

Informations la bêche-de-mer nouvelles

Informations de référence sur les stocks de *Stichopus horrens* sur l'île de Santa Cruz, archipel des Galápagos, avant le début de la pêche illégale

Alex Hearn¹ et Fernando Pinillos

Résumé

Alors que les stocks des holothuries *Isostichopus fuscus* de la Réserve marine des Galápagos se sont appauvris et effondrés, l'holothurie *Stichopus horrens*, pêchée illégalement depuis 2004, fait à présent l'objet de toutes les attentions. La présente étude expose les résultats d'une enquête menée sur un site méridional de l'île de Santa Cruz avant que n'y commence la pêche illégale. Elle fournit les seules informations de référence disponibles à ce jour sur cette espèce. *S. horrens* affiche une variation diurne plus prononcée que chez *I. fuscus* et peut enregistrer des densités supérieures à 100 individus pour 100 m² la nuit. La longueur totale des individus varie entre 9 et 31 cm, avec une moyenne de 20 cm. L_{∞} a été estimée à 37,7 cm et le rapport Z/K à 4,95. Aucun épisode de reproduction n'a été observé. Le rapport longueur-poids est linéaire, mais caractérisé par de grandes variations, ce qui laisse entendre que l'instauration d'une taille réglementaire minimale pour la pêche ne serait pas appropriée pour cette espèce. Avant d'autoriser la pêche de cette espèce, il est nécessaire de tirer les enseignements de l'échec qu'a connu la gestion d'une pêche viable de *I. fuscus*, et d'élaborer un plan de gestion, comprenant les aspects de commercialisation.

Introduction

Créée en 1998, la Réserve marine des Galápagos chevauche l'équateur à 600 milles marins des côtes équatoriennes (figure 1). La confluence des eaux chaudes du courant de Panama au Nord, des eaux froides du courant de Humboldt au Sud, et des courants froids ascendants

de Cromwell à l'Ouest, confère à la réserve son caractère unique, à savoir la grande variété d'espèces et de communautés concentrées sur un espace relativement petit (Edgar et al., 2004).

Compte tenu des multiples fonctions de la réserve marine, la pêche y est permise, mais elle reste limitée à la pêche artisanale et aux pêcheurs locaux déclarés. Au début des années 90, pour faire face à l'effondrement des stocks de l'holothurie *Isostichopus fuscus* sur les côtes équatoriennes, les pêcheurs ont afflué vers les Galápagos, où cette espèce n'était pas beaucoup exploitée. En 1994, à titre d'expérience, la pêche a été ouverte pendant deux mois, et le quota autorisé pour cette période était de 500 000 individus. Cependant, la saison s'est clôturée à peine six semaines plus tard, alors que le nombre total estimé de prises s'élevait déjà à 8 à 12 millions d'individus (DeMiras et al., 1996). Après quatre années supplémentaires de pêche illégale et une forte pression politique, en 1999, la pêche de l'espèce *Isostichopus fuscus* a finalement été autorisée sur la base d'une série de réglementations et d'une ouverture saisonnière. À peine sept ans plus tard, en dépit des réglementations (Toral et Martinez, 2004; Altamirano et al., 2004; Shepherd et al., 2004; Hearn et al., 2005a; Toral et al., 2005), les stocks de *I. fuscus* ont fait l'objet

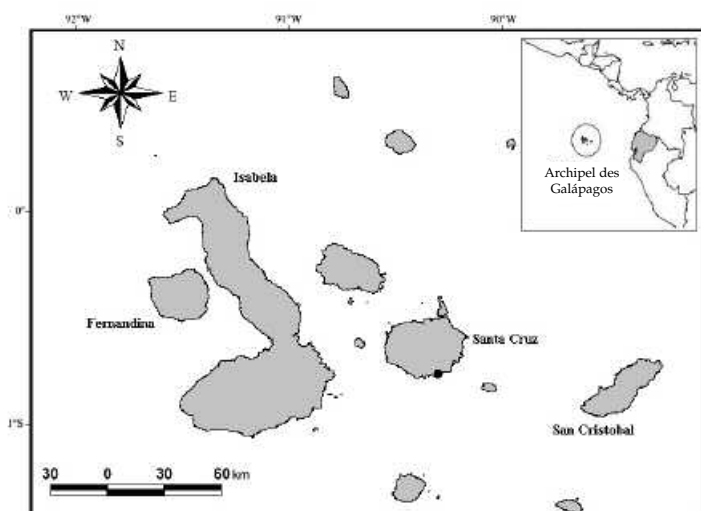


Figure 1. Archipel des Galápagos
Le site de l'étude (●) se trouve à la pointe méridionale de l'île de Santa Cruz.

1. Département de la recherche et de la conservation, Fondation Charles Darwin, Puerto Ayora, Santa Cruz, îles Galápagos, Équateur. Tél: +593 52 526 146/7, poste 221. Courriel: ahearn@fcdarwin.org.ec

d'une surexploitation telle que ce secteur n'est plus viable aujourd'hui (figure 2), et le nombre de pêcheurs déclarés est passé à un millier (figure 2).

Dans la foulée du déclin, puis de l'effondrement, des stocks de *I. fuscus*, les pressions se sont accrues pour que l'on autorise la pêche d'autres espèces d'holothuries. L'une des espèces proposée par la filière de la

pêche en 2004 est l'holothurie *Stichopus horrens* Selenka, 1867 (figure 3).

On trouve *Stichopus horrens* dans l'océan Pacifique, de la Malaisie à l'archipel de la Société, en Polynésie française, du sud du Japon à Hawaii en passant par la Nouvelle-Calédonie (Massin et al., 2002), et dans l'archipel des Galápagos, où l'espèce habite les substrats rocheux situés à

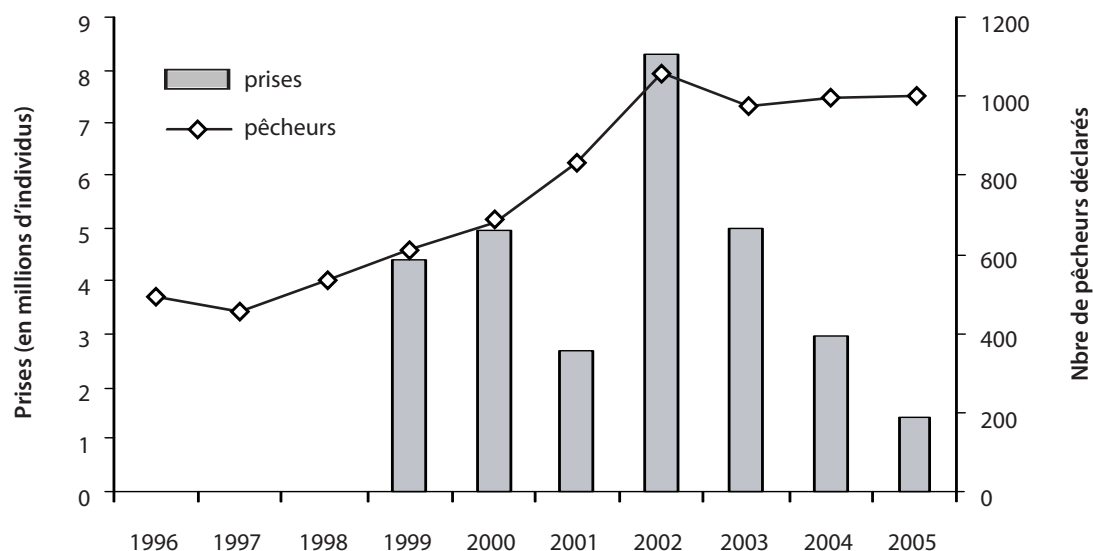


Figure 2. Prises annuelles officielles d'holothuries de l'espèce *Isostichopus fuscus* depuis l'autorisation de la pêche en 1999 et nombre de pêcheurs déclarés dans la Réserve marine des Galápagos (source: archives du Parc national des Galápagos et de la Fondation Charles Darwin).



Figure 3. *Stichopus horrens* (photo: Alex Hearn)

5–20 mètres de profondeur (Hickman, 1998). Cryptique et léthargique le jour, elle trouve refuge dans les fissures, les grottes et les crevasses du substrat rocheux. La nuit, elle en sort pour se nourrir et de larges rassemblements peuvent être observés (Hearn et al., données non publiées).

Cette espèce fait l'objet d'une exploitation commerciale dans d'autres parties du monde, comme à Madagascar (Rasolofonirina et al., 2004) ou en Malaisie (Baine et Choo, 1999) où l'holothurie est pêchée pour les propriétés médicinales de son liquide coelomique, connu sous le nom de "gamat". Dans l'archipel des Galápagos, des expéditions illicites de *S. horrens* ont été découvertes durant la saison de pêche de *I. fuscus* en 2004. Depuis lors, une exploitation illégale étendue s'est développée (Hearn et al., 2004; Toral et al., 2005) et le Parc national des Galápagos a procédé à plusieurs saisies de cargaisons de *S. horrens* (Tableau 1). Dans le même temps, l'industrie locale de la pêche a eu recours à plusieurs voies de droit pour faire pression sur les autorités, et le Conseil local de gestion en participation a demandé que soit réalisée une étude de référence sur la viabilité de l'exploitation de cette espèce. Néanmoins, après deux années de pêche illégale, il est peu probable qu'une étude réalisée dans un futur proche sur la structure par taille et sur l'abondance de l'espèce donne des résultats qui reflètent fidèlement la population indemne.

Tableau 1. Cargaisons et sites de pêche illicites de *Stichopus horrens* ayant fait l'objet de descentes du service du parc national des Galápagos (source: archives du service du parc national des Galápagos).

Date	Site	Île	Nbre de <i>S. horrens</i>
07 oct. 04	Puerto Ayora	Santa Cruz	20 448
03 juin 05	Campement illégal	Santa Cruz	5 934
27 juil. 05	BP Calipso	En mer	1 355
14 oct. 05	Campement illégal	Santiago	1 752
19 oct. 05	Campement illégal	Isabela	7 141
20 oct. 05	Campement illégal	Isabela	3 986
09 jan. 06	Campement illégal	Santa Cruz	13 000
23 fév. 06	Bellavista	Santa Cruz	13 343
Total			66 959

Le présent article a pour objet de faire état des conclusions d'une étude pilote menée en 2003 au sud de l'île de Santa Cruz, conclusions qui constituent les seules informations disponibles sur cette espèce avant le début de la pêche illégale dans l'archipel des Galápagos.

Matériel et méthodes

Les études ont été réalisées à une profondeur de 6 mètres à Punta Estrada, Academy Bay, île de Santa Cruz (00,7622° S; 090,3019° O), au centre de l'archipel des Galápagos (figure 1). Les fonds marins y sont caractérisés par un fond de roches volcaniques en pente sous un littoral formé de falaises.

Afin d'étudier les variations diurnes de l'abondance de *S. horrens* par rapport à celles de l'espèce commercialisée *I. fuscus*, deux transects permanents de 100 m² ont été installés à Academy Bay. L'abondance de *S. horrens* et de *I. fuscus* a été évaluée aux heures suivantes: 00:00, 06:00, 08:00, 12:00, 18:00 et 20:00. Chaque transect a été observé deux fois par tranche horaire. Les deux ensembles de données ont été normalisés de manière à permettre la comparaison des variations présentées par chaque espèce durant la journée.

Des études nocturnes sur une zone circulaire fixe couvrant 100 m² ont été menées en septembre, en octobre et en décembre 2003 ainsi qu'en janvier 2004, en suivant la méthode de Richmond et Martinez (1993). La zone de 100 m² a été étudiée une fois par mois: tous les individus de *S. horrens* ont été prélevés par un plongeur et mesurés sous l'eau afin de réduire les manipulations étant donné que cette espèce est réputée pour son éviscération immédiate lorsqu'elle est attrapée à la main (Kohtsuka et al., 2005). La longueur totale (distance de la bouche à l'anus sur la face dorsale) de chaque individu a été consignée.

Environ 25 individus situés en dehors des transects ont été collectés chaque mois et emportés au laboratoire où les mesures suivantes ont été effectuées en vue d'analyses morphométriques: longueur totale (± 1 mm), circonférence maximale (± 1 mm), poids frais total (± 1 g), volume (± 1 mL) et poids frais éviscéré (poids total une fois les gonades, les viscères et le liquide coelomique retirés, ± 1 g) (voir Conand, 1990).

Si l'on part du principe que la population est stable et que la distribution par taille n'est pas affectée par l'exploitation, on peut recourir à la méthode de Powell-Wetherall pour estimer L_{∞} et Z/K , Z représentant le taux de mortalité total (Powell, 1979; Wetherall et al., 1987; Sparre et Venema, 1992). Cette méthode repose sur l'équation de Beverton et Holt (1956), qui calcule Z dans une population stable.

$$Z = K [(L_{\infty} - L)/(L - L')] \quad (1)$$

L représente la longueur moyenne des individus de taille égale ou supérieure à L' , et L' est une longueur à partir de laquelle les individus sont pleinement exploités. Il existe une relation linéaire entre une série de longueurs L' retenues arbitrairement et les longueurs moyennes L correspondantes des différentes tailles pleinement exploitées, d'où:

$$L - L' = a + (b \times L') \quad (2)$$

avec $Z/K = -(1 + b)/b$ and $L_{\infty} = -a/b$

Résultats

Rapport longueur-poids

Stichopus horrens fait montre d'une grande plasticité et peut se contracter ou s'étendre rapidement. Les individus observés le jour (non inclus dans la présente analyse) se trouvaient habituellement dans des crevasses ou sous des roches dans un état fortement contracté. Le

rapport longueur-poids des individus relâchés permet de déduire une vague corrélation positive accompagnée de grandes variations autour de la moyenne (figure 4).

Modèles d'abondance diurne

Le jour, les abondances de *S. horrens* et de *I. fuscus* étaient semblables et basses (environ 7 individus pour 100 m²). L'abondance des deux espèces augmentait la nuit même si la hausse était beaucoup plus marquée chez *S. horrens* que chez *I. fuscus* (figure 5).

Structure par taille et densité

La distribution des fréquences de taille observée chez *S. horrens* chaque mois entre septembre 2003 et janvier 2004 (N = environ 100 individus par mois) était normale

et stable. L'individu le plus petit mesurait 9 cm et le plus grand, 31 cm. La longueur moyenne s'élevait à 19,6 cm. Aucune progression modale et aucun épisode de reproduction n'ont été observés (figure 6).

D'après la distribution des fréquences de taille, le premier groupe où tous les individus étaient exploitables s'étalait sur la fourchette 20–21,9 cm. Si l'on applique la méthode de Powell-Wetherall pour calculer les différentes valeurs des groupes pleinement exploitables, on obtient $L_{\infty} = 37,7$ cm et $Z/K = 4,95$, r^2 étant égal à 0,967 (figure 7).

Dans les quatre études réalisées, la densité de *S. horrens* dépassait 100 individus pour 100 m² (figure 8). Les individus ont généralement été observés en pleine extension sur des surfaces rocheuses et semblaient très mobiles par rapport à l'espèce *I. fuscus*, plus sédentaire.

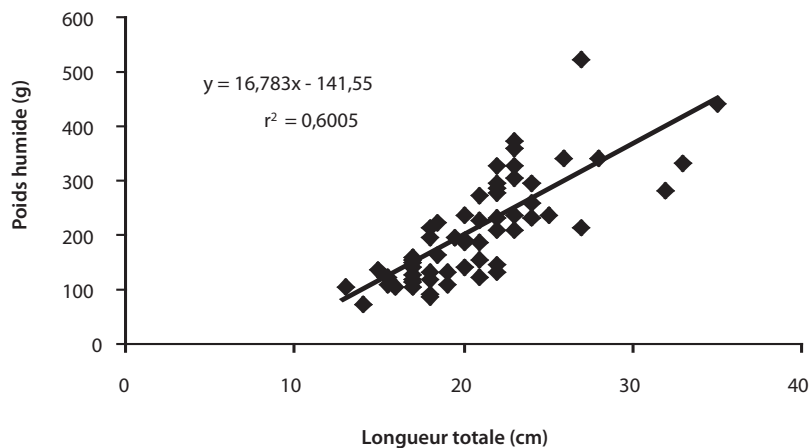


Figure 4. Rapport longueur-poids de *Stichopus horrens* à l'état relâché (n=59).

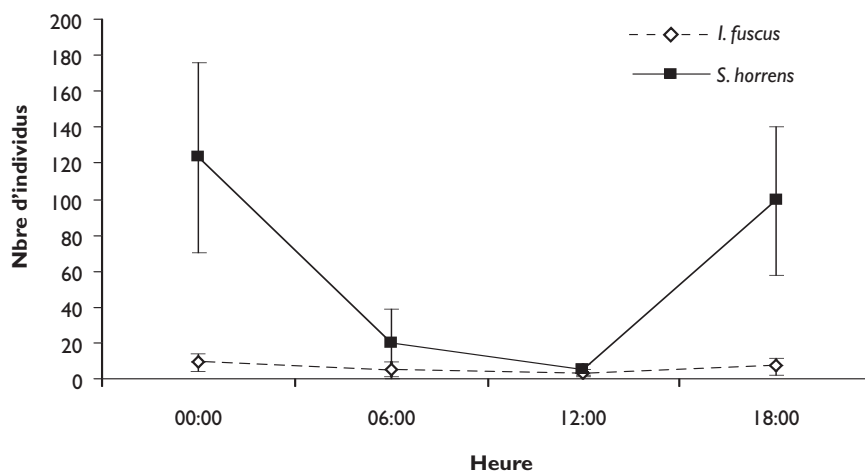


Figure 5. Abondance moyenne (intervalles de confiance à 95 %) de *Stichopus horrens* et de *Isostichopus fuscus* sur une période de 24 heures à Academy Bay, île de Santa Cruz, au moyen de comptages visuels en plongée.

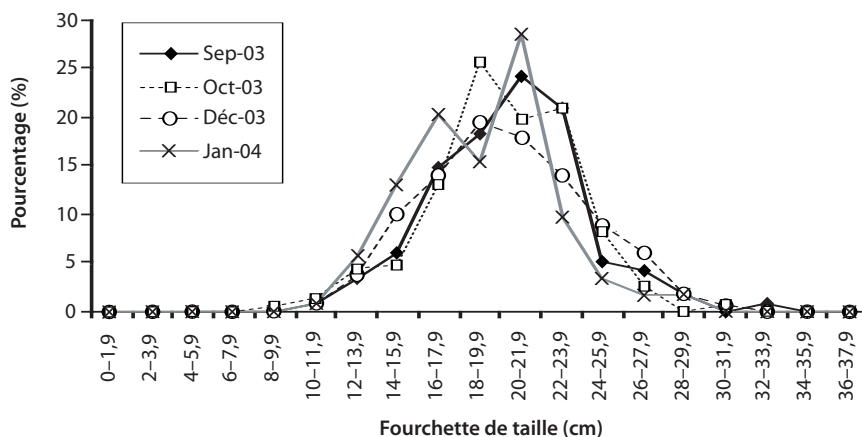


Figure 6. Distribution mensuelle des fréquences de taille de *S. horrens* à Academy Bay, île de Santa Cruz.

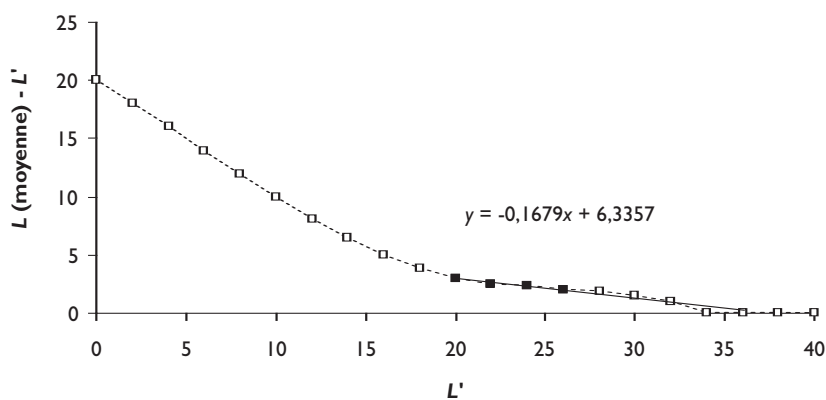


Figure 7. Graphe de Powell-Wetherall pour *S. horrens*, régression linéaire basée sur les carrés noirs qui ont servi au calcul de L_{∞} et de Z/K .

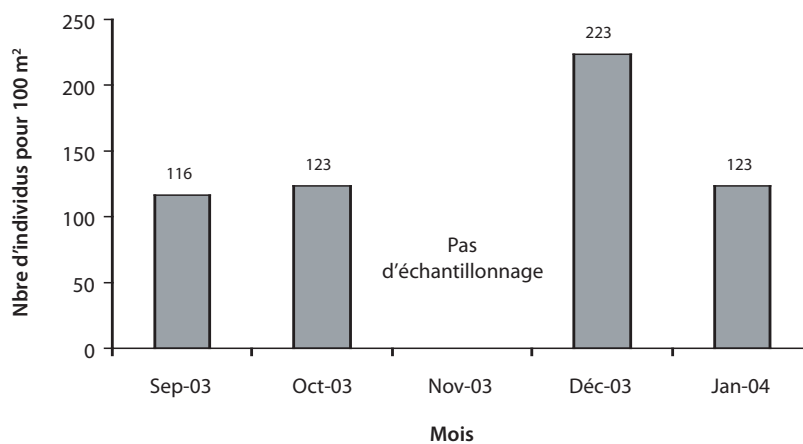


Figure 8. Densité de la population de *S. horrens* exprimée en nombre d'individus pour 100 m² à Academy Bay, île de Santa Cruz.

Discussion

Les stocks d'holothuries suivent généralement un modèle d'expansion rapide suivie d'un effondrement. On retrouve également dans ce modèle l'appauvrissement en série tant des espèces à forte valeur marchande que des espèces à faible valeur (Conand, 1990, 2004, sous presse; Uthicke et Benzie, 2000). Les Galápagos ne semblent pas échapper à la règle (Shepherd et al., 2004; Hearn et al., 2004, 2005a; Toral et al., 2005). Ces modèles peuvent s'expliquer par des raisons tant biologiques qu'économiques. Sur le plan biologique, les holothuries se déplacent lentement, sont faciles à attraper, grandissent lentement et leur dynamique de reproduction n'est guère connue. Les stocks de *I. fuscus* des côtes équatoriennes se sont effondrés au début des années 90 et ne se sont toujours pas reconstitués (Altamirano et al., 2004; Toral-Granda et Martinez, 2004; Toral et al., 2005). En outre, les ressources mondiales en holothuries sont en général mal gérées et sont en plein déclin (Lovatelli et al., 2004; Bruckner, sous presse).

L'exploitation commerciale des holothuries a été stimulée par des investisseurs d'Extrême-Orient, qui offrent des prix peu élevés pour une ressource au départ abondante et subventionnent souvent les opérations des pêcheurs. À mesure que les stocks diminuent, ils sont prêts à payer davantage, et une fois la ressource tarie, ils se déplacent vers une autre zone. En conséquence, les communautés sont confrontées à des problèmes d'ordre socioéconomique, puisqu'elles sont devenues tributaires de revenus mirobolants et peu réalistes, qui ne durent que très peu de temps (Christy, 1995; Carranza Barona et Andrade Echeverría, 1996). Dans l'archipel des Galápagos, la quête d'emplois ou de ressources de substitution pour les pêcheurs d'holothuries s'est caractérisée par des attentes irréalistes, des activités illégales (telles que le prélèvement d'ailerons de requins) et de fréquents troubles de l'ordre civil (Hearn et al., 2004; Shepherd et al., 2004).

Il faut analyser la possibilité d'autoriser la pêche de *S. horrens* en tenant compte des capacités d'action de la Réserve marine des Galápagos et de l'échec des tentatives de gestion durable de *I. fuscus*. En ce sens, on peut très probablement expliquer le silence du secteur de la pêche, face à la demande du Conseil de gestion en participation d'élaborer et de présenter une étude de faisabilité sur l'exploitation de *S. horrens* par l'aisance avec laquelle la pêche illégale est pratiquée, ce qui élimine la notion d'urgence de la légalisation. Un pêcheur a expliqué aux auteurs qu'il pouvait collecter 40 caisses de *S. horrens* en une seule nuit (ce qui équivaut à quelque 4 000 individus), qu'il vend 2 000 dollars É.U.

Actuellement, les individus *S. horrens* pêchés illégalement sont traités de la même façon que *I. fuscus* (bouillis, salés et séchés). Cependant, dans certaines parties de la Malaisie, on collecte *S. horrens* pour les propriétés médicinales (Baine et Choo, 1999) de son liquide célomique (appelé eau de gamat). Dans le cadre d'une étude de faisabilité conduite dans les Galápagos, les débouchés commerciaux des holothuries devraient être examinés non seulement pour déterminer quel produit tiré de l'espèce revêt la plus forte valeur, mais aussi pour éviter que les

pêcheurs locaux ne viennent à dépendre économiquement des grands commerçants et des revendeurs.

Les résultats de ces études préliminaires ont montré que la structure de taille des populations se caractérisait par l'absence de juvéniles, la taille modale avoisinant les 20 cm, et que les densités étaient probablement très élevées et comparables aux densités estimées des populations originales de *I. fuscus* (Shepherd et al., 2004). Cependant, au moment d'élaborer un plan de gestion de l'exploitation de *S. horrens*, il sera nécessaire de tenir compte du caractère relativement peu contraignant des réglementations qui ont été imposées pour la pêche de *I. fuscus*. Des mesures de gestion telles que des tailles minimales réglementaires pour la pêche ne sont peut-être pas appropriées pour une espèce qui fait preuve d'une telle plasticité et dont la taille de maturité reste inconnue. Le régime de zonage côtier provisoire (Danulat et Edgar, 2002) a pour but de créer un espace pour les différentes parties intéressées (pêcheurs, touristes et scientifiques) et ne convient pas à la gestion des ressources benthiques. Il convient d'élaborer des règles précises sur la façon de fixer des quotas de prises à partir des résultats des études. En dépit des problèmes qu'ont posés les quotas individuels transférables dans le cas de *I. fuscus* en 2001 (Murillo et al., 2003), il est nécessaire de définir d'une façon ou d'une autre des droits privés afin d'éviter la course à la pêche qui a marqué l'effondrement de *I. fuscus*.

Fondé sur le principe de précaution, le plan de gestion de la réserve marine des Galápagos a pour objectif d'assurer l'exploitation durable des ressources de la réserve. À ce jour, les principales ressources marines de la réserve sont dans un état d'appauvrissement grave et peu de mesures ont été prises pour les gérer durablement (Toral et al., 2005; Hearn et al., 2005b). À moins que les exploitants eux-mêmes n'ouvrent les yeux, l'autorisation de la pêche de *S. horrens* dans le contexte du régime de gestion actuel constituera probablement le prochain maillon de la chaîne d'effondrements en série des stocks que connaît la réserve marine des Galápagos.

Remerciements

La présente étude a été réalisée avec le concours des membres du Département de la recherche et de la conservation de la Fondation Charles Darwin et du Parc national des Galápagos. Cet article a été élaboré dans le cadre de travaux de recherche sur les holothuries financés par le Royal Caribbean Cruises Ocean Fund for Marine Research. Nos remerciements vont également au programme de bourses de recherche sur la conservation des ressources marines du Pew Charitable Trusts et au Pew Collaborative Initiative Fund Award. Le présent article constitue la contribution n°1037 de la Fondation Charles Darwin.

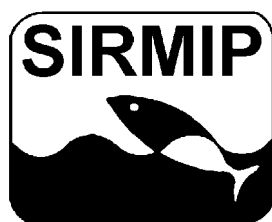
Bibliographie

Altamirano M., Toral-Granda M.V. and Cruz E. 2004. The application of the adaptive principle to the management and conservation of *Isostichopus fuscus* in the Galapagos Marine Reserve. In: Lovatelli A. et al. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Technical Paper 463. 247–258.

- Baine M. and Choo P.S. 1999. Sea cucumber fisheries and trade in Malaysia. p. 49–63. In: Baine M. (ed). The conservation of sea cucumbers in Malaysia — their taxonomy, ecology and trade: Proceedings of an international conference. Department of Agriculture, Kuala Lumpur, Malaysia. February 1999. Heriot-Watt University, Orkney, Scotland.
- Beverton R.J.H. and Holt S.J. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapports et Procès Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 140: 67–83.
- Bruckner A. (ed). in press. The Proceedings of the CITES Technical workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuridae and Stichopodidae. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR 44, Silver Spring.
- Carranza-Barona C.C. and Andrade-Echeverría M. 1996. Retrospectiva de la pesca de pepino de mar a nivel continental. Unpublished Report, Comisión Permanente para las Islas Galápagos, Fundación Charles Darwin and ORSTOM, Quito, Ecuador. 53 p.
- Christy F.T. 1995. The development and management of marine fisheries in Latin America and the Caribbean: issues and options for the Inter-American Development Bank. Unpublished Report. Inter-American Development Bank, Washington DC, USA. 80 p.
- Conand C. 1990. The fishery resources of Pacific Island countries. Part 2: Holothurians. *FAO Fisheries Technical Paper*, n° 272.2. 143 p.
- Conand C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilization: an international overview. p. 13–24. In: Lovatelli A. et al. (eds). *Advances in sea cucumber management*. *FAO Technical Paper* 463.
- Conand C. in press. Harvest and trade: Utilization of sea cucumbers; sea cucumbers fisheries trade; current international trade, illegal, unreported and unregulated trade; bycatch, socio-economic characteristics of the trade in sea cucumbers. In: Bruckner A. (ed.) *The Proceedings of the CITES Technical workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuridae and Stichopodidae*. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR 44, Silver Spring.
- Danulat E. and Edgar G.J. 2002. Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Fundación Charles Darwin & Servicio Parque Nacional de Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. 484 p.
- De Miras C., Andrade M. and Carranza C. 1996. Evaluación socioeconómica de la pesca experimental de pepino de mar en Galápagos. Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos/ORSTOM, Quito. 191 p.
- Edgar G.J., Banks S., Fariña J.M., Calvopiña M. and Martínez C. 2004. Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galapagos archipelago. *Journal of Biogeography* 31:1–18.
- Hearn A., Martínez P., Toral-Granda M.V., Murillo J. and Polovina J. 2005a. Population dynamics of the exploited sea cucumber *Isotichopus fuscus* in the Western Galapagos Islands, Ecuador. *Fisheries Oceanography* 14(5):377–385.
- Hearn A., Castrejón M., Reyes H., Nicolaidis F., Moreno J. and Toral M.V. 2005b. Evaluación de la pesquería de langosta espinosa (*Panulirus penicillatus* y *P. gracilis*) en la Reserva Marina de Galápagos 2004. Fundación Charles Darwin, Santa Cruz, Galapagos, Ecuador. 37 p.
- Hearn A., Toral M.V., Castrejón M., Nicolaidis F., Moreno J., Reyes H., Altamirano M. and Vega S. 2004. Evaluación de la pesquería de pepino de mar (*Isotichopus fuscus*) en la Reserva Marina de Galápagos. p. 1–60. In: *Evaluación de las pesquerías en la Reserva Marina de Galápagos. Informe Compendio 2004*. Fundación Charles Darwin, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Hickman C.P. 1998. Guía de campo sobre estrellas de mar y otros equinodermos de Galápagos. Serie vida marina de Galápagos. Sugar Spring Press, Virginia, USA. 83 p.
- Kohtsuka H., Arai S. and Uchimura M. 2005. Observation de la reproduction asexuée par scissiparité naturelle de *Stichopus horrens* Selenka, dans l'île d'Okinawa, Japon. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 22:23.
- Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). 2004. *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. *FAO, Rome, Fisheries Technical Paper* No. 463. 425 p.
- Massin C., Zulficar Y., Tan Shau Hwai A. and Rizal Boss S.Z. 2002. The genus *Stichopus* (Echinodermata: Holothuroidea) from the Johore Marine Park (Malaysia) with the description of two new species. *Biologie* 72:73–99.
- Murillo J.C., Andrade R., Vizcaino J., Bautil B. and Hearn A. 2003. Pesquería de pepino de mar en Galápagos durante el 2002. Análisis comparativo con las pesquerías 1999, 2000 y 2001. p. 1–39. In: *Evaluación de las pesquerías en la Reserva Marina de Galápagos. Informe compendio 2002*. B. Bautil (ed) Fundación Charles Darwin and Servicio Parque Nacional Galápagos: Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Powell D.G. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length-frequency in the catch. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 175:167–169.
- Rasolofonira R., Mara E. and Jangoux M. 2004. Sea cucumber fishery and mariculture in Madagascar – a case study of Toliara, southwest Madagascar. p. 133–149. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. *FAO Technical Paper* 463.
- Richmond R. and Martínez P.C. 1993. Sea cucumber fisheries in the Galápagos Islands: Biological aspects, impacts and concerns. *World Conservation Union (IUCN) Technical Report*. 16 p.
- Shepherd S.A., Martínez P., Toral-Granda M.V. and Edgar G. 2004. The Galápagos sea cucumber fishery: management improves as stocks decline. *Environmental Conservation* 31(2):102–110.
- Sparre P. and Venema S.C. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. *FAO Fish. Tech. Pap. No. 306/1* FAO, Rome. 376 p.

- Toral-Granda M.V. and Martinez P. 2004. Population density and fishery impacts on the sea cucumber *Isostichopus fuscus* in the Galapagos Marine Reserve. p. 91–100. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Technical Paper 463.
- Toral M.V., Murillo J.C., Piu M., Nicolaidis F., Moreno J., Reyes H., Castrejón M. and Hearn A. 2005. La pesquería de pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en la Reserva Marina de Galápagos en el año 2005. Fundación Charles Darwin/Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Santa Cruz. 41 p.
- Uthicke S. and Benzie J.A.H. 2000. Effect of beche-de-mer fishing on densities and size structure of *Holothuria nobilis* (Echinodermata: Holothuroidea) populations on the Great Barrier Reef. Coral Reefs 19:271–276.
- Wetherall J.A., Polovina J. and Ralston S. 1987. Estimating growth and mortality in steady state fish stocks from length-frequency data. ICLARM Conference Proceedings 13:53–74.

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 oeuvre 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 l'informa-



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

tion 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.