

Observations *in situ* de juvéniles d'holothuries

Glenn Shiell¹

Introduction

Les progrès récents dans la mariculture d'holothuries en milieu tropical ont ouvert des possibilités pour le rétablissement de populations surexploitées, notamment au moyen du lâcher de juvéniles produits en éclosion. La technologie nécessaire à la mise en œuvre de programmes de repeuplement évolue, certes, rapidement (Purcell, 2004), mais leur viabilité est ouverte à conjectures, compte tenu des lacunes majeures dans les connaissances intéressantes des éléments cruciaux de la biologie des holothuries (pour une étude exhaustive, voir Bell et Nash, 2004). L'un des aspects de la biologie des holothuries considéré essentiel à la réussite d'un programme de repeuplement est une bonne compréhension des exigences des juvéniles d'holothuries en matière d'habitat et d'écologie (Wiedemeyer, 1994 ; Mercier *et al.*, 1999 ; Purcell, 2004). Le fait de connaître les préférences des juvéniles en matière d'habitat pourrait aider les chercheurs à déterminer avec précision la capacité de charge maximale d'un habitat donné (en tenant compte de l'espace occupé par les juvéniles), et permettre de plus le lâcher éventuel de juvéniles dans des habitats appropriés offrant des chances accrues de survie (Bell et Nash, 2004 ; Purcell, 2004).

L'essentiel de la documentation existant sur la biologie des juvéniles d'holothuries est axé sur des études ou des observations portant sur des juvéniles produits en éclosion, notamment dans le contexte de l'évaluation des taux de croissance et de mortalité dans des conditions de laboratoire ou d'aquaculture (par exemple, Battaglione, 1999 ; Battaglione et Seymore, 1998 ; Battaglione *et al.*, 1999 ; Engstrom, 1980 ; Hamano *et al.*, 1996 ; Hamel *et al.*, 2003 ; Hatanaka, 1996 ; Hatanaka *et al.*, 1994 ; Ito *et al.*, 1994 ; James *et al.*, 1994 ; Kobayashi et Ishida, 1984 ; Mercier *et al.*, 1999, 2000a ; Tanaka, 2000). Toutefois, plusieurs auteurs ont également contribué à une meilleure compréhension de la biologie des juvéniles en réalisant des études sur des juvéniles capturés ou observés *in situ* (par exemple, Cameron et Fankboner, 1989 ; Daud *et al.*, 1993 ; Hamel et Mercier, 1996 ; Mercier *et al.*, 2000b ; Muliani, 1993 ; Purcell, 2004 ; Purcell *et al.*, 2002 ; Ramofafia *et al.*, 1997 ; Tiensongrusmee et Pontjoprawiro, 1988 ; Wiedemeyer, 1994 ; Young et Chia, 1982). En outre, des observations de juvéniles d'*Holothuria scabra* sont signalées dans diverses sources (Conand, 1997 ; Gravely, 1927 ; James, 1976, 1983 ; Lokani *et al.*, 1995 ; Long et Skewes, 1997 ; Shelley, 1985).

La rareté relative des informations provenant d'observations directes de juvéniles d'holothuries en mi-

lieu naturel serait attribuable à deux facteurs. Premièrement, comme l'a signalé Wiedemeyer (1994), cela tient à ce que la structure des spicules calcaires chez les juvéniles pourrait être différente de celle des adultes. Ainsi, l'identification des juvéniles à partir de critères applicables aux adultes peut entraîner des erreurs. Deuxièmement, et peut-être surtout, les juvéniles sont rarement, voire jamais trouvés en nombre suffisant pour en permettre l'étude. Le fait que les juvéniles de petite taille soient rarement observés sur le terrain (Seeto, 1994) peut être dû à un certain nombre de raisons. Les juvéniles sont susceptibles d'être mal identifiés compte tenu des différences morphologiques pouvant exister avec les individus adultes (Wiedemeyer, 1994) ; ils vivent dans des habitats différents que les spécimens de plus grande taille (James *et al.*, 1994 ; Lokani *et al.*, 1996) ; et, enfin, ils sont présents dans l'habitat occupé par les individus adultes, mais sont cachés dans les sédiments, à l'intérieur d'une crevasse ou sous d'autres éléments comme des coraux (Cameron et Fankboner, 1989 ; Wiedemeyer, 1994).

Les difficultés que l'on éprouve à repérer les juvéniles d'holothurie sont peut-être accentuées par le fait que les études portant sur l'écologie des juvéniles résultent souvent de rencontres fortuites (Conand, 1983 ; Mercier *et al.*, 1999). Par exemple, les juvéniles de l'espèce *Actinopyga echinites* étudiés par Wiedemeyer (1994) ont été trouvés sur la partie supérieure du récif après un violent typhon. Pour cette raison, et étant donné que les juvéniles d'holothuries sont rarement observés en grand nombre, il a semblé judicieux et pertinent de commencer à compiler des observations anecdotiques de juvéniles réalisées sur le terrain. Cet exercice pourra aider à cerner les différences quant aux préférences en matière d'habitat entre les juvéniles d'espèces différentes, d'une part, et entre les adultes et les juvéniles de la même espèce, d'autre part. En outre, en compilant ces observations, on arrivera peut-être à établir de futures pistes de recherche afin de préciser certains aspects de ce stade important, mais peu connu, de la vie des holothuries.

Réponses au questionnaire publié dans le numéro 19 du bulletin *La bêche-de-mer* (p. 41)

Des questionnaires sur les observations de la ponte et de la scission chez les holothuries ont été publiés dans des numéros antérieurs du présent bulletin. Fort du succès de cette initiative, un nouveau questionnaire destiné à compiler des observations anecdotiques de juvéniles d'holothuries sur le terrain a été diffusé dans le numéro 19 (p. 43). De nombreux

1. School of Animal Biology (MO92), University of Western Australia, 35 Stirling Hwy, Nedlands, WA 6009, Australie
Courriel : cucumber@cyllene.uwa.edu.au

répondants ont fait part de leurs observations concernant des juvéniles mesurant entre 0,3 et 21,0 cm de longueur. Compte tenu des variations entre les espèces d'holothuries pour ce qui est de la taille à la première maturité, toutes les observations ont été retenues dans les résultats définitifs. Vingt-six réponses au questionnaire avaient été reçues à la date de rédaction de cet article.

Résultats et analyse

Les résultats obtenus à ce jour (tableau 1) sont regroupés sous les rubriques suivantes : espèces observées, habitat correspondant observé, date et heure de l'observation, proximité des spécimens adultes par rapport aux juvéniles observés, et nom de l'observateur et organisme auquel il est affilié.

En ce qui concerne l'habitat, les résultats présentés dans le tableau 1 font état d'un large éventail de préférences parmi les juvéniles d'holothurie. Dans la plupart des cas, des juvéniles ont été repérés à proximité des individus adultes de la même espèce. Parmi les spécimens observés figurent notamment des représentants des genres suivants : *Stichopus* (deux espèces), *Actinopyga* (trois espèces), *Isostichopus* (deux espèces), *Astichopus*, *Thelenota*, *Cucumaria*, *Chiridota* et *Psolus* (une espèce chacun). Les préférences en matière d'habitat des juvéniles *Holothuria* spp. sont variées ; toutefois, dans la majorité des cas, les juvéniles appartenant à ce genre ont été observés en présence de leurs congénères adultes (notamment *H. scabra*, *H. leucospilota*, *H. mexicana*, *H. atra* et, dans certains cas, *H. nobilis*). L'occupation simultanée d'habitats semblables par des juvéniles et des adultes de *H. scabra* a été signalée par Mercier *et al.* (1999, 2000b), qui ont repéré des juvéniles nouvellement fixés et des juvéniles de plus petite taille dans le même secteur que des adultes de cette espèce. Cameron et Fankboner (1989), ainsi que Young et Chia (1982), abondent dans ce sens après avoir régulièrement observé des juvéniles des espèces *Parastichopus californicus* et *Psolus chitonoides* dans les habitats fréquentés par leurs congénères adultes. Bien que la présence simultanée de juvéniles et d'adultes dans le même habitat semble être un phénomène assez courant, il semblerait que la plupart des petits juvéniles présentent un comportement cryptique, qui s'atténue avec la taille. Il est, par conséquent, probable que les juvéniles sont cachés à la vue même lorsqu'ils sont présents en grand nombre dans un habitat fréquenté par des adultes. Par exemple, dans les bassins d'aquaculture, les juvéniles de l'espèce *Isostichopus fuscus* (< 6 cm) se dissimulent dans le substrat rocheux le jour, et commencent à en émerger une fois la nuit tombée ; en revanche, les spécimens plus larges de la même espèce sont visibles toute la journée (Roberto Ycaza, comm. pers.) De la même manière, les juvéniles des espèces *Cucumaria frondosa* et *Actinopyga echinites* tendent progressivement à quitter les endroits protégés du substrat à mesure qu'ils grossissent (Hamel et Mercier, 1996 ; Wiedemeyer, 1994). Dans le cas de l'espèce *H. scabra*, on a observé que les petits spécimens (> 10–40 mm)

demeurent cachés pendant la majeure partie de la journée, et que les juvéniles de plus grande taille (> 40–140 mm) émergent des sédiments vers 13h30 (Mercier *et al.*, 1999).

D'autres résultats présentés au tableau 1 montrent que les habitats de prédilection des juvéniles de certaines espèces sont légèrement différents de ceux des adultes. Par exemple, les juvéniles de *Holothuria fuscogilva* et *H. nobilis* ont été repérés dans des eaux moins profondes, à proximité des eaux plus profondes fréquentées par les adultes (Conand, 1981). Un phénomène semblable a été observé dans le cas de l'espèce *Cucumaria frondosa* (Hamel et Mercier, 1996), qui migre progressivement entre des zones moins profondes et protégées du récif, et des zones sablonneuses plus profondes et moins abritées, à mesure qu'elle progresse vers la maturité sexuelle. L'observation de juvéniles de *H. fuscogilva* dans des eaux très peu profondes (tableau 1) laisse supposer que cette espèce suit un processus de migration semblable. Des éléments venant appuyer cette idée ont récemment été fournis par Ramofafia *et al.* (2000), qui ont recueilli des individus sexuellement matures de cette espèce à une profondeur variant entre 25 et 30 mètres. Un phénomène de migration lié à la taille entre des eaux peu profondes et profondes a également été observé dans le cas de l'espèce *Stichopus variegatus* (maintenant appelée *S. hermanni*) (Conand, 1993).

Conclusions

À partir des observations figurant dans le tableau 1 et des éléments supplémentaires tirés des ouvrages spécialisés, il semble raisonnable de conclure que les juvéniles d'holothuries adoptent un comportement cryptique au cours des premiers stades de leur vie après fixation. Ce comportement se poursuit vraisemblablement jusqu'à ce qu'ils aient atteint une taille suffisante pour éviter la plupart des formes de prédation (Cameron et Fankboner, 1989). La migration se poursuit chez certaines espèces jusqu'à ce que les animaux parviennent à maturité, ce qui augmente la distance entre les habitats fréquentés par les juvéniles et les adultes (Hamel et Mercier, 1996) ; toutefois, on ignore exactement dans quelle mesure ce processus est commun à toutes les espèces d'holothuries.

On a pu constater en outre que les préférences des juvéniles et des adultes en matière d'habitat semblent toujours différer à un certain degré. Par exemple, bien que des juvéniles et des adultes de *H. scabra* aient été observés dans le même secteur, de nettes différences ont été relevées à l'échelon du microhabitat (Mercier *et al.*, 2000b). Les besoins des juvéniles d'holothuries en matière de microhabitat sont susceptibles de varier, aussi bien entre les espèces qu'entre les stades de développement. Pour favoriser la mise en œuvre de programmes de repeuplement viables ayant recours à des juvéniles produits en éclosion, il serait souhaitable d'étudier plus avant ces besoins. Plus précisément, de futures recherches

Tableau 1. Observations *in situ* d'holothuries juvéniles

Espèce observée	Nbre d'individus et taille approx.	Lieu	Habitat	Heure	Date	Présence d'adultes ?	Nom des observateurs et organisme d'affiliation/ source d'informations supplémentaires
<i>Astichopus multifidus</i>	8–21 cm	au nord de l'île de la Juventud	herbier	15h40	avril 2002		Irma Alfonso Hernández et María del Pilar Frías, Centre de recherche halieutique de Cuba
<i>Actinopyga agassizii</i>	5–18 cm	Centre-Nord de Cuba	herbier	14h30	mai 2001	oui	Irma Alfonso Hernández et María del Pilar Frías, Centre de recherche halieutique de Cuba
<i>A. mauritiana</i>	2–3 cm	récif Unia, Nouvelle-Calédonie	platier récifal	le jour	1989	oui	Chantal Conand; Université de La Réunion
<i>A. echinites</i>	4 cm	récif Ricaudy, Nouvelle-Calédonie	débris coralliens	le jour	sept. 1981	oui	Chantal Conand; Université de La Réunion (photo disponible)
<i>Chiridota laevis</i>	0.3–1 cm	parc provincial du Bic (Québec) Canada	base des rochers, fond de sable (marée basse)		été 1994	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Cucumaria frondosa</i>	1–3 cm	baie de Passamaquody, Nouveau-Brunswick (Canada)	cuvettes de marée, près de la limite du niveau de basse mer		été 2000	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Holothuria mexicana</i>	5–18 cm	canal Pingües, Sud-Est de Cuba ; baie des Baradères, Haïti	sable	11h20 et 14h25	mai 2000, juillet 2001	non	Irma Alfonso Hernández et María del Pilar Frías, Centre de recherche halieutique de Cuba
<i>H. leucospilota</i>	1–5 cm	Guadalcanal (Îles Salomon)	à marée basse, sur le platier récifal ; à la base des rochers et dans des crevasses		1998	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>H. scabra</i>	1–5 cm	Ambandjoa, Madagascar	zone intertidale vaseuse	le jour	1997	oui, à proximité, mais à une plus grande profondeur	Chantal Conand - Photo publiée dans: Conand, C. 1999. Manuel de qualité des holothuries commerciales du Sud-Quest de l' Océan Indien. Commission Océan Indien: 39 p.
<i>H. scabra</i>	≈ 8 cm (1 individu)	île Crab, baie Moreton, Queensland	herbier / algues, eau peu profonde	le jour	2002	oui, à moins de 50 m	Grant Leeworthy, Tasmanian Seafoods, Australie
<i>H. scabra</i>	longueur de 10 cm, diamètre de 2 cm	Pouangué, Province Nord (Nouvelle-Calédonie)	herbier sur platier récifal côtier à substrat vaseux (eau peu profonde)	vers 15h, à marée basse, lorsqu'il y a peu d'eau sur le récif	oct. 2002	oui, mais les juvéniles étaient enfouis dans la vase, et les adultes brouaient à la surface du récif	Steve Purcell, WorldFish Center, Nouvelle-Calédonie
<i>H. fucogilva</i>	1–5 cm	récif-barrière des Îles Fidji	fond où domine l'algue <i>Halimeda</i> , eau très peu profonde	le jour	1979	oui, à proximité, mais dans une zone récifale plus profonde	Chantal Conand; Université de La Réunion Photo publiée dans Bull. Mar. Sci. 1981 31(3):523–543
<i>H. nobilis</i>	5 cm, couleur différente de celle des adultes – taches crème sur fond noir	récif-barrière des Îles Fidji et Nouvelle-Calédonie	herbier, eau peu profonde	le jour	1979	Oui, à proximité, mais à une plus grande profondeur sur le récif de corail	Chantal Conand; Université de La Réunion Photo publiée dans Bull. Mar. Sci. 1981 31(3):523–543
<i>H. nobilis</i>	14–21 cm (300–625 g), couleur différente de celle des adultes, 3 spécimens	île Raine, Grande Barrière de corail, Queensland, Australie	herbier, eau peu profonde	le jour	déc. 2003	oui	Sven Uthicke, Institut australien des sciences de la mer, Townsville (Australie)
<i>H. nobilis</i>	12 cm (estimation), couleur différente de celle des adultes, 3 spécimens	récif Michaelmas, Grande Barrière de corail, Queensland (Australie)	eau peu profonde, récif lagonaire	le jour	mar. 2004	oui	Sven Uthicke, Institut australien des sciences de la mer, Townsville (Australie)

Tableau 1 (suite). Observations *in situ* d'holothuries juvéniles

Espèce observée	Nbre d'individus et taille approx.	Lieu	Habitat	Heure	Date	Présence d'adultes ?	Nom des observateurs et organisme d'affiliation/ source d'informations supplémentaires
<i>H. atra</i>	2–3 cm (quelques spécimens)	platier récifal de l'îlot Maître, Nouvelle-Calédonie; Planch' Alizés, La Réunion,	débris coralliens			oui	Chantal Conand; Université de La Réunion
<i>H. atra</i>	1–4 cm	atoll Likiep, Îles Marshall	sur le platier récifal, à marée basse; dans des crevasses		mai 2001	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Holothuria atra</i>	1–4 cm	Likiep Atoll, Marshall Islands	At low tide on reef flat; in crevices		May 2001	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Isostichopus fuscus</i>	1–3 cm	le long de la côte de la zone continentale de l'Équateur	entre 5 à 10 mètres de fond	automne 2000		oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Isostichopus badionotus</i>	5–14 cm	au nord de l'île de la Juventud, baie Banes dans le Nord de Cuba ; anse Pilón dans le Sud-Est de Cuba ; baie des Baradères (Haïti)	herbier	le jour (à diverses heures)	avril-novembre 2002	oui	Irma Alfonso Hernández et María del Pilar Frías, Centre de recherche halieutique de Cuba
<i>Psolus fabricii</i>	0.5–3 cm	Les Escoumins (Québec), Canada	entre 3 et 10 mètres de fond; à la base de rochers et dans des crevasses		été 1991	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Stichopus hermanni</i>	9 cm	baie Sainte-Marie, Nouvelle-Calédonie	herbier		septembre 1981	oui	Chantal Conand; Université de La Réunion. Pour plus d'information: <i>Bull. Mar. Sci.</i> 52(3):970–981
<i>S. chloronotus</i>	3–4 cm (deux spécimens)	baie Coral, récif Ningaloo, Australie occidentale	platier récifal, près d'une crevasse	le jour (en après-midi)	août 2003	oui	Glenn Shiell, Université de l'Australie occidentale
<i>S. chloronotus</i>	2–3 cm (très rare, seulement de 3 à 5 spécimens observés au cours d'une étude de deux ans à cet endroit)	île Great Palm, Grande Barrière de corail, Queensland (Australie)	<i>Sargassum</i>	le jour		oui (populations denses)	Sven Uthicke, Institut australien des sciences de la mer, Townsville (Australie)
<i>S. chloronotus</i>	2–3 cm	plusieurs récifs de l'île de la Réunion	sable et débris grossiers	le jour		oui	Pour de plus amples renseignements, voir : Conand C., Uthicke S. et Hoareau T. 2002, <i>Invert. Reprod. Develop.</i> 41 (1–3):235–242
<i>Thelenota ananas</i>	12 cm	passee Uitoe, Nouvelle-Calédonie	corail		1981	oui	Chantal Conand photo publiée dans : <i>Bull. Mar. Sci.</i> 1981 31(3):523–543.

pourraient déterminer à quel point le choix du microhabitat est influencé, à différents stades de développement, par des variables tels que la fixation, la prédation et l'alimentation, ou à des stades ultérieurs, par la ponte et la reproduction.

Le tableau 1 aide à faire la synthèse des informations relatives aux préférences en matière d'habitat des juvéniles d'holothuries. À partir des observations fournies dans le cadre de cette étude, on constate que de

nombreux juvéniles semblent être présents dans les mêmes habitats, définis en termes larges, que leurs congénères adultes.

Toutefois, l'importance et la portée de cette relation, par rapport aux informations contradictoires relatives à la répartition et à la migration des juvéniles en fonction de la taille chez certaines espèces d'holothuries, nécessitent une étude plus approfondie.

Bibliographie

- Battaglione S.C. 1999. Culture of tropical sea cucumbers for the purposes of stock restoration and enhancement. p. 11–25. In: Baine M. (ed) The conservation of sea cucumbers in Malaysia, their taxonomy, ecology, and trade — Proceedings of an international conference. Heriot-Watt University and the Fisheries Research Institute, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Battaglione S.C. and Seymour J.E. 1998. Detachment and grading of the tropical sea cucumber sandfish, *Holothuria scabra*, juveniles from settlement substratum. *Aquaculture* 159:263–274.
- Battaglione S.C., Seymour J.E. and Ramofafia C. 1999. Survival and growth of cultured juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra*. *Aquaculture* 178: 293–322.
- Bell J. and Nash W. 2004. When should restocking and stock enhancement be used to manage sea cucumber fisheries? In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel, J-F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO, Rome (2004).
- Cameron J.L. and Fankboner P.V. 1989. Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Parastichopus californicus* (Stimpson) (Echinodermata: Holothuroidea). II. Observations on the ecology of development, recruitment and the juvenile life stage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 127:43–67.
- Conand C. 1981. Sexual cycle of three commercially important holothurian species (Echinodermata) from the lagoon of New Caledonia. *Bulletin of Marine Science* 31(3):523–543.
- Conand C. 1983. Methods of studying growth in holothurians (beche-de-mer), and preliminary results from a beche-de-mer tagging experiment in New Caledonia. *SPC Fisheries Newsletter* 26:31–38.
- Conand C. 1993. Ecology and reproductive biology of *Stichopus variegatus* an Indo-Pacific coral reef sea cucumber. (Echinodermata: Holothuroidea). *Bulletin of Marine Science* 52:970–981
- Conand C. 1997. Mise en œuvre de la Gestion durable de la Ressource en Holothuries. Rapport de l'intervention GREEN/COL.
- Conand C. 1999. Manuel de qualité des holothuries commerciales du sud-ouest de l'océan Indien. Commission Océan Indien. 39 p.
- Conand C., Uthicke S. and Hoareau T. 2002. Sexual and asexual reproduction of the holothurian *Stichopus chloronotus* (Echinodermata): A comparison between La Réunion (Indian Ocean) and east Australia (Pacific Ocean). *Invertebrate Reproduction and Development* 41:235–242.
- Daud R., Tangko A.M., Mansyur A. and Sudradjat A. 1993. Polyculture of sea cucumber, *Holothuria scabra* and seaweed, *Eucheuma* sp. In: Sopura Bay, Kolaka Regency, southwest Sulawesi. In: *Prosiding Seminar Hasil Penelitian* 11:95–98.
- Engstrom N.A. 1980. Development and natural history and intestinal habits of the apodous holothurian *Chiridota rotifera* (Pourtales, 1851) (Echinodermata: Holothuroidea). *Brenesia* 17:85–96.
- Gravely F.H. 1927. The littoral fauna of Krusadai Island in the Gulf of Mannar: Echinodermata. *Bulletin of Madras Governemnt Museum (Natural History)* 1:163–173.
- Hamano T., Kondo M., Ohhashi T., Fujimura H. and Sueyoshi. 1996. The whereabouts of edible sea cucumber *Stichopus japonicus* juveniles released in the wild. *Suisanzoshoku* 44:249–254.
- Hamel J-F. and Mercier A. 1996. Early development, settlement, growth and spatial distribution of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:253–271.
- Hamel J-F., Ycaza Hidalgo R. and Mercier A. 2003. Développement larvaire et croissance des juvéniles de l'holothurie des Galapagos, *Isostichopus fuscus*. *La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 18:3–8.
- Hatanaka H. 1996. Laboratory experiments on amount of feeding of the juvenile sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Saibaigiken* 25:11–14.
- Hatanaka H., Uwaoku H. and Yasuda T. 1994. Experimental studies on the predation of juvenile sea cucumber, *Stichopus japonicus*, by sea star *Asterina pectinifera*. *Suisanzoshoku* 42:563–566.
- Ito S., Kawahara I. and Hirayama K. 1994. Studies on the technological development of mass production of juvenile sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Saibaigiken* 22:83–91.
- James D.B. 1976. Studies on Indian Echinoderms – 6. Redescription of little known holothurians with a note on an early juvenile of *Holothuria scabra* Jaeger from Indian Sea. *Journal of the Marine Biological Association India* 18:55–61.
- James D.B. 1983. Sea cucumber and sea urchin resources and beche-de-mer industry. *Bulletin Central Marine Fisheries Research Institute* 34:85–93.
- James D.B., Gandhi A.D., Palaniswamy N. and Rodrigo J.X. 1994. Hatchery techniques and culture of the sea cucumber *Holothuria scabra*. *CMFRI Bulletin* 48:120–126.

- Kobayashi M. and Ishida M. 1984. Some experiments concerned with the causes of the decrease of sea cucumber *Stichopus japonicus* juveniles. *Saibaigiken* 13:41–48.
- Lokani P., Polon P. and Lari R. 1995. Fisheries and management of beche-de-mer fisheries in Western Province of Papua New Guinea. p. 267–275. In: Dalzell P. and Adams T.J.H. (eds). SPC Integrated Coastal Fisheries Management Project Technical Document n° 11. SPC, Noumea.
- Long B. et Skewes T. 1997. Répartition et abondance de l'holothurie sur les récifs du détroit de Torres. *La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 9:17–22.
- Mercier A., Battaglène S.C., Hamel J-F. 1999. Daily burrowing cycle and feeding activity of juvenile sea cucumbers *Holothuria scabra* in response to environmental factors. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 239:125–156.
- Mercier A., Battaglène S.C. and Hamel J-F. 2000a. Settlement preferences and early migration of the tropical sea cucumber *Holothuria scabra*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 249:89–110.
- Mercier A., Battaglène S.C. and Hamel J-F. 2000b. Periodic movement, recruitment and size related distribution of sea cucumbers *Holothuria scabra* in the Solomon Islands. *Hydrobiologia* 440:81–100.
- Muliani, 1993. Effect of different supplemental feeds and stocking densities on the growth rate and survival of sea cucumber *Holothuria scabra* in Tallo River mouth, south Sulawesi. *Journal Penelitian Budidaya Pantai* 9:15–22.
- Purcell S.W. 2004. Criteria for release strategies and evaluating the restocking of sea cucumbers. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J-F., Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO, Rome (2004).
- Purcell S.W., Gardiner D. and Bell J. 2002. Élaboration de stratégies optimales pour la reconstitution des stocks d'holothuries de sable : un projet conjoint mis en œuvre en Nouvelle-Calédonie. *La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 16:2–4.
- Ramofafia C., Foyle P.T and Bell J.D. 1997. Growth of juvenile *Actinopyga mauritiana* (Holothuroidea) in captivity. *Aquaculture* 152:119–128.
- Ramofafia C., Battaglène S.C., Bell J.D. and Byrne M. 2000. Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Holothuria fuscogilva* in the Solomon Islands. *Marine Biology* 136:1045–1056.
- Seeto J. 1994. The reproductive biology of the sea cucumber *Holothuria atra* Jaeger, 1833 (Echinodermata: Holothuroidea) in Laucala Bay, Fiji, with notes on its population structure and symbiotic associations. MSc Thesis, University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- Shelley C.C. 1985. Potential for re-introduction of a beche-de-mer fishery in the Torres Strait. *Torres Strait Fisheries Seminar, Port Moresby*. 11–14 February.
- Tanaka M. 2000. Diminution of sea cucumber *Stichopus japonicus* juveniles released on artificial reefs. *Bulletin Ishikawa Prefecture Fish Research Centre* 2:19–29.
- Tiensongrusmee B. and Pontjoprawiro S. 1988. Sea cucumber culture: potential and prospects. *United Nations Development Programme, Executing Agency, Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- Wiedemeyer W.L. 1994. Biology of small juveniles of the tropical holothurian *Actinopyga echinites*: Growth, mortality and habitat preferences. *Marine Biology* 120:81–93.
- Young C.M. and Chia F.S. 1982. Factors controlling spatial distribution of the sea cucumber *Psolus chitinoïdes*: Settling and post settling behaviour. *Marine Biology* 69:195–205.

Le SIRMIP est un projet entrepris conjointement par 5 organisations internationales qui s'occupent de la mise en valeur des ressources halieutiques et marines en Océanie. Sa mise en œuvre est assurée par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS), l'Agence des pêches du Forum du Pacifique Sud (FFA), l'Université du Pacifique Sud, la Commission océanienne de recherches géoscientifiques appliquées (SOPAC) et le Programme régional océanien de l'environnement (PROE). Ce bulletin est produit par la CPS dans le cadre de ses engagements envers le SIRMIP. Ce projet vise à mettre



Système d'Information sur les Ressources
Marines des Îles du Pacifique

l'information sur les ressources marines à la portée des utilisateurs de la région, afin d'aider à rationaliser la mise en valeur et la gestion. Parmi les activités entreprises dans le cadre du SIRMIP, citons la collecte, le catalogage et l'archivage des documents techniques, spécialement des documents à usage interne non publiés; l'évaluation, la remise en forme et la diffusion d'information, la réalisation de recherches documentaires, un service de questions-réponses et de soutien bibliographique, et l'aide à l'élaboration de fonds documentaires et de bases de données sur les ressources marines nationales.