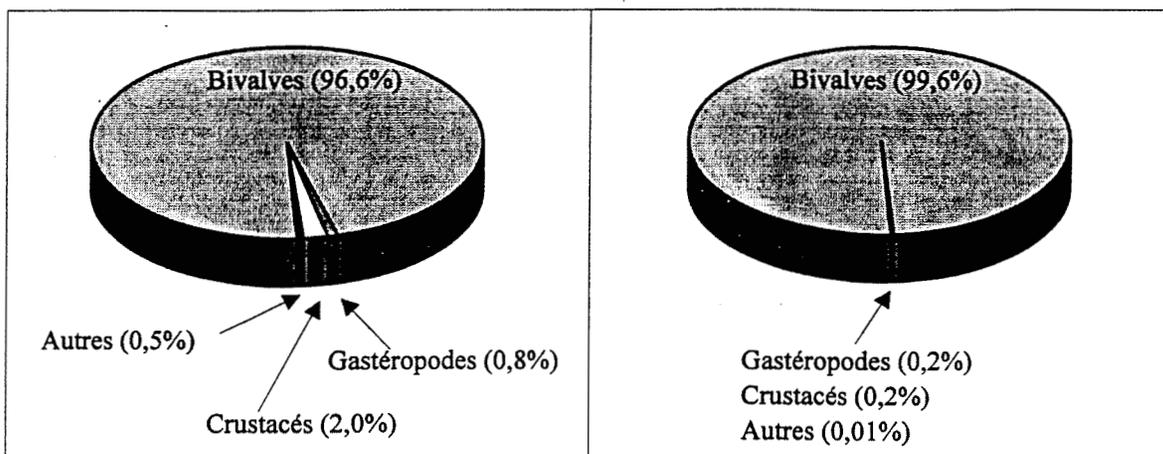


Figure 12. Structure de taille des larves de pétoncle recueillies à neuf stations d'échantillonnage en 1994 aux Îles-de-la-Madeleine.

A) SECTEUR CHAÎNE-DE-LA-PASSE SECTEUR BAIE DE PLAISANCE



B) SECTEUR CHAÎNE-DE-LA-PASSE SECTEUR BAIE DE PLAISANCE
 seulement les bivalves seulement les bivalves

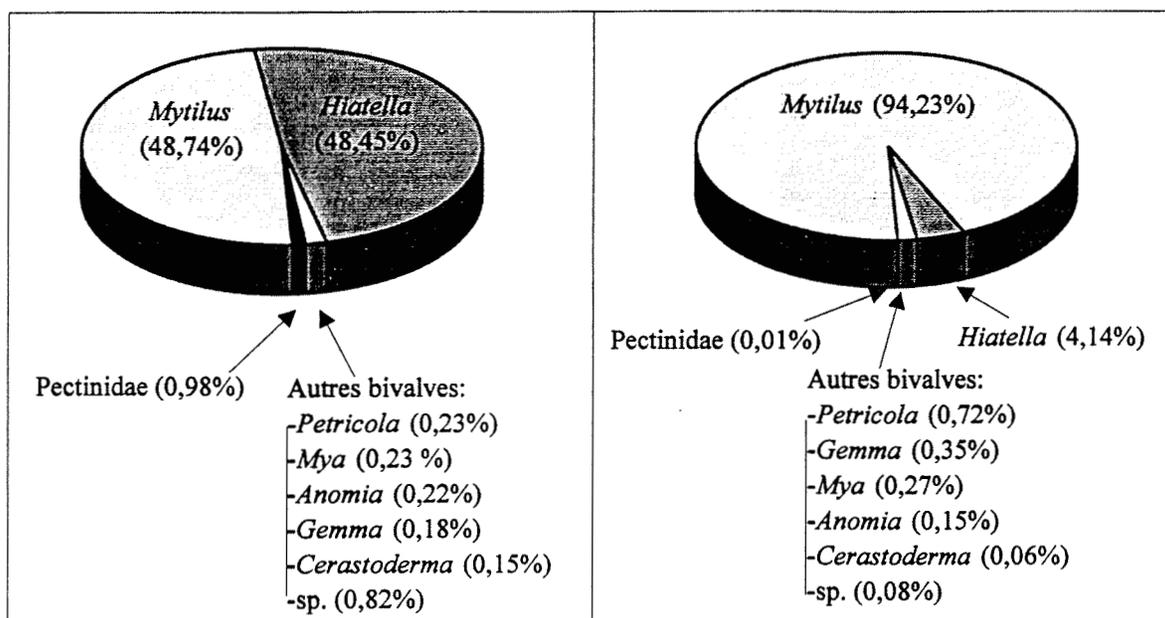
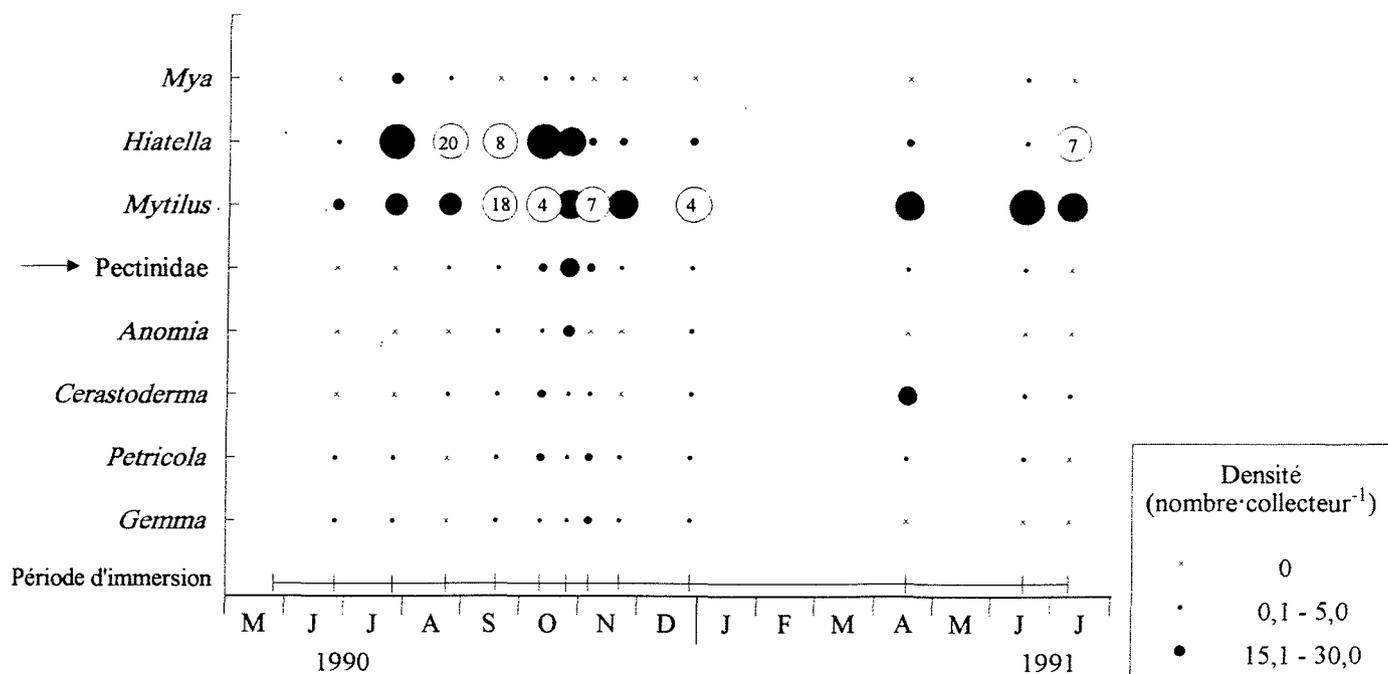


Figure 13. Proportion relative des différentes espèces ou groupes d'espèces dans les collecteurs à six stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine. A) Toutes les espèces; B) Seulement les bivalves.

SECTEUR CHAÎNE-DE-LA-PASSE



SECTEUR BAIE DE PLAISANCE

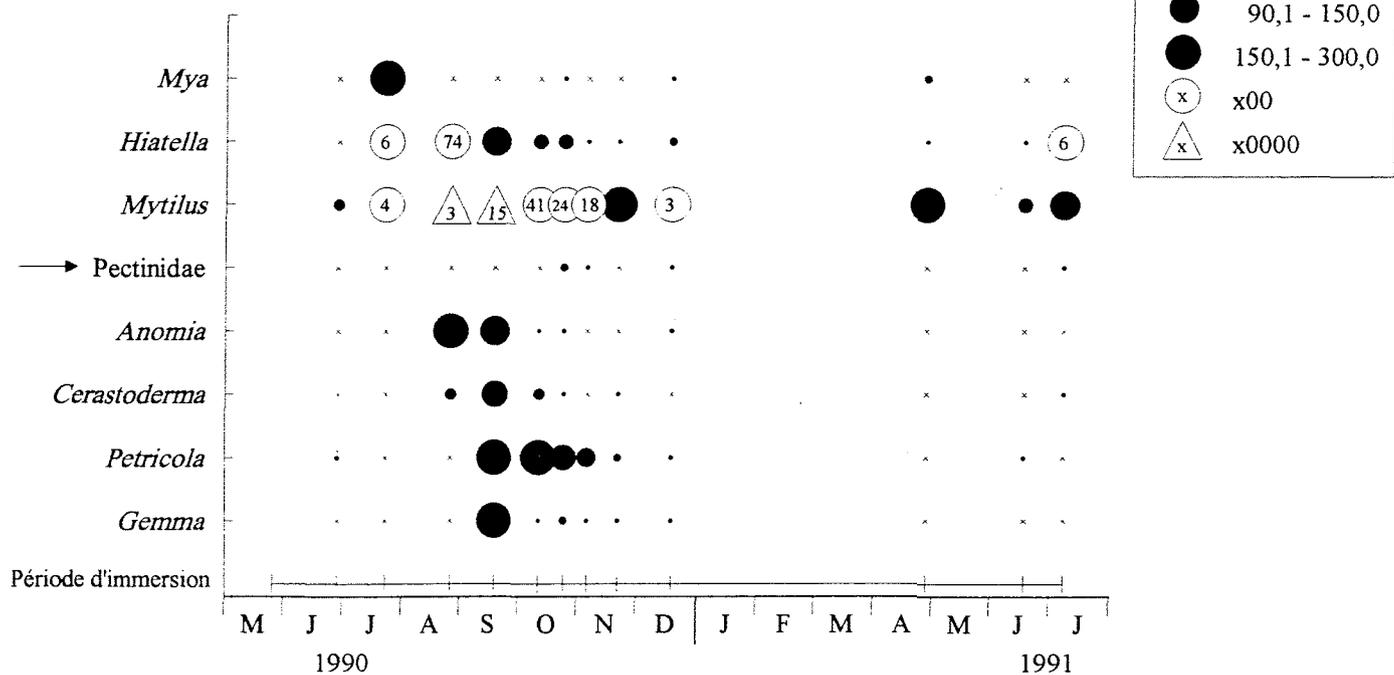


Figure 14. Densité des principales espèces de bivalves dans les collecteurs à six stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine et période d'immersion des collecteurs.

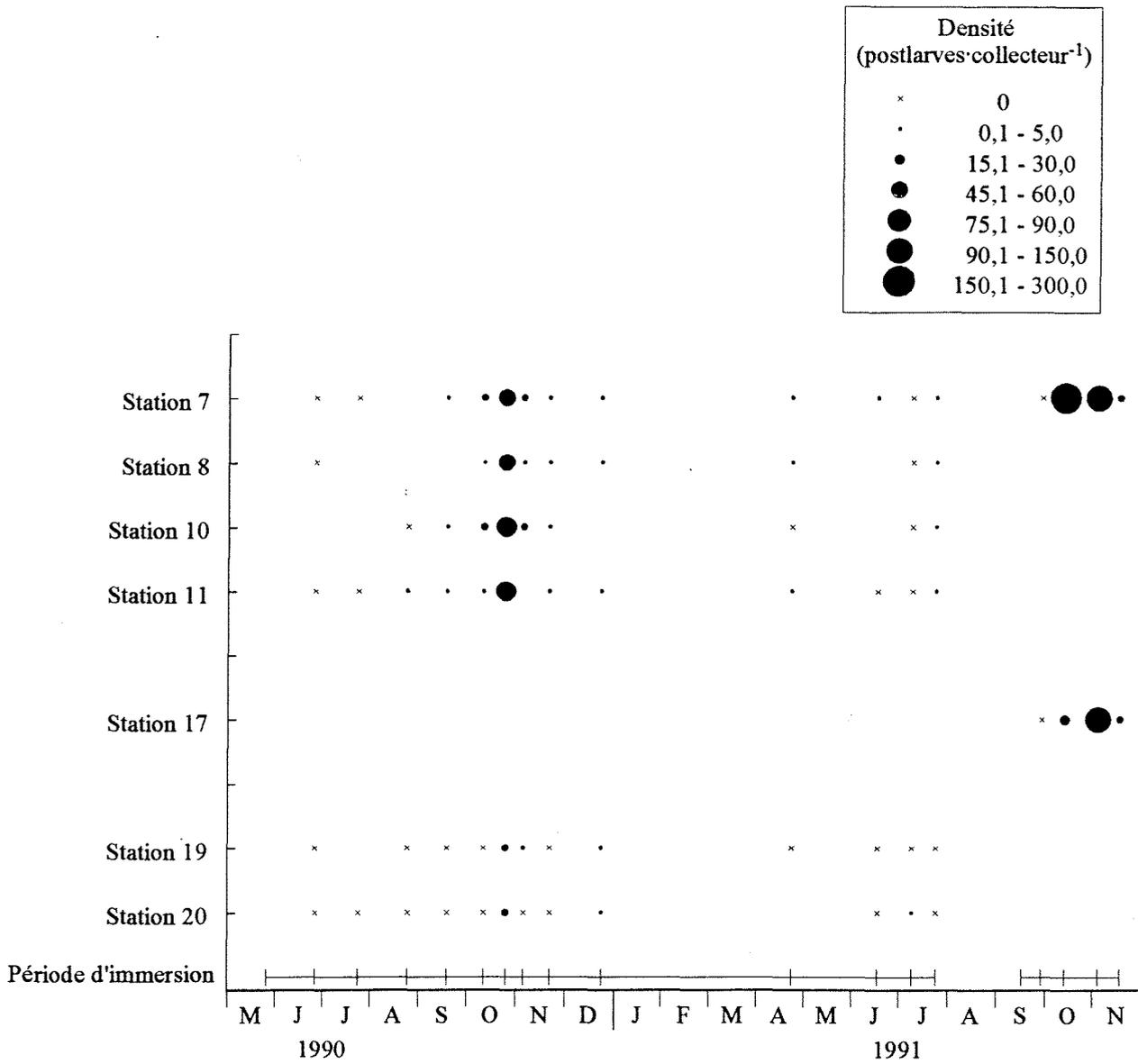


Figure 15. Densité des postlarves de pétoncle dans les collecteurs à sept stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine et période d'immersion des collecteurs.

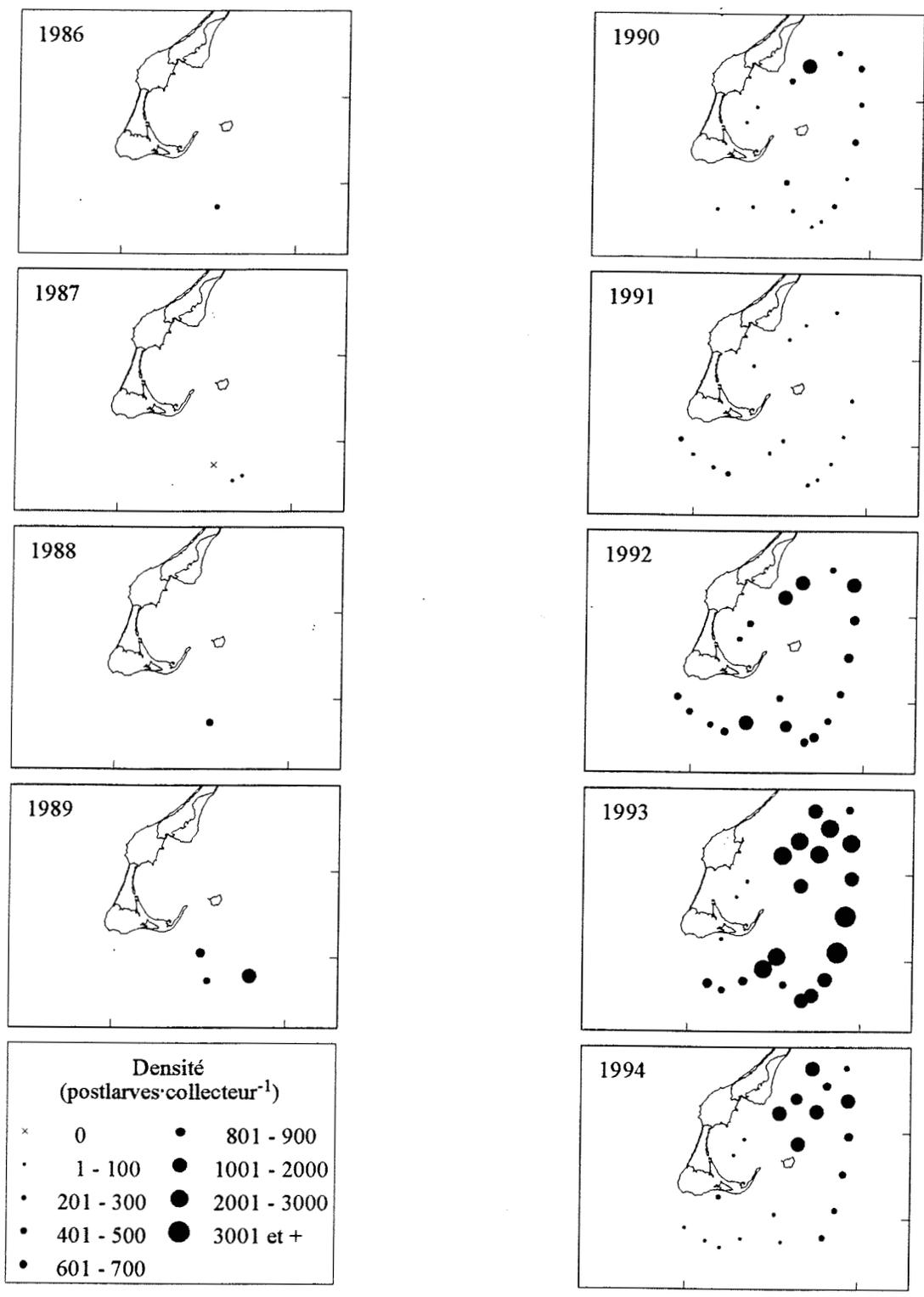


Figure 16. Densité des postlarves de pétoncle dans les collecteurs récupérés à l'automne aux Îles-de-la-Madeleine.

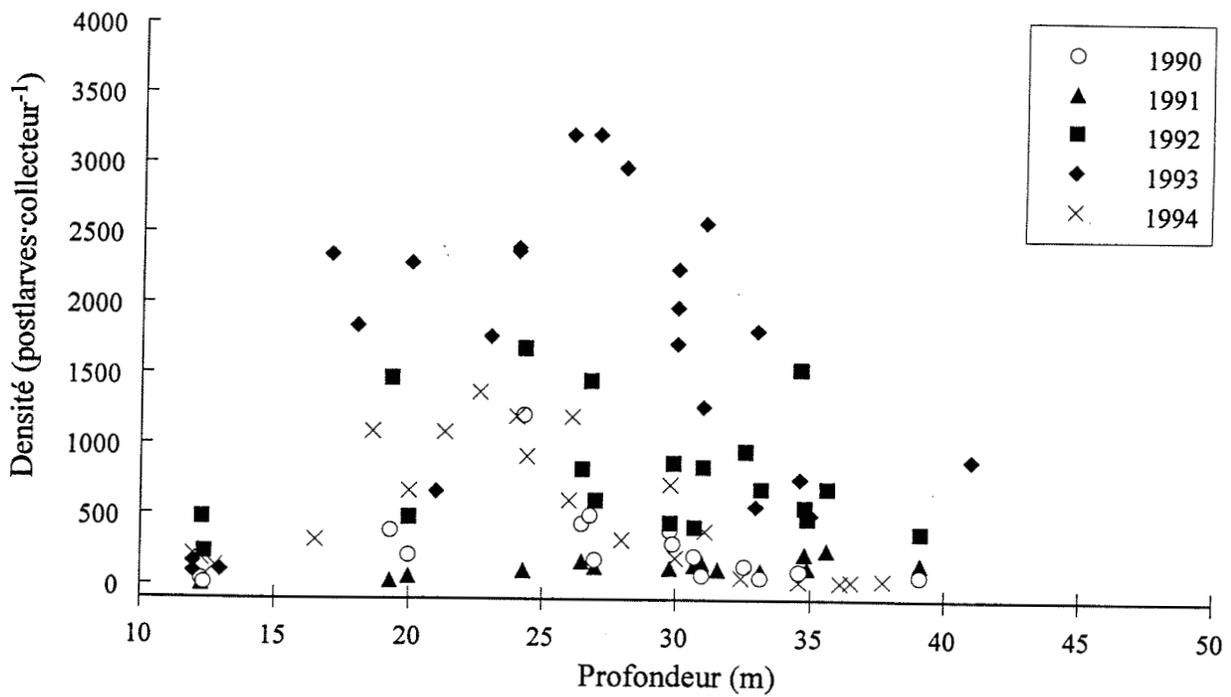


Figure 17. Relation entre la densité des postlarves de pétoncle et la profondeur des stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.

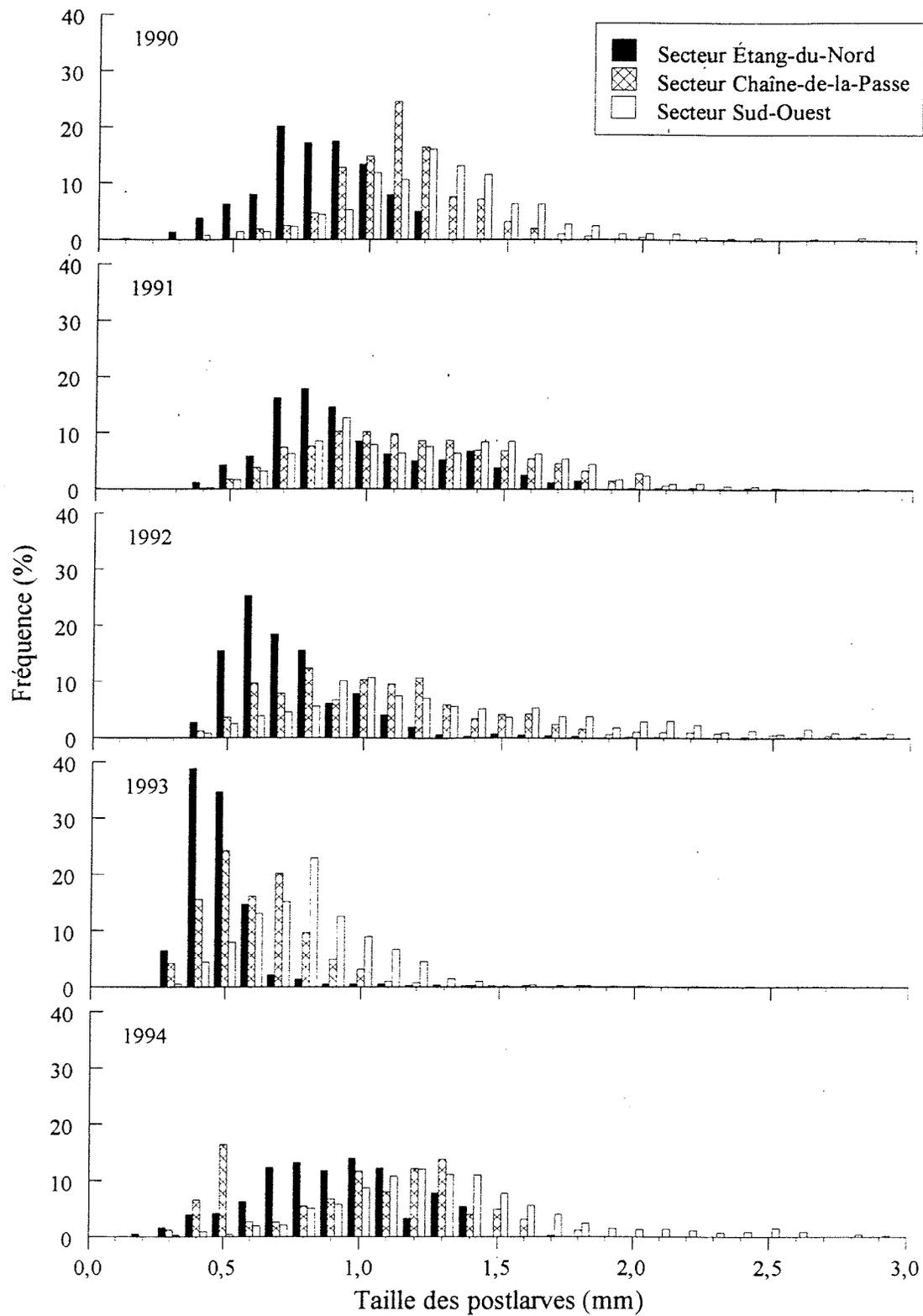


Figure 18. Structure de taille des postlarves de pétoncle dans les collecteurs récupérés à l'automne, par secteur d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.

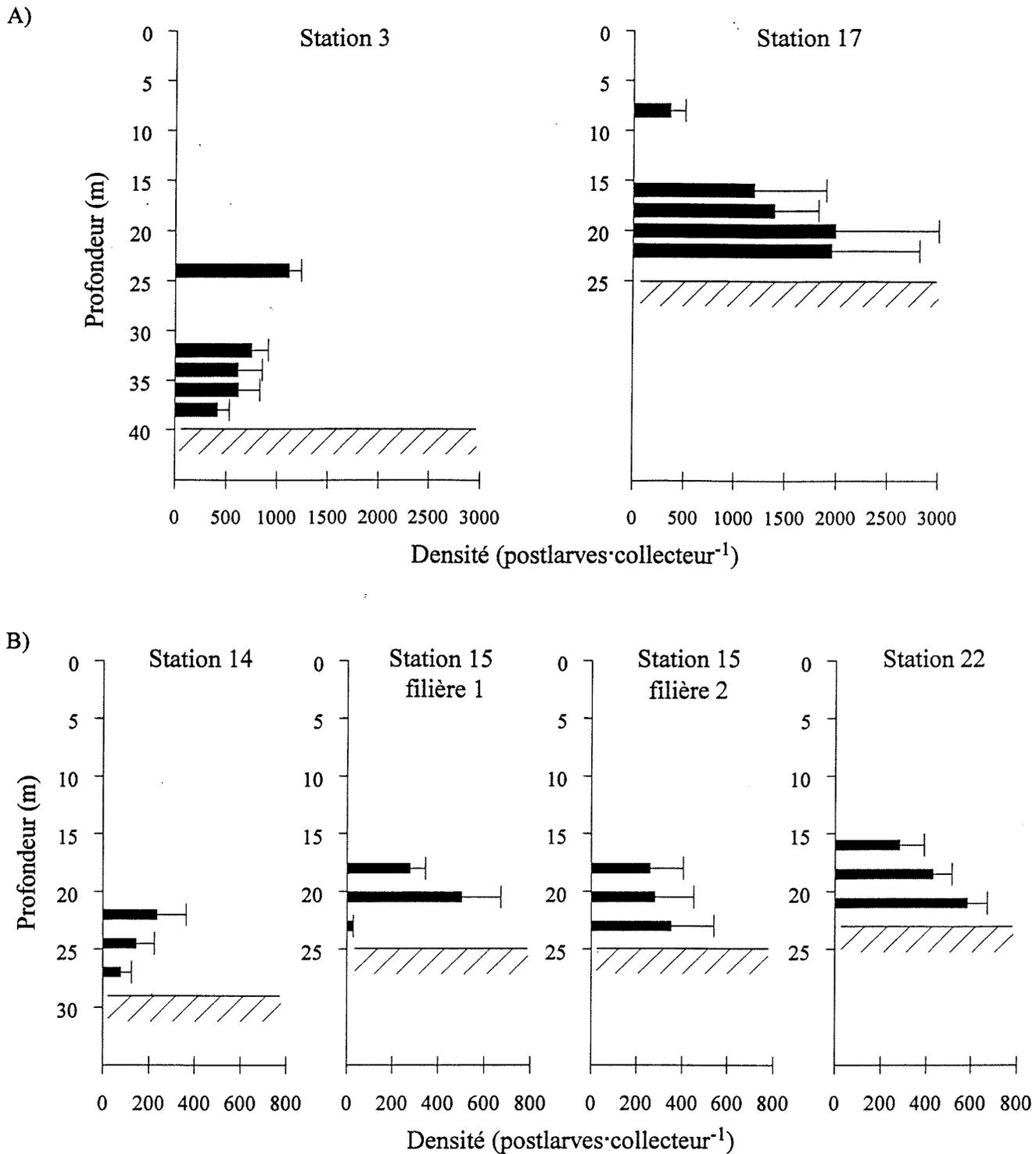


Figure 19. Densité des postlarves de pétoncle selon la profondeur des collecteurs aux Îles-de-la-Madeleine. A) 1992; B) 1994. La limite supérieure de la zone hachurée indique la profondeur totale de la station.

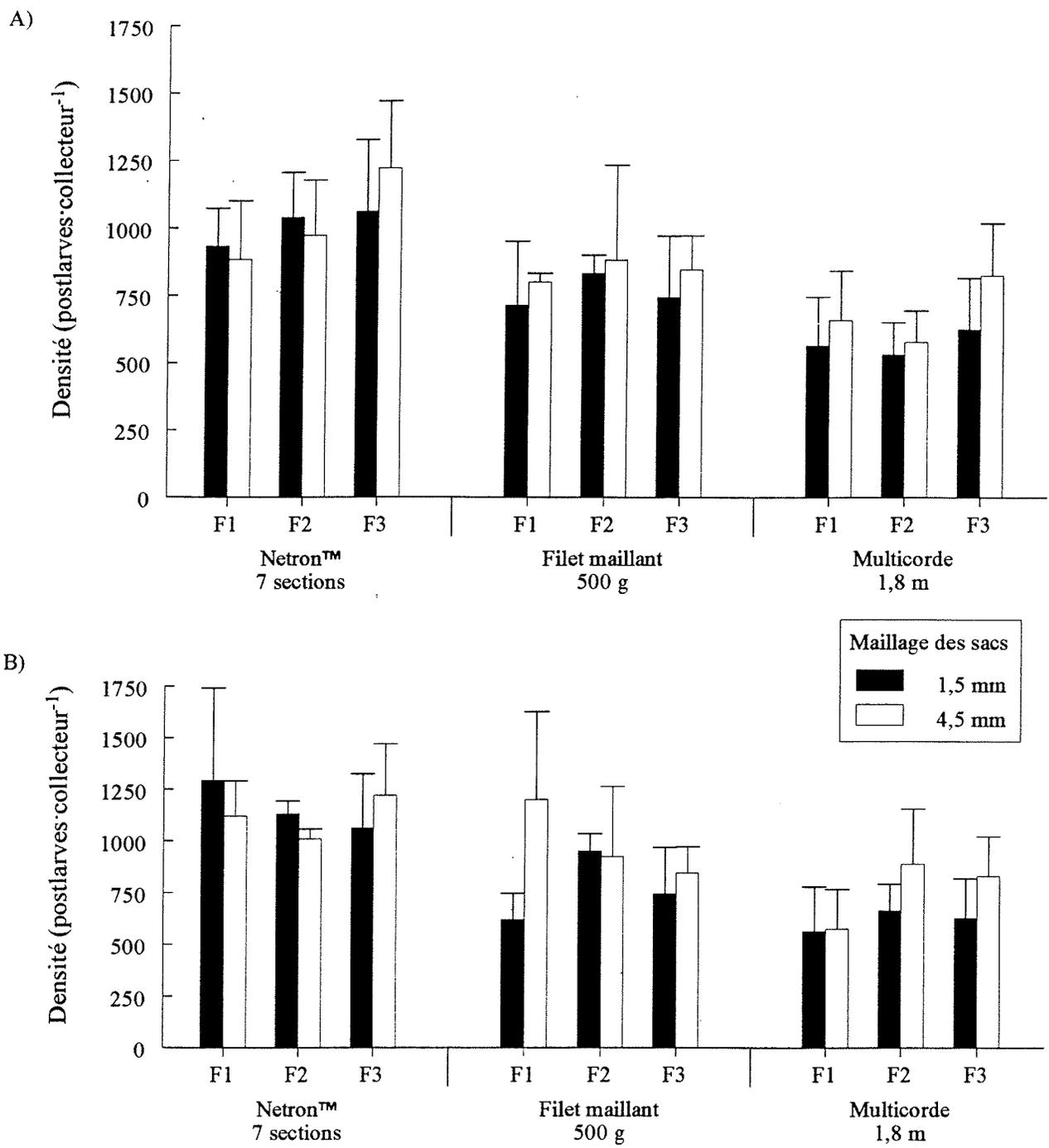


Figure 20. Densité des postlarves de pétoncle (+ un écart-type) selon le type de collecteur utilisé. A) Récupération à l'automne 1992; B) Récupération au printemps 1993. F1 à F3 identifient la filière.

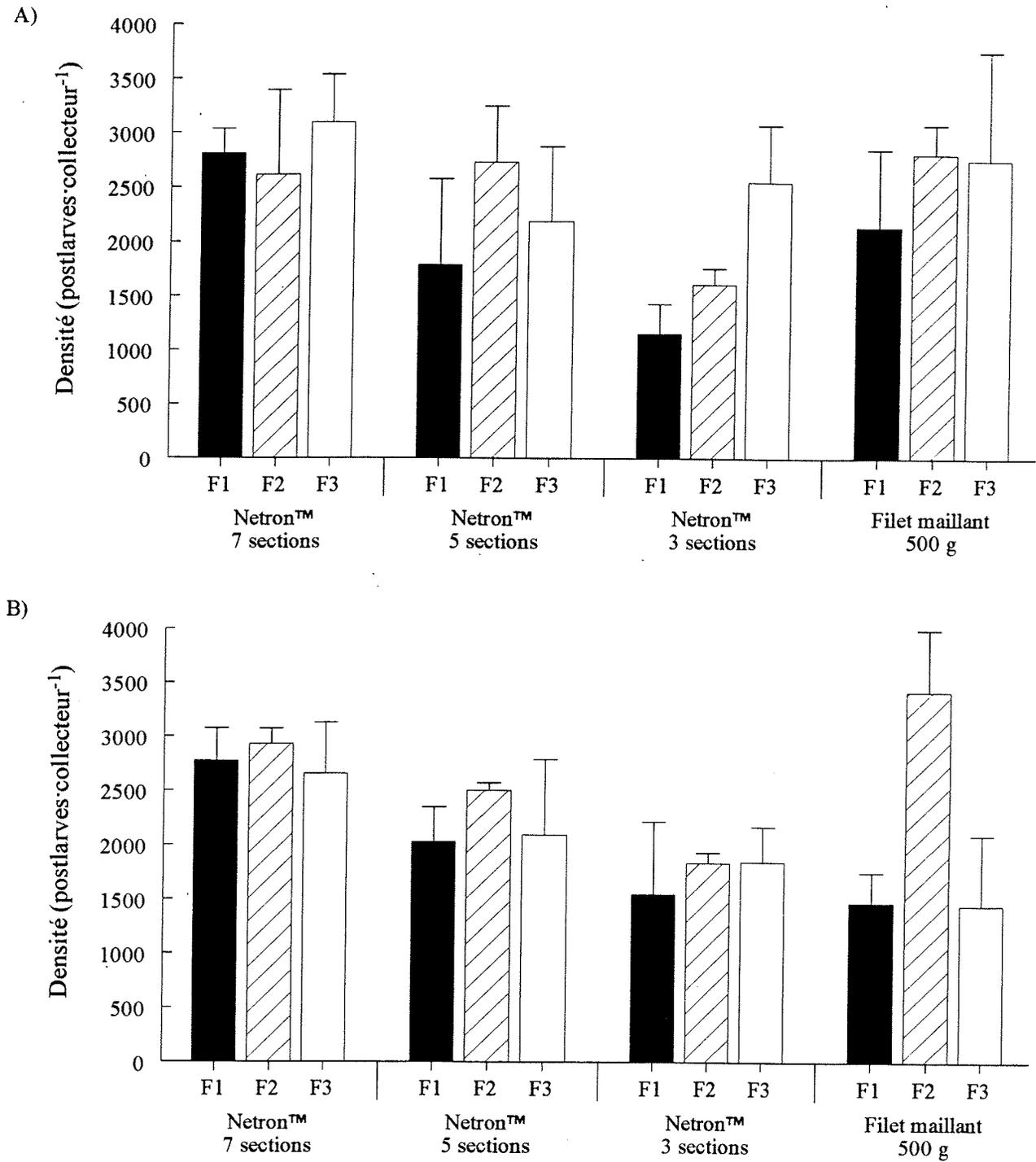


Figure 21. Densité des postlarves de pétoncle (postlarves·collecteur⁻¹ + un écart-type) selon la surface de captage du support utilisé dans les collecteurs. A) Récupération à l'automne 1993; B) Récupération au printemps 1994. F1 à F3 identifient la filière.

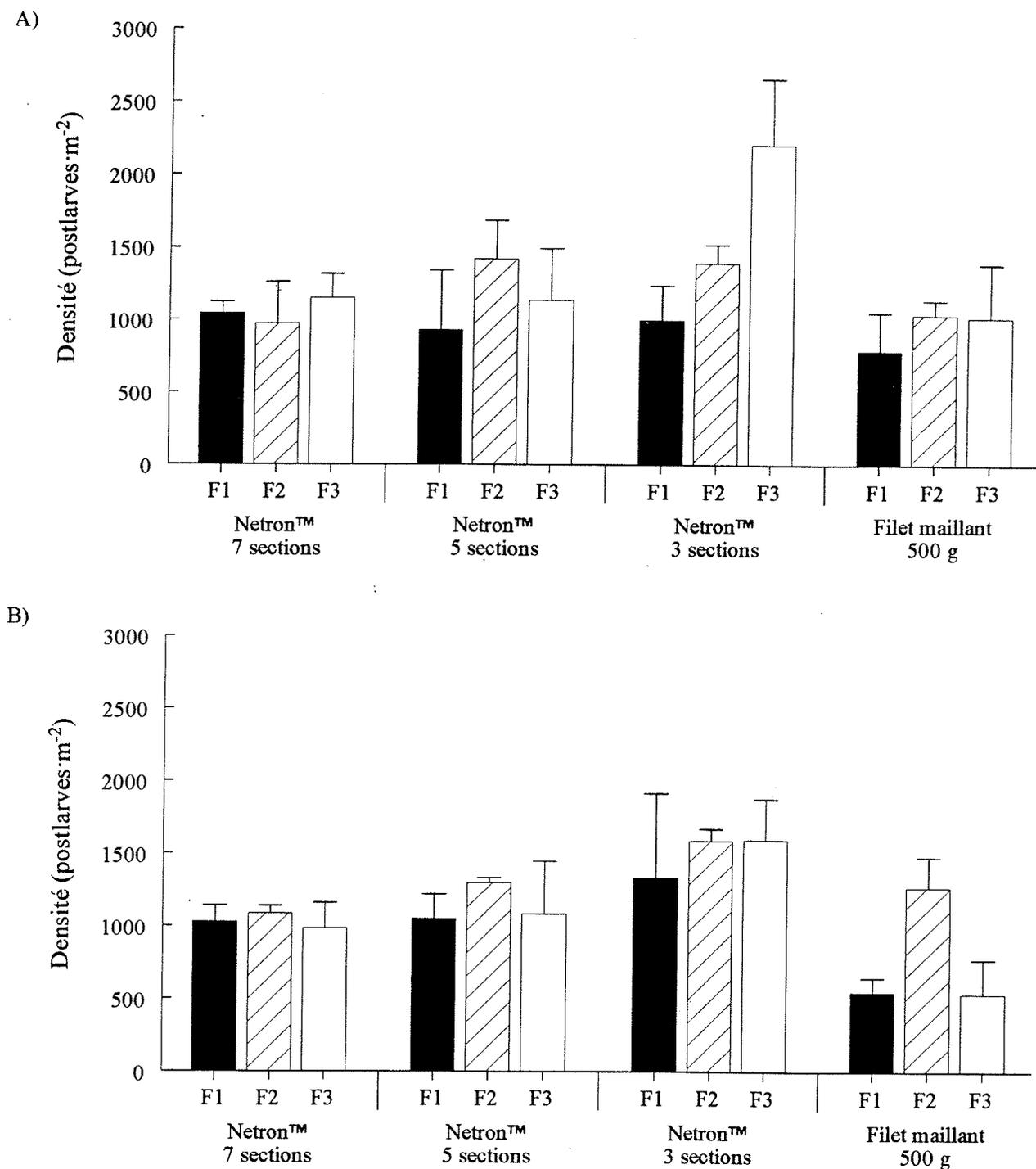


Figure 22. Densité des postlarves de pétoncle (postlarves·m⁻² + un écart-type) selon la surface de captage du support utilisé dans les collecteurs. A) Récupération à l'automne 1993; B) Récupération au printemps 1994. F1 à F3 identifient la filière.

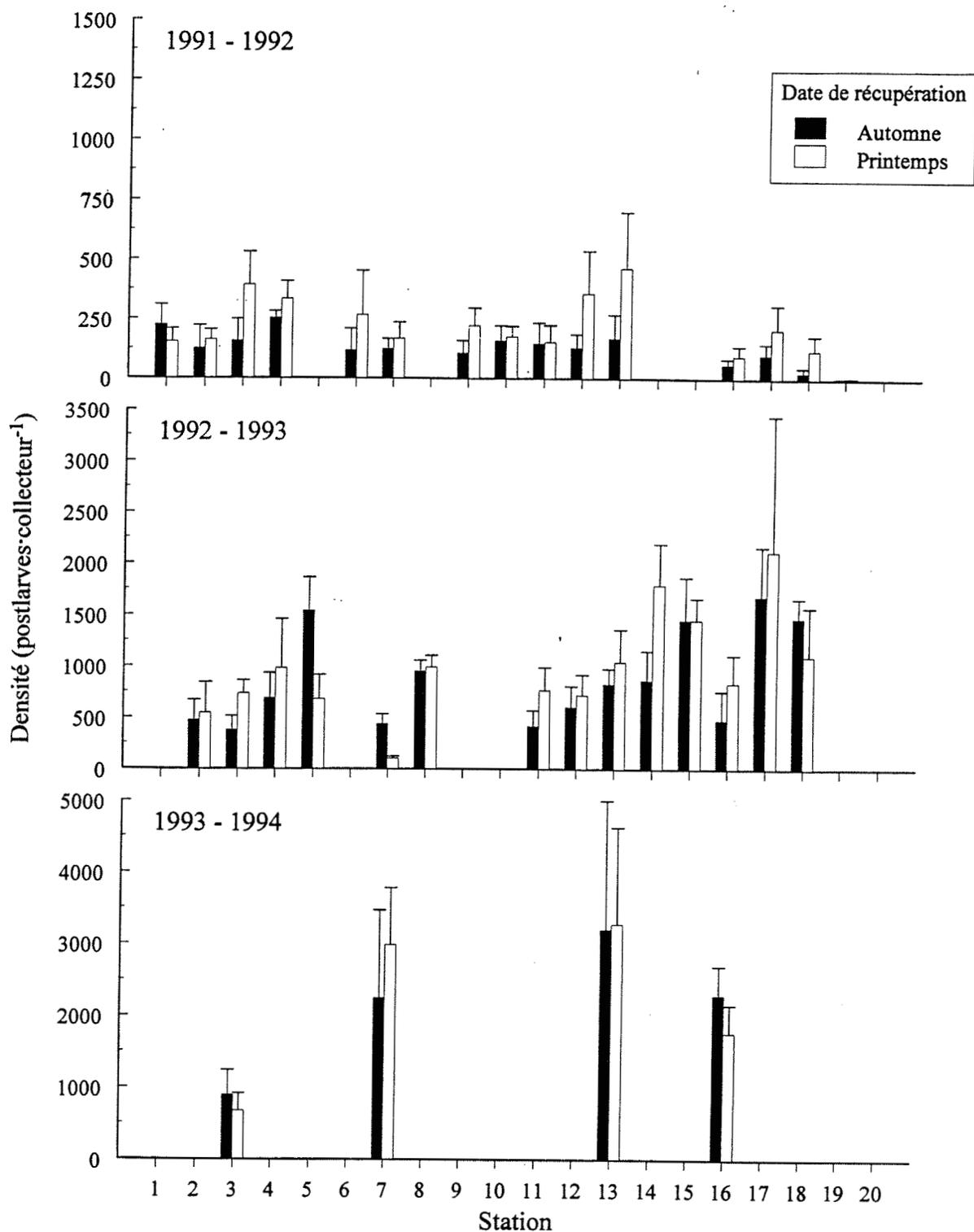


Figure 23. Densité des postlarves de pétoncle (+ un écart-type) dans les collecteurs récupérés à l'automne et au printemps suivant aux Îles-de-la-Madeleine.

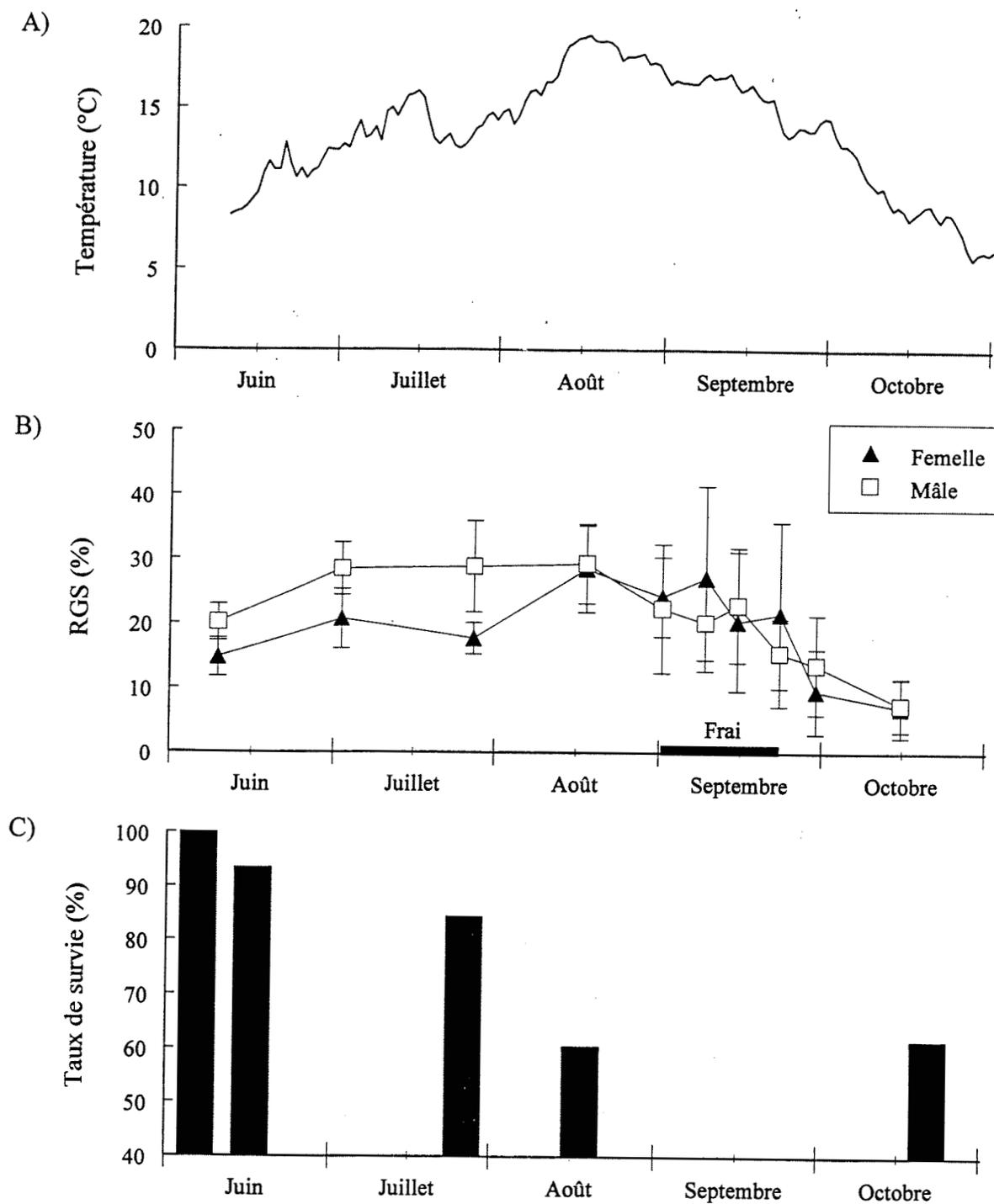


Figure 24. A) Température de l'eau; B) Rapport gonado-somatique (RGS); et C) Taux de survie des pétoncles géants mis en cage dans la lagune de la Grande-Entrée en 1993 aux Îles-de-la-Madeleine.

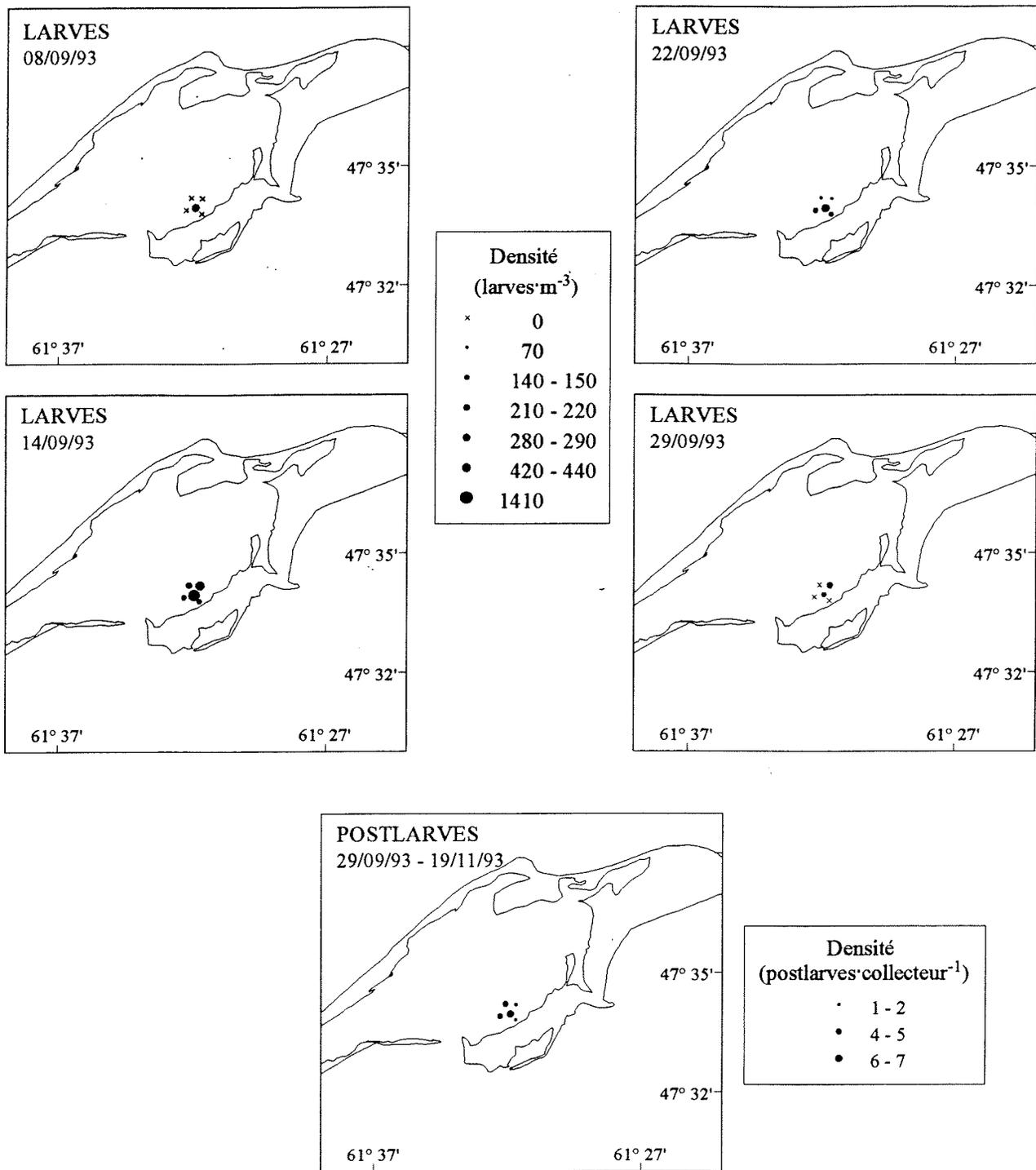


Figure 25. Densité des larves et des postlarves de pétoncle échantillonnées dans la lagune de la Grande-Entrée en 1993 aux Îles-de-la-Madeleine.

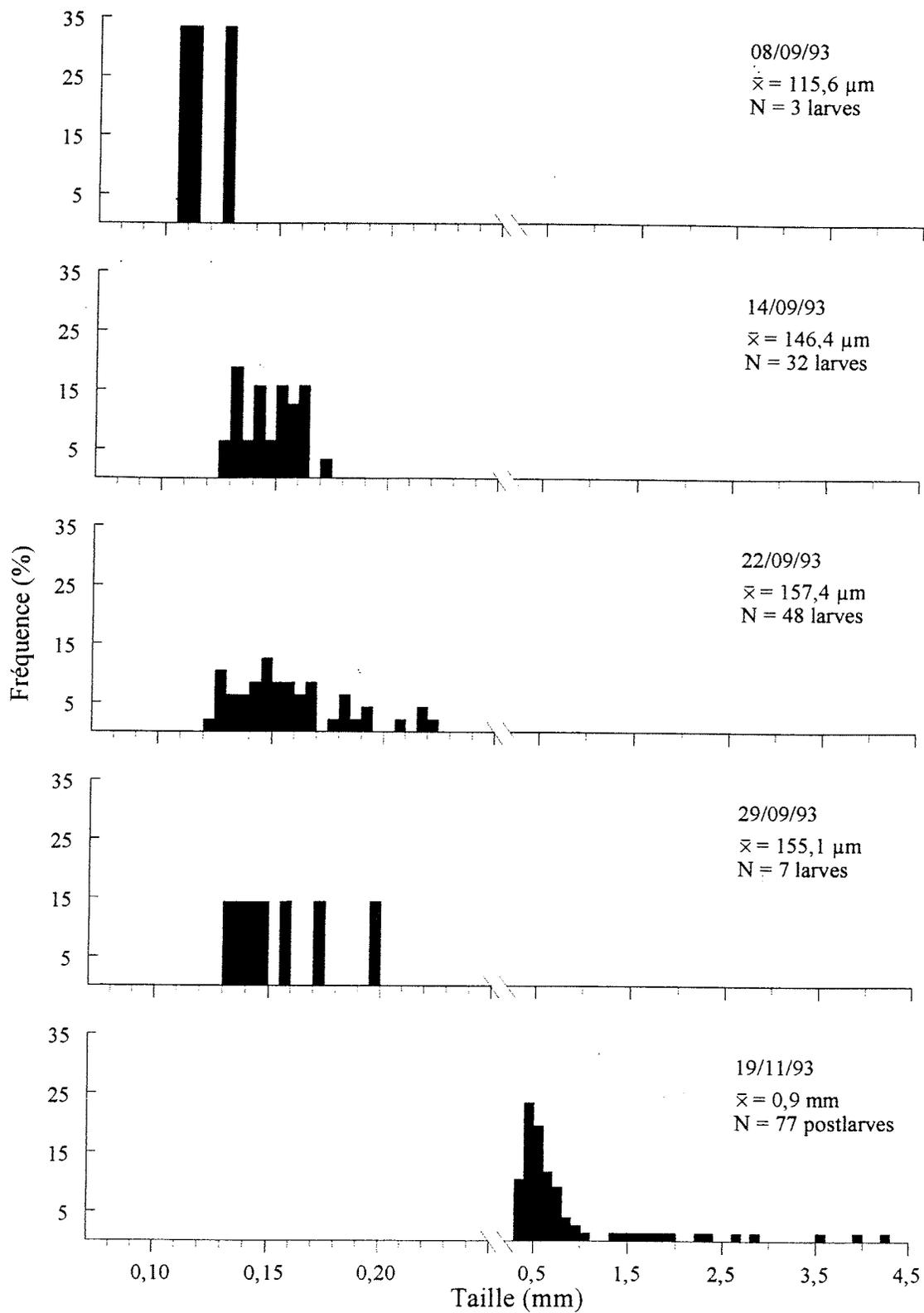


Figure 26. Structure de taille des larves et des postlarves de pétoncle à cinq stations d'échantillonnage dans la lagune de la Grande-Entrée en 1993 aux Îles-de-la-Madeleine.

Annexe 1. Position et profondeur des stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.

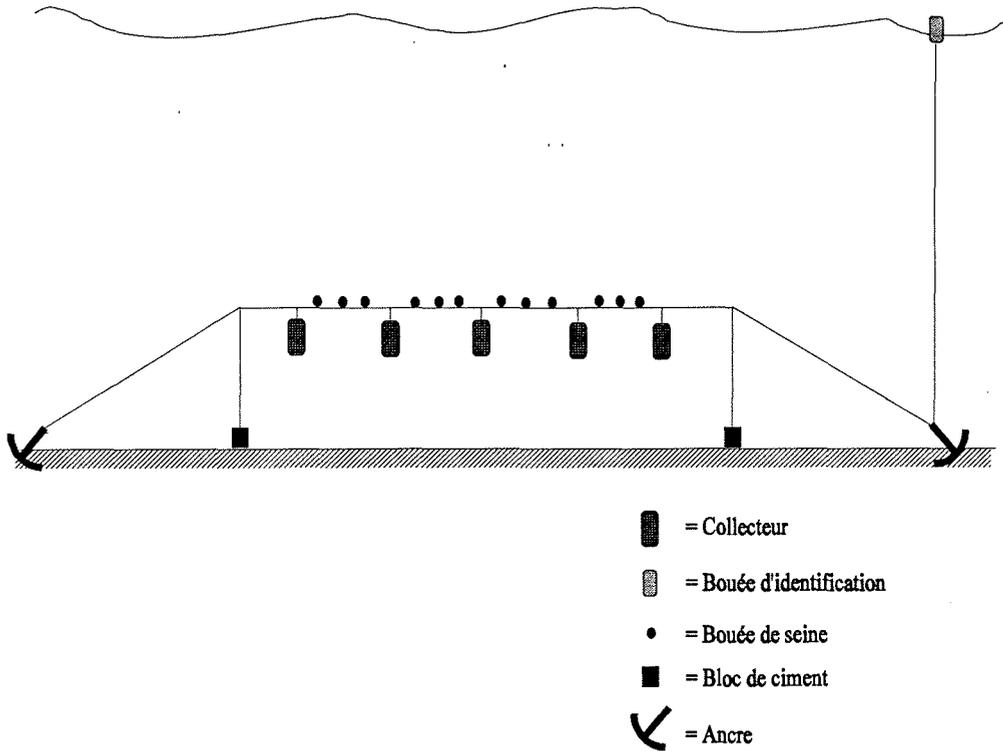
Station	Latitude	Longitude	Profondeur (m)
1	47° 10,66'	62° 02,16'	35
2	47° 08,88'	62° 00,08'	35
3	47° 07,36'	61° 56,49'	39
4	47° 06,60'	61° 54,02'	36
5	47° 07,65'	61° 50,35'	35
6	47° 09,02'	61° 46,93'	32
7	47° 10,49'	61° 44,63'	30
8	47° 07,20'	61° 43,48'	33
9	47° 05,37'	61° 40,20'	33
10	47° 05,95'	61° 38,52'	31
11	47° 07,81'	61° 36,25'	31
12	47° 10,99'	61° 34,08'	27
13	47° 15,20'	61° 32,69'	26
14	47° 19,56'	61° 31,69'	30
15	47° 23,70'	61° 31,85'	27
16	47° 25,47'	61° 35,59'	20
17	47° 23,98'	61° 40,83'	24
18	47° 22,25'	61° 43,77'	19
19	47° 19,20'	61° 49,80'	12
20	47° 17,40'	61° 51,60'	12
21	47° 18,73'	61° 40,57'	23
22	47° 22,43'	61° 37,39'	24
23	47° 27,48'	61° 38,09'	18
24	47° 27,54'	61° 32,16'	19
25	47° 12,51'	61° 54,23'	13

Annexe 2. Instruments utilisés pour la mesure de la température de l'eau par secteur d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.

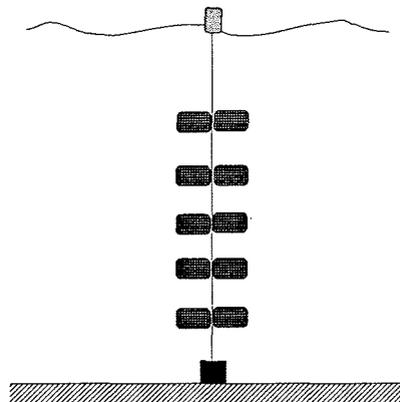
Secteur	Type d'appareil	Date d'enregistrement	
		Début	Fin
Étang-du-Nord	Thermographe - Vemco	16/08/92	30/10/92
	Thermographe - Vemco	03/06/93	25/11/93
Chaîne-de-la-Passe	Thermographe -	19/07/91	20/09/91
	Thermographe - Vemco	16/08/92	30/10/92
	Thermographe - Vemco	28/05/93	25/11/93
	Thermographe - Vemco	31/05/94	28/11/94
Sud-Ouest	Courantomètre - Aanderaa	18/07/90	03/01/91
	Courantomètre - Aanderaa	22/08/91	22/11/91
	Thermographe - Ryan	31/05/92	22/11/92
	Thermographe - Vemco	06/06/93	25/11/93
	Thermographe - Vemco	27/05/94	15/11/94
Baie de Plaisance	Courantomètre - Aanderaa	18/07/90	17/12/90
	Courantomètre - Aanderaa	17/06/91	25/11/91
	Thermographe - Vemco	28/05/93	25/11/93
	Thermographe - Vemco	09/06/94	18/10/94

Annexe 3. Représentation schématique des deux types de filière utilisés lors des expériences de captage du naissain de pétoncles aux Îles-de-la-Madeleine.

Filière horizontale:



Filière verticale:



Annexe 4. Dates d'immersion et de récupération des collecteurs placés en 1990, en 1991 et en 1994 pour l'identification des périodes de fixation du pétoncle et des espèces associées aux Îles-de-la-Madeleine.

Station	Date		Durée (jours)	Nombre de collecteurs
	Immersion	Récupération		
1990 et 1991 Secteur Chaîne-de-la-Passe				
7, 8 et 11	27/05/90	27/06/90	31	14
7 et 11	27/06/90	23/07/90 et 27/07/90	26 et 30	8
10 et 11	23/07/90 et 27/07/90	24/08/90	28 et 32	10
7, 10 et 11	24/08/90	19/09/90	26	13
7, 8, 10 et 11	19/09/90	12/10/90	23	19
7, 8, 10 et 11	12/10/90	26/10/90	14	20
7, 8 et 10	26/10/90	06/11/90	11	12
7, 8, 10 et 11	06/11/90	22/11/90	16	19
7, 8, et 11	22/11/90	28/12/90	36	11
7, 8, 10 et 11	28/12/90	19/04/91 et 30/04/91	112 et 123	20
7 et 11	19/04/91 et 30/04/91	19/06/91	50 et 61	10
7, 8, 10 et 11	19/06/91	12/07/91	23	20
1990 et 1991 Secteur baie de Plaisance				
19 et 20	27/05/90	29/06/90	33	10
19 et 20	29/06/90	24/07/90	25	5
19 et 20	24/07/90	27/08/90	34	10
19 et 20	27/08/90	20/09/90	24	9
19 et 20	20/09/90	12/10/90	22	9
19 et 20	12/10/90	25/10/90	13	9
19 et 20	25/10/90	06/11/90	12	10
19 et 20	06/11/90	22/11/90	16	9
19 et 20	22/11/90	28/12/90	36	7
20	28/12/90	30/04/91	123	5
19 et 20	30/04/91	20/06/91	51	10
19 et 20	20/06/91	10/07/91	20	10
1991 Secteurs Chaîne-de-la-Passe et Sud-Ouest				
7 et 17	18/09/91 et 20/09/91	30/09/91 et 01/10/91	11 et 12	20
7 et 17	30/09/91 et 01/10/91	15/10/91	14 et 15	20
7 et 17	15/10/91	05/11/91	21	15
7 et 17	05/11/91	19/11/91 et 20/11/91	14 et 15	18
1994 Secteur Sud-Ouest				
17	19/09/94	28/11/94	70	10
17	26/09/94	28/11/94	63	10
17	05/10/94	28/11/94	54	10
17	19/10/94	28/11/94	40	10

Annexe 5. Dates d'immersion et de récupération des collecteurs placés de 1986 à 1994 pour le suivi de la distribution spatiale et temporelle des postlarves de pétoncle aux Îles-de-la-Madeleine.

Station	Date d'immersion	Date de récupération		Durée (jours)		Nombre de collecteurs	
		Automne	Printemps	Automne	Printemps	Automne	Printemps
8	18/09/86	-	17/07/87	-	302	-	20
	03/10/86	-	17/07/87	-	287	-	19
	19/10/86	-	17/07/87	-	271	-	18
8	16/09/87	17/11/87	-	62	-	3	-
9	16/09/87	17/11/87	-	62	-	3	-
10	16/09/87	17/11/87	-	62	-	3	-
8	13/09/88	09/11/88	-	57	-	4	-
7	08/09/89	19/12/89	-	102	-	4	-
8	08/09/89	19/12/89	-	102	-	4	-
11	08/09/89	19/12/89	-	102	-	5	-
3	12/09/90	10/12/90	-	89	-	3	-
5	12/09/90	10/12/90	-	89	-	4	-
7	12/09/90	10/12/90	-	89	-	5	-
8	11/09/90	10/12/90	-	90	-	5	-
9	11/09/90	10/12/90	-	90	-	3	-
10	11/09/90	10/12/90	-	90	-	4	-
11	11/09/90	10/12/90	-	90	-	3	-
12	11/09/90	18/12/90	-	98	-	4	-
13	11/09/90	18/12/90	-	98	-	5	-
14	11/09/90	18/12/90	-	98	-	5	-
15	11/09/90	18/12/90	-	98	-	5	-
16	11/09/90	18/12/90	-	98	-	5	-
17	11/09/90	18/12/90	-	98	-	4	-
18	11/09/90	17/12/90	-	97	-	4	-
19	12/09/90	17/12/90	-	96	-	5	-
20	12/09/90	17/12/90	-	96	-	4	-
1	14/09/91	15/12/91	17/05/92	92	246	3	3
2	14/09/91	15/12/91	01/06/92	92	261	3	5
3	14/09/91	15/12/91	01/06/92	92	261	3	4
4	14/09/91	15/12/91	01/06/92	92	261	3	5
5	14/09/91	-	02/06/92	-	262	-	4
6	20/09/91	11/12/91	10/06/92	82	264	4	5
7	20/09/91	11/12/91	10/06/92	82	264	4	4
8	14/09/91	-	02/06/92	-	262	-	4

Annexe 5. (suite).

Station	Date d'immersion	Date de récupération		Durée (jours)		Nombre de collecteurs	
		Automne	Printemps	Automne	Printemps	Automne	Printemps
9	14/09/91	11/12/91	11/06/92	88	271	3	5
10	14/09/91	11/12/91	27/05/92	88	256	4	5
11	20/09/91	11/12/91	11/06/92	82	265	5	5
12	18/09/91	19/12/91	11/06/92	92	263	5	5
13	18/09/91	19/12/91	11/06/92	92	263	5	5
14	18/09/91	-	15/05/92	-	240	-	5
15	18/09/91	-	15/05/92	-	240	-	5
16	18/09/91	16/12/91	15/05/92	89	240	5	5
17	18/09/91	27/11/91	25/05/92	70	250	5	5
18	18/09/91	27/11/91	15/05/92	70	240	5	2
19	20/09/91	27/11/91	04/06/92	68	258	5	5
20	20/09/91	-	05/06/92	-	259	-	5
1	12/09/92	25/11/92	-	74	-	5	-
2	12/09/92	25/11/92	04/06/93	74	265	5	4
3	12/09/92	25/11/92	01/06/93	74	262	5	5
4	12/09/92	25/11/92	04/06/93	74	265	5	5
5	12/09/92	25/11/92	04/06/93	74	265	5	5
6	12/09/92	-	28/05/93	-	258	-	5
7	12/09/92	25/11/92	08/05/93	74	238	4	5
8	16/09/92	25/11/92	28/05/93	70	254	5	5
9	25/09/92	25/11/92	-	61	-	5	-
10	16/09/92	25/11/92	-	70	-	5	-
11	16/09/92	25/11/92	27/05/93	70	253	5	5
12	16/09/92	25/11/92	27/05/93	70	253	4	5
13	16/09/92	25/11/92	27/05/93	70	253	5	5
14	16/09/92	18/11/92	27/05/93	63	253	5	5
15	16/09/92	18/11/92	15/06/93	63	272	5	5
16	18/09/92	18/11/92	21/05/93	61	245	4	5
17	18/09/92	01/12/92	25/05/93	74	249	3	5
18	18/09/92	18/11/92	21/05/93	61	245	2	5
19	25/09/92	30/11/92	-	66	-	5	-
20	21/09/92	30/11/92	-	70	-	5	-
3	30/09/93	05/12/93	07/05/94	66	219	5	5
4	30/09/93	05/12/93	-	66	-	5	-
5	30/09/93	05/12/93	-	66	-	5	-
6	30/09/93	05/12/93	-	66	-	5	-
7	23/09/93	05/12/93	30/05/94	73	249	5	4
8	23/09/93	23/11/93	-	61	-	5	-

Annexe 5. (suite).

Station	Date d'immersion	Date de récupération		Durée (jours)		Nombre de collecteurs	
		Automne	Printemps	Automne	Printemps	Automne	Printemps
9	23/09/93	23/11/93	-	61	-	5	-
10	23/09/93	23/11/93	-	61	-	5	-
11	23/09/93	23/11/93	-	61	-	5	-
12	23/09/93	23/11/93	-	61	-	5	-
13	23/09/93	23/11/93	30/05/94	61	249	4	5
14	23/09/93	23/11/93	-	61	-	4	-
15	23/09/93	23/11/93	-	61	-	5	-
16	02/10/93	23/11/93	26/05/94	52	236	5	5
17	05/10/93	01/12/93	-	57	-	5	-
18	05/10/93	23/11/93	-	49	-	5	-
19	02/10/93	30/11/93	-	59	-	5	-
20	02/10/93	30/11/93	-	59	-	5	-
21	02/10/93	01/12/93	-	60	-	5	-
22	02/10/93	01/12/93	-	60	-	5	-
23	02/10/93	01/12/93	-	60	-	4	-
24	09/10/93	23/11/93	-	45	-	5	-
25	30/10/93	05/12/93	-	36	-	5	-
2	22/09/94	03/12/94	-	72	-	5	-
3	21/09/94	14/12/94	-	84	-	5	-
4	21/09/94	14/12/94	-	84	-	5	-
5	21/09/94	14/12/94	-	84	-	5	-
7	21/09/94	14/12/94	-	84	-	5	-
8	22/09/94	14/12/94	-	83	-	5	-
11	22/09/94	03/12/94	-	72	-	5	-
12	22/09/94	03/12/94	-	72	-	5	-
13	22/09/94	03/12/94	-	72	-	4	-
14	14/09/94	21/11/94	-	68	-	5	-
15	14/09/94	21/11/94	-	68	-	5	-
16	14/09/94	21/11/94	-	68	-	5	-
17	14/09/94	28/11/94	-	75	-	5	-
18	14/09/94	28/11/94	-	75	-	5	-
19	19/09/94	05/12/94	-	77	-	5	-
20	19/09/94	05/12/94	-	77	-	5	-
21	20/09/94	21/11/94	-	62	-	5	-
22	14/09/94	21/11/94	-	68	-	5	-
23	19/09/94	28/11/94	-	70	-	5	-
24	20/09/94	05/12/94	-	76	-	5	-
25	22/09/94	03/12/94	-	72	-	5	-

Annexe 6. Liste complète des espèces présentes dans les collecteurs du 27 mai 1990 au 12 juin 1991 à six stations d'échantillonnage aux Îles-de-la-Madeleine.

Phylum	Classe et ordre	Famille ou espèce			
Mollusques	Bivalves	sp.			
		Myoïda	<i>Hiatella arctica</i> <i>Mya</i> sp.		
		Mytiloïda	<i>Crenella</i> sp. <i>Mytilus edulis</i>		
		Ptéroïda	<i>Anomia</i> sp. Pectinidea		
		Veneroïda	<i>Cerastoderma pinnulatum</i> <i>Gemma gemma</i> <i>Petricola pholadiformis</i>		
	Gastéropodes	sp.			
		Archaeogastropoda	<i>Acmaea testudinalis</i> Acmaeidae		
		Mesogastropoda	<i>Lacuna vincta</i> <i>Natica clausa</i> <i>Skeneopsis planorbis</i>		
		Nudibranchia	sp.		
		Arthropodes	Arachnides	sp.	
			Crustacés	Amphipoda	<i>Caprella</i> sp. Gammaridae <i>Gammarus oceanicus</i> Mysidae sp.
				Cirripedia (balane)	sp.
				Copepoda	sp.
Cumacea	sp.				
Decapoda	<i>Cancer irroratus</i> <i>Hyas</i> sp. <i>Pandalus</i> sp.				
Euphausiacea	sp.				
Isopoda	<i>Idotea baltica</i> sp.				
Ostracoda	sp.				
Pantopodes	sp.				
Annélides	Polychètes	Serpulidae sp.			
Bryozoaires		sp.			

Annexe 6. (suite).

Phylum	Classe et ordre	Famille ou espèce
Chordés	Ascidies	sp.
Cnidaires	Hydrozoaires	sp.
Echinodermes	Echinoidea	sp. (larves)
	Stelleroidea	<i>Ophiopholis aculeata</i> <i>Ophiura sarsi</i> ou <i>robusta</i> Ophiuroidea sp.
Protozoaires	Foraminifères	
Poissons	Osteichthyes	<i>Pholis gunnelus</i> sp.

Annexe 7. Nombre des postlarves de pétoncle par collecteur, densité (\pm un écart-type) et taille moyenne (\pm un écart-type) de 1990 à 1994 aux Îles-de-la-Madeleine.

Année	Station	Nombre des postlarves par collecteur					Densité (postlarves-collecteur ⁻¹)	Taille moyenne (mm)
		1	2	3	4	5		
1990	3	30	123	49	-	-	67 \pm 49	0,7 \pm 0,5
1990	5	82	181	58	73	-	99 \pm 56	0,9 \pm 0,6
1990	7	157	548	57	533	651	389 \pm 264	1,1 \pm 0,6
1990	8	30	183	115	41	318	137 \pm 118	1,0 \pm 0,6
1990	9	89	31	53	-	-	58 \pm 29	1,0 \pm 0,6
1990	10	43	83	80	75	-	70 \pm 18	1,1 \pm 0,6
1990	11	117	336	164	-	-	206 \pm 115	1,1 \pm 0,6
1990	12	217	244	126	128	-	179 \pm 61	1,1 \pm 0,7
1990	13	196	619	593	532	231	434 \pm 204	1,1 \pm 0,8
1990	14	129	478	300	318	241	293 \pm 127	1,1 \pm 0,6
1990	15	549	490	400	387	650	495 \pm 109	1,2 \pm 0,8
1990	16	283	106	108	184	370	210 \pm 115	1,5 \pm 0,9
1990	17	1 724	1 407	581	1 110	-	1 206 \pm 486	1,3 \pm 0,9
1990	18	339	608	346	239	-	383 \pm 158	1,3 \pm 0,7
1990	19	12	30	35	70	11	32 \pm 24	1,1 \pm 0,6
1990	20	4	14	4	5	-	7 \pm 5	1,0 \pm 0,3
1991	1	123	281	265	-	-	223 \pm 87	1,3 \pm 1,1
1991	2	38	231	104	-	-	124 \pm 98	1,0 \pm 0,9
1991	3	139	255	72	-	-	155 \pm 93	0,8 \pm 0,8
1991	4	265	272	218	-	-	252 \pm 29	0,8 \pm 0,8
1991	6	77	247	111	30	-	116 \pm 93	1,2 \pm 1,2
1991	7	113	68	128	177	-	122 \pm 45	1,3 \pm 1,2
1991	9	90	64	165	-	-	106 \pm 52	1,0 \pm 1,0
1991	10	164	243	135	89	-	158 \pm 65	1,0 \pm 1,3
1991	11	26	104	255	210	126	144 \pm 90	1,1 \pm 1,5
1991	12	32	123	188	155	139	127 \pm 59	1,2 \pm 1,6
1991	13	41	202	281	229	86	168 \pm 101	1,3 \pm 1,6
1991	16	35	90	69	70	31	59 \pm 25	1,4 \pm 1,3
1991	17	63	150	155	62	70	100 \pm 48	1,1 \pm 1,5
1991	18	2	10	30	52	43	27 \pm 21	1,3 \pm 1,5
1991	19	1	5	6	3	2	3 \pm 2	2,1 \pm 0,6
1992	1	304	892	748	511	311	553 \pm 262	0,9 \pm 1,2
1992	2	562	205	749	429	418	473 \pm 201	0,7 \pm 0,9
1992	3	343	575	387	373	190	374 \pm 137	0,7 \pm 1,2
1992	4	561	764	1068	631	414	688 \pm 247	0,7 \pm 1,0
1992	5	1 806	1 529	1 882	1 379	1 083	1 536 \pm 325	0,7 \pm 1,1

Annexe 7. (suite).

Année	Station	Nombre des postlarves par collecteur					Densité (postlarves-collecteur ⁻¹)	Taille moyenne (mm)
		1	2	3	4	5		
1992	7	526	434	309	490	-	440 ± 95	1,1 ± 1,3
1992	8	862	1 108	927	1 005	851	951 ± 107	0,9 ± 1,4
1992	9	404	1 172	756	738	346	683 ± 331	1,0 ± 1,3
1992	10	853	832	749	469	1 279	836 ± 291	1,0 ± 1,5
1992	11	206	608	436	498	305	411 ± 158	1,1 ± 1,4
1992	12	572	892		502	430	599 ± 204	1,4 ± 1,6
1992	13	934	991	869	644	673	822 ± 156	1,5 ± 2,0
1992	14	1 003	912	360	1 041	1 004	864 ± 286	1,4 ± 1,8
1992	15	1 689	714	1 565	1 660	1 624	1 450 ± 414	1,3 ± 2,0
1992	16	720	400	106	675	-	475 ± 284	1,4 ± 2,0
1992	17	1 484	1 325	2 225	-	-	1 678 ± 480	1,5 ± 1,8
1992	18	1 600	1 329	-	-	-	1 465 ± 192	1,4 ± 1,4
1992	19	587	469	308	630	378	474 ± 136	1,2 ± 1,6
1992	20	231	233	244	192	234	227 ± 20	0,9 ± 1,5
1993	3	1 107	697	1 396	687	569	891 ± 348	0,5 ± 0,3
1993	4	867	314	274	679	361	499 ± 261	0,5 ± 0,4
1993	5	687	622	666	456	1 329	752 ± 335	0,5 ± 0,4
1993	6	2 655	3 343	2 754	2 108	1 985	2 569 ± 546	0,6 ± 0,4
1993	7	717	1 451	3 639	2 122	3 290	2 244 ± 1 226	0,8 ± 0,7
1993	8	587	334	445	892	553	562 ± 209	0,5 ± 0,5
1993	9	2 576	1 299	2 260	1 532	1 384	1 810 ± 572	0,6 ± 0,6
1993	10	1 576	983	1 025	1 024	1 724	1 266 ± 354	0,5 ± 0,4
1993	11	4 238	1 107	1 721	1 001	510	1 715 ± 1 475	0,6 ± 0,5
1993	12	3 718	4 107	3 813	1 349	2 999	3 197 ± 1 111	0,6 ± 0,5
1993	13	5 300	4 661	798	2 042	-	3 200 ± 2 133	0,6 ± 0,7
1993	14	669	1 737	3 766	1 704	-	1 969 ± 1 297	0,7 ± 1,1
1993	15	3 189	2 671	2 572	2 919	3 490	2 968 ± 377	0,9 ± 1,1
1993	16	1 996	2 554	1 735	2 395	2 730	2 282 ± 409	0,8 ± 1,0
1993	17	1 407	3 265	2 299	1 670	3 302	2 389 ± 879	0,8 ± 1,2
1993	18	2 256	2 392	2 376	2 266	2 413	2 341 ± 74	0,8 ± 1,0
1993	19	112	262	197	148	90	162 ± 69	0,7 ± 0,9
1993	20	87	85	142	83	59	91 ± 31	1,0 ± 0,9
1993	21	1 840	937	2 561	2 430	1 039	1 761 ± 757	0,8 ± 1,1
1993	22	4 245	2 555	1 420	1 836	1 780	2 367 ± 1 128	0,8 ± 1,2
1993	23	-	2 629	694	2 086	1 939	1 837 ± 818	0,9 ± 1,2
1993	24	847	738	142	889	691	661 ± 301	0,9 ± 1,2
1993	25	16	173	36	25	255	101 ± 107	0,9 ± 0,9

Annexe 7. (suite).

Année	Station	Nombre des postlarves par collecteur					Densité (postlarves-collecteur ⁻¹)	Taille moyenne (mm)
		1	2	3	4	5		
1994	2	11	26	20	31	10	20 ± 9	0,7 ± 0,5
1994	3	39	45	30	34	44	38 ± 6	0,6 ± 0,5
1994	4	37	15	26	56	20	31 ± 16	0,7 ± 0,5
1994	5	31	35	23	33	21	29 ± 6	0,7 ± 0,5
1994	7	281	174	141	184	188	194 ± 52	1,1 ± 0,6
1994	8	32	46	115	28	67	58 ± 36	1,0 ± 0,5
1994	11	146	292	463	556	462	384 ± 164	1,0 ± 0,8
1994	12	233	247	582	266	281	322 ± 147	1,0 ± 0,8
1994	13	660	398	584	757	-	600 ± 152	0,8 ± 0,8
1994	14	386	821	824	776	743	710 ± 184	1,2 ± 0,7
1994	15	1 669	934	1 219	1 121	1 024	1 193 ± 286	1,5 ± 0,9
1994	16	321	412	865	654	1 068	664 ± 310	1,7 ± 1,2
1994	17	781	845	1 034	1 233	673	913 ± 222	1,3 ± 0,7
1994	18	886	1 088	1 833	842	756	1 081 ± 438	1,4 ± 1,0
1994	19	268	239	120	145	133	181 ± 68	1,3 ± 1,1
1994	20	145	178	86	71	165	129 ± 48	1,1 ± 0,8
1994	21	1 182	754	1 689	1 170	2 039	1 367 ± 501	1,2 ± 0,7
1994	22	1 006	1 507	1 577	1 059	827	1 195 ± 329	1,2 ± 0,9
1994	23	1 150	1 142	877	1 243	1 017	1 086 ± 142	1,4 ± 0,7
1994	24	388	270	339	387	203	317 ± 80	1,5 ± 0,8
1994	25	271	143	187	142	301	209 ± 74	1,1 ± 0,6

