

# Caractéristiques des populations d'*Holothuria grisea* (Holothuroidea: Aspidochirotida) sur la côte de Santa Catarina, au Brésil, et observations saisonnières de leur densité et de leur répartition

Fabricio M. Mendes<sup>1</sup>, Adriano W. C. Marenzi<sup>2a</sup> et Maikon Di Domenico<sup>2b</sup>

## Résumé

Les caractéristiques saisonnières de populations d'*Holothuria grisea* — l'espèce d'holothurie la plus abondante sur la côte brésilienne — ont été examinées dans les zones intertidales de la baie d'Armação do Itapocoroy, au sud du Brésil, pendant l'hiver et au printemps 2003, ainsi qu'en été et à l'automne 2004. La zone étudiée a été découpée en trois strates, définies par le niveau des marées : niveau intertidal supérieur (strate 1), niveau intertidal inférieur (strate 2) et niveau infratidal (strate 3). Cette étude montre que la densité d'*H. grisea* est plus élevée dans la strate infratidale, à toute saison sauf en automne, où la densité est égale dans les strates infratidale et intertidales. Les spécimens sont regroupés, mais cette distribution n'est observée que sur les fonds marins rocheux, et cette espèce semble s'être adaptée à des zones à forte rugosité. Enfin, c'est la variation de la hauteur des marées qui semble déterminer la densité.

## Introduction

On observe des holothuries Aspidochirotida dans la zone intertidale, le long des fosses les plus profondes, où elles constituent jusqu'à 90 % de la biomasse totale (Pawson, 1970 ; Hendler et al., 1995 ; Hadel et al., 1999). Bien qu'*Holothuria grisea* (Holothuriidae) ne soit pas commercialisée au Brésil, c'est l'espèce la plus abondante le long du littoral brésilien (Tommasi 1969), et elle est consommée (en petites quantités) dans les États de São Paulo (Hadel et al., 1999) et de Rio de Janeiro, ainsi que l'holothurie *Isostichopus badionotus* (Hadel et al., 1999 ; Lima et al., 2001).

*H. grisea* pourrait donc jouer un rôle important dans l'économie brésilienne, en tant que nouveau produit de la mer. Peu d'études ont toutefois été conduites à ce sujet au Brésil (Lima et al. 2001). Il est donc important de comprendre l'écologie et la biologie de cette espèce. La présente étude traite de la densité et de la distribution de *H. grisea* sur le littoral méridional du Brésil.

## Méthodes

### Site de l'étude

La baie d'Armação do Itapocoroy est située à Penha (figure 1), sur la côte centrale de l'État de Santa Catarina, au sud du Brésil (26°46'10" S et 48°49'10" O). Cette baie est à l'abri des forts vents du sud et exposée à ceux qui soufflent de l'est et du nord-est, ces deux derniers étant les plus fréquents dans cette région. Le site, où les vagues ne sont pas fortes, est formé d'un fond rocheux à pente douce et d'un substrat sablonneux, fait de sédiments à grains grossiers.

Le site étudié, d'une superficie de 1 200 m<sup>2</sup> (20 m x 60 m), est divisé en trois strates définies par la hauteur des marées : niveau intertidal supérieur (strate intérieure 1), niveau intertidal inférieur (strate moyenne 2) et niveau infratidal (strate extérieure 3), selon la classification proposée par Holme et McIntyre (1971). Chaque strate mesure 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m).

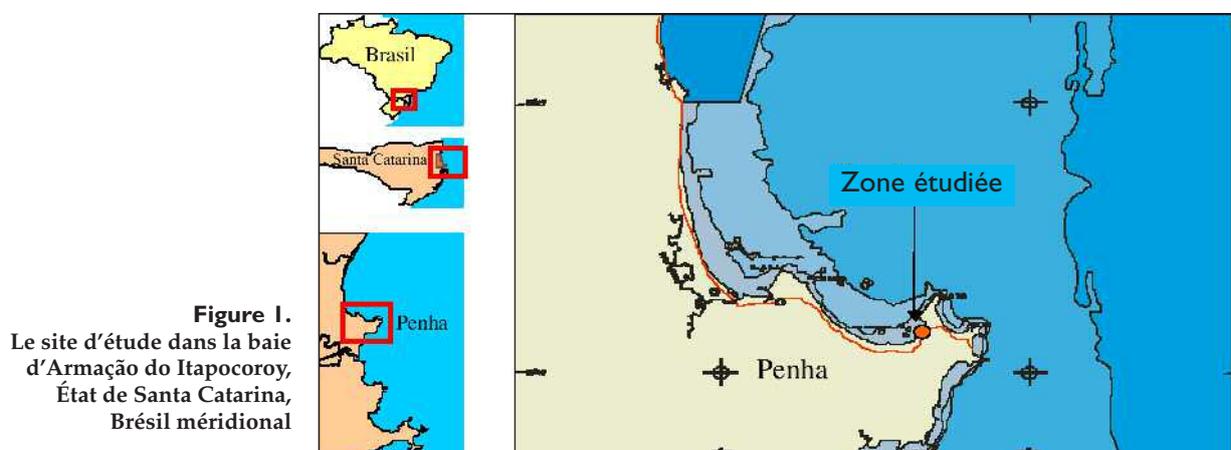


Figure 1.  
Le site d'étude dans la baie  
d'Armação do Itapocoroy,  
État de Santa Catarina,  
Brésil méridional

1. Instituto Oceanográfico IOUSP, Universidade de São Paulo. Praça do Oceanográfico, 191 Sala 133B - Cidade Universitária, São Paulo-SP, CEP : 05508-900 – Brésil. Tél. : +55 21 (11) 3091-6557 // (11) 8489-2456. Courriel : [mendesfm@gmail.com](mailto:mendesfm@gmail.com)
2. Centro de Maricultura et Laboratório de 2bEcologia de Comunidades Aquáticas, CTTMar – UNIVALI, Rua Uruguai 458, Itajaí, SC, 88302-202, (47) 341-7977. Courriel : [marenzi@univali.br](mailto:marenzi@univali.br)<sup>2a</sup> — [mk2dd@yahoo.com.br](mailto:mk2dd@yahoo.com.br)<sup>2b</sup>

## Densité et répartition spatiale

La variation saisonnière de densité de *H. grisea* a été déterminée au cours de l'hiver et du printemps 2003, ainsi qu'en été et à l'automne 2004. Dans chaque strate, on a compté les individus présents dans des quadrats d'un mètre carré (1 m<sup>2</sup>), à raison de 25 quadrats par strate, par saison (n = 300). Pour obtenir la distribution spatiale, on a utilisé l'indice normalisé de Morisita (I<sub>p</sub>) de dispersion des animaux et de répartition en agrégats (Krebs 1989).

## Couverture rocheuse et rugosité

Pour mieux comprendre le comportement de *H. grisea*, on a mesuré et noté le pourcentage de couverture rocheuse pour chaque quadrat, afin d'établir le rapport entre la densité et la répartition des holothuries d'une part, et le montant et le type de substrat, d'autre part.

Avant de compter les holothuries, on a divisé en quatre un quadrat, et l'on a estimé visuellement le pourcentage de couverture rocheuse selon une échelle de 0-100 % avec des intervalles de 5 %.

La rugosité rocheuse a été estimée à l'aide de l'indice de rugosité d (IRd), variante de la méthode des maillons de la chaîne<sup>3</sup> (Luckhurst et Luckhurst, 1978), qui consiste à poser une chaîne à petits maillons sur le substrat. Dans certains quadrats (n = 150), constituant 5 répliques des mesures (d'une extrémité à l'autre), la chaîne a été disposée de manière à suivre d'aussi près que possible les contours et les anfractuosités du substrat. Les rapports moyens entre longueur des quadrats (longueur étirée) et longueur du contour (d'une extrémité à l'autre) (Rg) ont servi d'indice comparatif IRd = [1-(1/Rg)].

## Analyse des données

On a eu recours à une analyse paramétrique de variance à deux critères (Underwood, 2001) pour étudier les différences significatives de densité selon la saison et les strates. La normalité des données a été vérifiée par test de Kolmogorov-Smirnov et l'homoscédasticité par celui de Bartlett ; au besoin, les données ont été transformées à partir de la racine carrée des densités (Zar, 1984).

L'absence d'homogénéité dans les variances s'expliquait par les résultats nuls obtenus dans la strate 1, qui a été exclue de la suite de l'analyse. Du fait du nombre élevé d'échantillons (n = 300), l'exigence de normalité devient secondaire dans l'analyse paramétrique (Underwood, 2001).

On a utilisé le coefficient de Pearson *r* (Legendre et Legendre 1998) pour établir la corrélation entre la densité de *H. grisea* dans les strates 2 (inférieure) et 3 (infrati-

dale), d'une part, et la rugosité et la couverture rocheuses, d'autre part.

## Résultats

### Densité

Les valeurs de la densité de *H. grisea* (tableau 1) diffèrent de manière significative entre les strates 2 (inférieure) et 3 (infratidale) (F = 36,2373 ; p < 0,0001), sauf en automne (figure 2), où la strate 3 est la plus abondante. La différence de densité des holothuries n'est pas significative d'une saison à l'autre (F = 0,7798 ; p > 0,5).

**Tableau 1.** Densité des organismes (Dt/m<sup>2</sup>) dans les deux strates tout au long de l'année ; EP est l'erreur type de la moyenne

	Strate 2		Strate 3	
	Dt	EP	Dt	EP
Hiver	3,32	1,34	8,04	1,51
Printemps	3,48	1,44	7,12	1,58
Été	1,60	0,91	6,68	1,41
Automne	3,80	1,25	4,40	0,74

Compte tenu de la saison et de la strate considérées, l'analyse ANOVA à deux critères n'a pas mis en évidence de différence significative de densité au cours de l'année dans les strates 2 et 3 (F = 1,5482 ; p = 0,2034). En revanche, si l'on analyse chaque strate séparément, on constate une variation significative de densité de *H. grisea* selon la saison : les densités décroissent en été dans la strate 2 et en automne dans la strate 3 (figure 2).

### Répartition spatiale

L'indice normalisé de Morisita fait apparaître une concentration spatiale (I<sub>p</sub> > 0,5 lorsque I<sub>d</sub> > M<sub>c</sub> > 1) sur les deux strates pendant toutes les saisons (tableau 2), mais les valeurs de la concentration les plus élevées correspondent toujours à la strate 2.

On a constaté une relation linéaire significative (p < 0,5) entre la densité de *H. grisea* et la quantité de couverture rocheuse (r = 0,411 ; n = 150) (figure 3), ainsi qu'entre la densité de *H. grisea* et la rugosité rocheuse (r = 0,665 ; n = 150) (figure 4). Néanmoins, les valeurs les plus élevées de la rugosité rocheuse sont observées aux niveaux intermédiaires de couverture rocheuse, ainsi que le montre la relation parabolique existant entre la couverture rocheuse et la rugosité rocheuse (r = 0,844 ; n = 150) (figure 5).

3. Cette méthode, proposée par Luckhurst et Luckhurst (1978), est couramment appliquée pour déterminer la complexité des roches coralliennes. On pose une chaîne à petits maillons sur le substrat, le plus près possible d'un transect. Un indice est ensuite calculé en établissant le rapport entre la longueur du contour et la longueur étirée. Cet indice, associé au nombre de trous et d'anfractuosités comptés le long du transect, donne la mesure de la complexité de la roche.

Il n'y a pas de différences entre les strates 2 et 3 quant à la couverture rocheuse et à la rugosité rocheuse (tableau 3). La corrélation ( $p < 0,01$ ) constatée dans la strate 3 entre la densité de *H. grisea* et IRd ( $r = 0,7837$ ;  $n = 50$ ) est supérieure à la corrélation ( $p < 0,01$ ) constatée dans la strate 2 ( $r = 0,6818$ ;  $n = 50$ ). Il n'a pas été trouvé de corrélation ( $p < 0,01$ ) entre la densité de *H. grisea* et la couverture rocheuse dans la strate 2 ( $r = 0,3130$ ;  $n = 50$ ), mais on en a observé une dans la strate 3 ( $r = 0,8059$ ;  $n = 50$ ) (tableau 4).

## Discussion

Les strates contiguës sont utiles pour déterminer les poids absolus de n'importe quelle espèce, en particulier dans les zones microtidales. Chaque strate doit toutefois être clairement délimitée, de manière à éviter toute confusion ou le mélange de deux strates différentes ou plus (Raffaelli and Hawkins 1996). Les strates 2 (intertidale) et 3 (infratidale) ont été clairement délimitées pour les besoins de la présente étude.

Pour déterminer la densité de *H. grisea* avec un degré de précision élevé, il a fallu observer un grand nombre de quadrats, du fait de la distribution de cette espèce.

Pawson (1966) a montré que les holothuries se présentent souvent en groupes. Ainsi, dans la baie d'Armação do Itapocoroy, les holothuries *H. grisea* suivent le même schéma de distribution, mais uniquement sur les fonds rocheux. Sur les fonds sablonneux, on a observé une faible fréquence de spécimens isolés.

Les densités d'holothuries les plus élevées ont été observées dans les zones à grande couverture rocheuse et à forte rugosité de la baie d'Armação do Itapocoroy. Les spécimens de *H. grisea* ont un comportement cryptique (Cutress 1996), et possèdent de nombreux pieds tubulaires qui leur permettent de s'agripper aux substrats durs (Deichmann 1930; Hendler et al. 1995).

Conformément aux corrélations de densité analysées pour la rugosité rocheuse et la couverture rocheuse, *H. grisea* présente une forte corrélation avec la rugosité. Les rugosités les plus élevées sont relevées aux niveaux intermédiaires de couverture rocheuse, ce qui laisse à penser que les holothuries *H. grisea* vivent sur des masses rocheuses. La roche en soi n'est toutefois pas le facteur le plus important qui affecte leur densité. Une bathymétrie très irrégulière joue également un rôle important, avec des trous et des anfractuosités où *H. grisea* peut trouver refuge, ainsi que des sédiments avec des dépôts de matière organique.

Bien que Rogers-Bennett et Ono (2001) aient attribué ce schéma de distribution irrégulière de *Parastichopus californicus*, sans concentration saisonnière apparente, à la ponte ou à un comportement alimentaire, Graham et Battaglene (2004) soupçonnent que les déplacements lents d'*Actinopyga mauritana* s'expliquent par une série de mouvements directionnels en réponse à la répartition irrégulière de la nourriture et des abris.

Il existe une relation positive entre la densité de *H. grisea*, le pourcentage de couverture rocheuse et l'indice de ru-

**Tableau 2.** Selon l'indice normalisé de Morisita,  $I_p > 0,5$  signifie une répartition concentrée lorsque  $I_d > M_c > 1$ . Les individus sont de plus en plus concentrés au fur et à mesure que la valeur de  $I_p$  augmente

	Strate 2			
	Hiver	Printemps	Été	Automne
$I_d$	4,69	4,88	8,37	3,38
$M_c$	1,19	1,18	1,39	1,17
$I_p$	0,57	0,58	0,65	0,55
	Strate 3			
	Hiver	Printemps	Été	Automne
$I_d$	1,73	2,05	1,94	1,45
$M_c$	1,08	1,09	1,09	1,14
$I_p$	0,51	0,52	0,52	0,51

**Tableau 3.** Valeur moyennes de la rugosité (IRd) et de la couverture rocheuse, sans différence significative entre les deux strates (EP = erreur type de la moyenne)

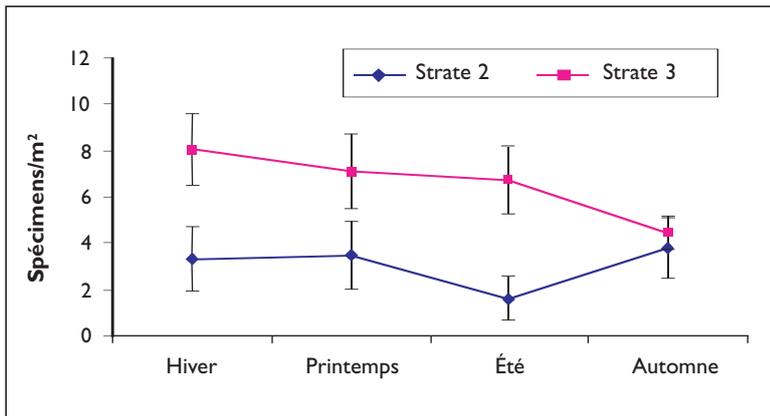
	Rugosité	Couverture rocheuse
	Moyenne ( $\pm$ EP)	Moyenne ( $\pm$ EP)
<b>Strate 2</b>	0,044 ( $\pm$ 0,011)	16,378 ( $\pm$ 4,531)
<b>Strate 3</b>	0,049 ( $\pm$ 0,010)	12,400 ( $\pm$ 3,458)

**Tableau 4.** Corrélation (coefficient de Pearson  $r$ ) entre la densité de *H. grisea* dans les strates 2 et 3, l'indice de rugosité rocheuse d (IRd) et la couverture rocheuse (RC)

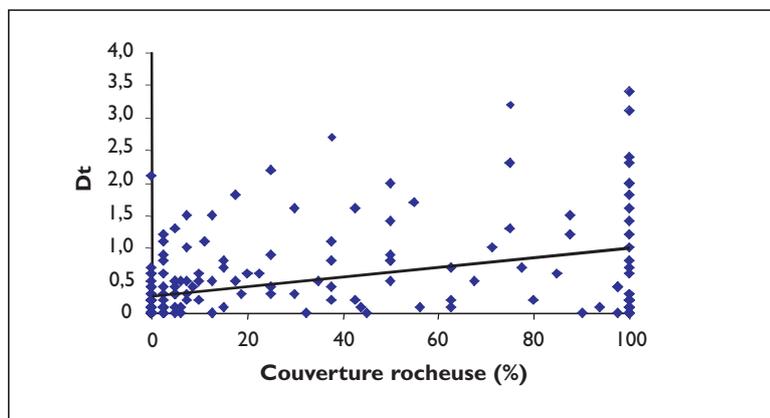
	Correl IRd	Correl RC
	<b>Strate 2</b>	0,68
<b>Strate 3</b>	0,78	0,81

gosité rocheuse. On pourrait donc penser que la densité la plus élevée de *H. grisea* se trouverait dans la strate présentant la rugosité rocheuse la plus forte. Rooker et al. (1997) ont observé qu'une augmentation de l'abondance totale des organismes coïncidait avec une augmentation de la rugosité de l'habitat. Sonnenholzner (2003) n'a pas trouvé de *H. theeli* sur le substrat principalement composé de sable, sans zones de refuge.

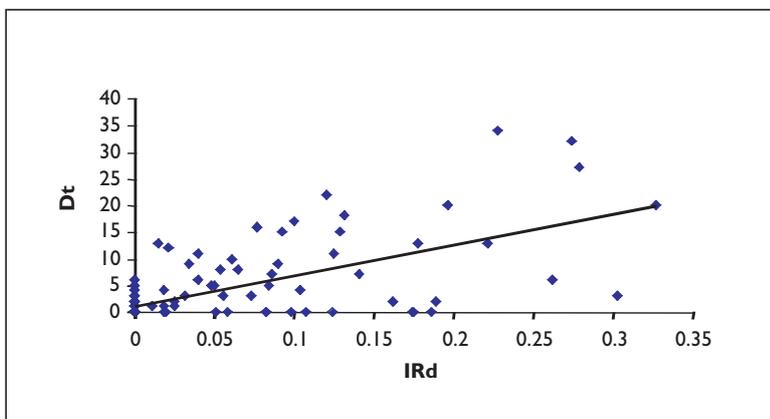
Zhou et Shirley (1996) ont divisé le littoral de l'Alaska en trois strates et conclu que les densités de *Parastichopus*



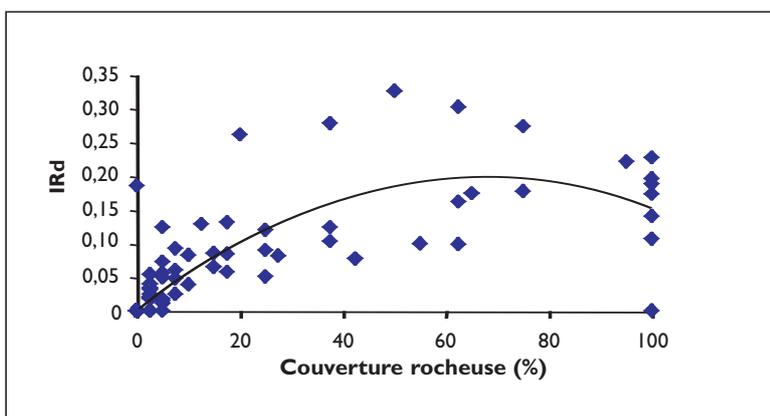
**Figure 2.**  
Variation saisonnière de la densité de *H. grisea* (spécimens/m<sup>2</sup>) dans deux strates



**Figure 3.**  
Relation linéaire entre la densité de *H. grisea* (Dt) et le pourcentage de couverture rocheuse



**Figure 4.**  
Relation linéaire entre la densité de *H. grisea* (Dt) et l'indice de rugosité d (IRd)



**Figure 5.**  
Relation parabolique entre le pourcentage de couverture rocheuse (%) et l'indice de rugosité d (IRd)

*californicus* allaient en croissant de la strate intérieure vers la strate extérieure, et présentaient des différences significatives entre les trois strates. Dans la baie d'Armação do Itapocoroy, la densité de *H. grisea* a également augmenté de la strate 2 (médiane) à la strate 3 (extérieure), bien qu'il n'y ait pas de différence de couverture ni de rugosité rocheuse, ce qui laisse à penser que la variation de densité entre les deux strates est déterminée par d'autres facteurs écologiques.

La hauteur de la marée est le principal facteur qui influe sur la densité, cette espèce ne tolérant pas les longues périodes de dessiccation. Tommasi (1969) a rapporté que *H. grisea* est l'espèce d'holothurie la plus nombreuse et la plus répandue sur la côte brésilienne, et qu'on la trouve en grandes densités dans les zones infratidales. Sonnenholzner (2003) a indiqué que *H. theeli* peut occuper des niches écologiques intertidales et infratidales différentes, et que son habitat de prédilection est probablement lié à des caractéristiques hydrodynamiques telles que la hauteur de la marée.

On a relevé des différences importantes de densité de *H. grisea* entre les strates 2 et 3 en toute saison sauf en automne. En automne, les vents violents qui soufflent du sud et les courants font que l'eau de mer balaie la côte Sud du Brésil en inondant fréquemment la zone intertidale, ce qui provoque un mélange des strates 2 et 3. C'est pourquoi *H. grisea* sont faiblement concentrées dans les deux strates en automne.

Cela expliquerait aussi la diminution importante de la densité en automne, lorsqu'on analyse uniquement la strate 3. L'inondation de la zone intertidale permet une répartition plus large de *H. grisea*, car cette espèce occupe les deux strates de façon égale. Si l'on analyse seulement la strate 2, on constate une diminution de la densité de *H. grisea* en été, très probablement due aux températures élevées à cette saison (inhibition de la dessiccation). Les concentrations les plus fortes ont été observées dans la strate 2, ce qui suggère une réaction d'immersion de *H. grisea*, surtout concentrée dans les zones présentant une forte rétention de l'humidité, comme les flaques subissant à marée basse.

Il est probable que les températures élevées en été restreignent l'occupation des spécimens les plus tolérants à la dessiccation, ce qui force les moins résistants à occuper des zones plus protégées (infratidales). Ce comportement a également été observé en Floride (États-Unis d'Amérique) où des individus de la même espèce ont migré vers le large en raison de facteurs environnementaux défavorables (Hendler 1995). Graham et Battaglione (2004) ont en outre observé un rythme d'activité d'*A. mauritana* lié aux cycles tidaux aux Îles Salomon. Zhou et Shirley (1996) affirment aussi avoir observé des migrations saisonnières de spécimens de *Stichopus variegatus* et *Cucumaria frondosa* dans une baie du Sud-Est de l'Alaska.

En règle générale, les animaux ne se comportent pas de la même façon en des lieux différents. Les conditions écologiques peuvent varier au fil du temps et d'un site à l'autre ; les comportements et les conditions sont influencés par des facteurs biotiques et abiotiques qui

agissent sur l'environnement (Chapman, 2000). Ainsi, la population de *H. grisea* dans la baie d'Armação do Itapocoroy respecte des schémas caractéristiques de cette espèce, bien que des facteurs et conditions environnementaux particuliers de cet habitat provoquent des réactions particulières qui se traduisent par des comportements particuliers.

## Remerciements

Nous remercions T.C.M. Almeida, P.R. Pezzuto et L.R. Tommasi pour les observations qu'ils ont formulées à propos du projet de manuscrit. Nous remercions également le personnel du Centro de Maricultura da Penha-SC (UNIVALI), Bira, Neticha et Nádia, pour leur aide apportée sur le terrain, ainsi que C. Conand et K. Des Rochers pour leur compréhension et leur aide.

## Bibliographie

- Chapman M.G. 2000. Poor design of behavior experiments gets poor results: Examples from intertidal habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 250:77–95.
- Cutress B.M. 1996. Changes in dermal ossicles during somatic growth in Caribbean littoral sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida). *Bulletin of Marine Science* 58(1):44–116.
- Deichmann E. 1930. The holothurians of the western part of the Atlantic. *Bulletin of Museum of Comparative Zoology, Harvard* 71(3):43–226.
- Graham J.C.H. et Battaglione S.C. 2004. Mouvements périodiques et recherche d'un refuge par *Actinopyga mauritiana* (Holothuroide : Aspidochirote) aux Îles Salomon. *La bêche-de-mer, bulletin de la CPS* 19:25–33.
- Hadel F.V., Monteiro A.M.V., Ditadi A.S.F., Tiago C.G. and Tommasi L.R. 1999. Invertebrados Marinhos: Echinodermata. In: Joly C.A., Bicudo C.E.M. (eds). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese ao conhecimento ao final do século XX*, 3. FAPESP.
- Hendler G., Miller J.E., Pawson D.L. and Kier P.M. 1995. *Sea stars, sea urchins and allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean*. Smithsonian Institution Books. 392 p.
- Holme N.A. and McIntyre A.D. 1971. *Methods for the study of marine benthos*. UK: Blackwell Publishers. 334 p.
- Krebs C.J. 1989. *Ecological methodology*. New York: Harper and Row Publishers. 654 p.
- Lima R.P.N., Ventura C.R.R. and Campos-Creasey L.S. 2001. Gonad morphology and gametogenesis of the sea cucumber *Isostichopus badionotus* from the southeast Brazil. p. 301–306. In: Fèral J.P. and David B. (eds). *Proceedings of the 6<sup>th</sup> European Conference on Echinoderms*. Banyuls-sur-Mer, France.

- Legendre L. and Legendre P. 1998. Numerical ecology. Second edition. Amsterdam: Elsevier Science Publishing Company. 853 p.
- Luckhurst B.E. and Luckhurst K. 1978. Analysis of the influence of the substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology* 49:317–323.
- Rogers-Bennett L. and Ono D.S. 2001. Sea cucumbers. p. 131–134. In: Leet W.S., Dewees C.M., Klingbeil R. and Larson E.J. (eds). California's living marine resources: A status report. California Department of Fish and Game.
- Pawson D.L. 1966. Ecology of holothurians. p. 63–71. In: Booloottian R.A. (ed). Physiology of Echinodermata. New York: Interscience Publishers, John Wiley & Sons.. 822 p.
- Pawson D.L. 1970. The marine fauna of New Zealand: Sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea). Department of Scientific and Industrial Research. New Zealand Oceanographic Institute 52:7–79.
- Raffaelli D. and Hawkins S. 1996. Intertidal Ecology. UK: Chapman & Hall. 250 p.
- Rooker J.R., Dokken Q.R., Pattengill C.V. and Holt G.J. 1997. Fish assemblages on artificial and natural reefs in the Flower Garden Banks National Marine Sanctuary, USA. *Coral Reefs* 15:83–92.
- Sonnenholzner J. 2003. Seasonal variation in the food composition of *Holothuria theeli* (Holothuroidea: Aspidochirotidae) with observations on density and distribution patterns at the Central Coast of Ecuador. *Bulletin of Marine Science* 73(3):527–543.
- Tommasi L.R. 1969. Lista dos holothuroidea recentes do Brasil. Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, série Oceanografia Biológica, São Paulo 15:1–29.
- Underwood A.J. 2001. Experiments in Ecology. New York: Cambridge University Press. 504 p.
- Zar J.H. 1984. Bioestatistical analysis. New Jersey, USA: Prentice Hall. 718 p.
- Zhou S. and Shirley T.C. 1996. Habitat and depth distribution of red sea cucumber *Parastichopus californicus* in a Southeast Alaska Bay. *Alaska Fishery Research Bulletin* 3(2):123–131.