

Numéro 26 – Novembre 2007

LA BÊCHE-DE-MER

bulletin d'information

Sommaire

- Étude pilote menée au Samoa sur la survie, après éviscération, de *Stichopus horrens*
H. Eriksson et al. p. 2
- L'application de la méthode des transects à l'aide d'un mesureur à fil perdu de ceinture pour le comptage visuel sous-marin
G. Leeworthy et T. Skewes p. 5
- Les holothuries et autres échinodermes du Banc de Geysir (Mayotte - Océan Indien)
T. Mulochau et al. p. 7
- État de la ressource en holothuries à valeur marchande, capturées sur la côte septentrionale de la mer Rouge égyptienne
M.I. Ahmed et A.J. Lawrence p. 14
- La pêche de l'holothurie aux Seychelles : données sur les produits transformés et sur d'autres paramètres
R. Aumeeruddy et C. Conand p. 19
- Application de l'analyse de variance locale à deux termes de quadrats (TTLQV) dans l'évaluation des populations d'invertébrés marins
G. Leeworthy p. 26
- Des levures probiotiques présentant une activité des phytases, découvertes dans l'appareil digestif d'holothuries
N.Y. Hirimuthugoda et al. p. 31
- Observation de l'effet des conditions environnementales sur la scission induite de l'holothurie des sables méditerranéenne, *Holothuria arenicola* (Semper, 1868) en Égypte
F.A. Abdel Razek et al. p. 33
- Répartition spatiale et évolutions temporelles dans la biologie de l'holothurie commerciale *Holothuria whitmaei* [Echinodermata: Holothuroidea], Ningaloo Reef, Australie occidentale
G. R. Shiell p. 35
- Résumés et nouvelles publications p. 37

Rédacteur en chef:

Chantal Conand
Université de La Réunion
Laboratoire de biologie marine
97715 Saint-Denis Cedex
La Réunion, France
Fax: +262 938166
Chantal.Conand@univ-reunion.fr

Production:

Section information
Division Ressources marines
CPS, BP D5, 98848 Nouméa Cedex
Nouvelle-Calédonie
Fax: +687 263818
cfpinfo@spc.int
www.spc.int/coastfish

Imprimé avec le concours financier de l'Union européenne, via le projet UE/CPS PROCFish

Éditorial

Bienvenue au numéro 26 du bulletin *La Bêche-de-mer*, qui débute par une étude pilote menée au Samoa par Eriksson et al. (p. 2) sur la régénération de *Stichopus horrens*, une espèce dont les viscères sont consommées localement. Les auteurs de cette étude laissent entendre que de telles recherches aideront à comprendre l'organe de régénération de *S. horrens* sur le terrain et s'avèreront des plus utiles pour la gestion future de cette ressource. Un article de Leeworthy et Skewes (p. 5) nous donne des précisions sur la nouvelle méthode de réalisation de comptages visuels en plongée, connue sous le nom de tracé de radiales à l'aide d'un mesureur à fil perdu de ceinture. Une étude récente de Mulochau et al. (p. 7) montre que la faune d'holothuries endémique à certains récifs éloignés de l'océan Indien, à proximité de Mayotte, est très peu abondante, ce qui pourrait être un signe de surexploitation. Ahmed et Lawrence (p. 14) nous racontent comment quatre ans après l'entrée en vigueur de l'interdiction de la pêche d'holothuries en Égypte, certaines espèces commerciales donnent des signes de retour dans leur habitat, bien qu'il n'y ait aucun indice de reconstitution des stocks. La pêche des holothuries aux Seychelles se développe rapidement et doit être encadrée par des mesures de gestion. Aumeeruddy et Conand nous donnent de nouvelles informations (p. 19) sur les produits séchés de cinq espèces commercialisées. Les auteurs espèrent qu'elles seront utiles pour décrire les caractéristiques de ces espèces et établir des critères de qualité pour leur commercialisation. Leeworthy est aussi l'auteur d'un autre article qui traite cette fois de l'application de l'analyse de variance locale à deux termes de quadrats, et il s'appuie sur des données obtenues à partir de comptages visuels sous-marins classiques d'*Actinopyga echinites* (p. 26). Hirimuthugoda et al. (p. 31) poursuivent leurs recherches sur des levures probiotiques, observées dans l'appareil digestif des holothuries, qui mettent en évidence une activité de phytases.

Nous continuons de publier des observations sur la ponte, la scission et le recrutement des holothuries en milieu naturel et vous invitons donc à nous communiquer vos observations sur le terrain ou en laboratoire. Dans ce numéro, F.A. Abdel Razek et al. (p. 33) décrivent un nouveau cas de scission induite d'*Holothuria arenicola*.

Veuillez noter que nous avons préparé des instructions pour aider les auteurs et les rédacteurs à rédiger et à présenter les documents qui seront insérés dans cette publication. Elles sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.spc.int/coastfish/news/SIG-instructions.pdf>

Je voudrais vous rappeler que vous pouvez avoir accès à tous les articles et résumés publiés dans ce bulletin dans une base de données mise sur pied par la Section information halieutique de la CPS. Cette base de données répertorie plus de 600 articles et résumés qu'il est possible de rechercher en indiquant le titre, le(s) nom(s) d'auteur(s), le nom scientifique, la région ou le pays. Chaque résultat de recherche qui vous est présenté est accompagné d'un hyperlien qui vous permet de télécharger l'article en format PDF. Vous pouvez consulter cette base de données sur le site web de la CPS à l'adresse suivante : http://www.spc.int/coastfish/news/search_bdm.asp.

Enfin, j'aimerais attirer votre attention sur un projet conjointement mené par différents partenaires membres du Groupe de travail sur l'Aspidochirote. Vous trouverez plus d'informations sur ce projet à l'adresse suivante : <http://www.uog.edu/marinelab/peetcukes/index.html>

Chantal Conand

Étude pilote menée au Samoa sur la survie, après éviscération, de *Stichopus horrens*

H. Eriksson¹, K. Friedman², A. Solofa³ et A.T. Mulipola³

Introduction

Au Samoa, les holothuries sont capturées à des fins vivrières et artisanales. Quatre espèces sont ciblées par les pêcheurs locaux : *Stichopus horrens*⁴ (dont le nom local est *sea*); *Bohadschia vitiensis*; *Holothuria atra*; et l'holothurie léopard, *Bohadschia argus*. *S. horrens* qui est l'espèce la plus recherchée, est pêchée pour ses viscères, généralement l'intestin, mais aussi pour son appareil respiratoire et ses gonades. Après ablation sur des animaux vivants, les viscères sont consommés crus; toutefois, les animaux transformés sont remis vivants à l'eau. Les viscères de *Stichopus horrens* sont conservés, avec les téguments découpés en lamelles d'autres holothuries, dans des bouteilles remplies d'eau de mer et vendus sur les marchés locaux et le long des routes (figures 1 et 2). Cette espèce est également exploitée dans d'autres parties du Pacifique telles que les Tonga (K. Friedman, pers obs). *Stichopus horrens* fait l'objet d'une filière de "gamat water"⁵ en Malaisie (Baine et Forbes 1998; Baine et Choo 1999), où son utilisation en tant que produit alimentaire et médicinal est dûment étayée (Ridzwan et al. 2003; Hawa et al. 1999).

Certains pêcheurs estiment que les animaux survivent à la capture et que la remise à l'eau de spécimens de *Stichopus horrens* transformés permet de les repêcher, après la régé-

nération de leurs organes internes. Leur survie et la possibilité de régénération de leurs viscères après ablation, ont attiré l'attention des chercheurs, mais peu d'expériences ont été menées sur les taux de survie et de régénération possibles des individus capturés dans les pêcheries traditionnelles du Pacifique (Lambeth 2001). Certaines études montrent que la régénération des intestins (par exemple Quinoñes et al. 2002; Mashanov et al. 2005), et des gonades (Drumm et Loneragan 2005) est possible chez les holothuries. À en juger par des études entreprises sur une autre espèce (par exemple *Holothuria parvula*), la régénération complète des organes (suite à une scission auto induite) peut prendre jusqu'à une année (Emson et Mladenov 1987). On ignore si *S. horrens* survit au processus de récolte au Samoa, et on ignore encore plus si la régénération de ses organes internes permettrait une nouvelle capture pour récupérer une plus grande quantité de viscères. La possibilité que les animaux survivent à l'éviscération offre donc des perspectives intéressantes pour gérer une ressource en déclin, dont l'exploitation pourrait être rendue plus productive grâce à l'instauration d'un système d'ouverture et de fermeture de la pêche par roulement.

La pêche de *Stichopus horrens*

Au Samoa, les spécimens de *S. horrens* sont capturés la nuit depuis une pirogue à l'aide d'une lampe sous-marine, d'un masque et d'un tuba, ou de lunettes. Les pêcheurs les gardent au fond de leur embarcation dans de l'eau (voir figure 3), et les ramènent, après la pêche,



Figure 1. Des viscères de *S. horrens* (*sea*).



Figure 2. Des bouteilles de produit brut d'holothuries : la masse brune correspond aux viscères de *S. horrens* et la masse blanche aux téguments de *B. vitiensis*.

1. Uppsala University, Suède. Courriel : Hampo.Eriksson@gmail.com

2. Observatoire des pêches récifales. Courriel : KimF@spc.int

3. Ministry of Agriculture and Fisheries (Ministère de l'agriculture et des pêches), Samoa. Courriel : samoafisheries@lesamoa.net

4. Par le passé, cette espèce était souvent désignée sous le nom de *Stichopus herrmanni*, et la nomenclature est actuellement en cours de révision.

5. La "Gamat water" est du liquide coelomique. Prise par voie orale, elle permet de traiter certains maux.

sur le rivage où ils sont alors placés dans des seaux et conservés jusqu'à leur transformation. Les sorties durent généralement trois heures environ. Chaque seau est rempli jusqu'au tiers de sa capacité avec des animaux et rempli d'eau de mer fraîche. Le fait de conserver ces animaux dans des seaux leur permet de vider leurs intestins du sable qu'ils contiennent, ce qui rend les viscères plus comestibles. En général, les animaux sont conservés ainsi pendant deux à cinq heures, bien que ce temps varie selon les sites et les pêcheurs. Ces holothuries subissent alors la transformation suivante : le pêcheur pratique une incision sur le flanc des animaux à l'aide d'un couteau (figure 4) afin de mettre en évidence les viscères et vérifie que les intestins ne contiennent plus de sable avant de les stocker dans une bouteille en verre. Après incision et éviscération, les animaux sont placés dans un seau distinct rempli d'une petite quantité d'eau de mer. Il semble qu'ils fassent l'objet de moins de soins après leur transformation. Les individus transformés sont remis à l'eau, à proximité du rivage, ce qui ne correspond pas à l'habitat de prédilection de *S. horrens* dans la plupart des lieux de pêche. Même s'ils survivent à cette incision et à cette éviscération, leurs probabilités de survie après avoir été remis à l'eau loin de leur habitat préféré, semblent moins élevées. Dans les villages où de telles opérations de pêche ont été observées, les zones littorales avaient une charge sédimentaire élevée, elles étaient exposées à l'action des vagues ou bien elles étaient soumises à une très forte



Figure 3. Un pêcheur de *S. horrens* dont la pirogue contient des spécimens vivants.

influence terrestre (notamment les ruissellements d'eaux usées provenant du village).

Étude pilote

Suite à l'enquête menée dans le cadre du projet PROC-Fish/C au Samoa, une étude pilote a été entreprise afin de comprendre ce qui arrivait à *S. horrens* après les opérations d'incision et d'éviscération. Selon les auteurs, la manipulation après transformation de *S. horrens* pourrait jouer un rôle vital dans la gestion future de la pêcherie. L'étude a été réalisée sous forme de petits projets de survie, et elle avait pour objet d'essayer de déterminer le taux de survie de cette espèce après transformation. L'étude a été menée du 8 au 12 décembre 2005, dans le village de Toamua qui se trouve à l'Ouest d'Apia.

Vingt trois spécimens de *S. horrens* ont été capturés durant les trois heures consacrées à la pêche, de 19h30 à 22h30. Ils ont été ramenés au rivage et plongés pendant la nuit (8 heures) dans un seau. Au matin, un pêcheur local les a incisés et transformés. Les animaux ainsi traités, ont été placés dans des cages — trois cages hébergeant six animaux chacune et une cage en hébergeant cinq —, dans une zone littorale (où les animaux étaient généralement réimplantés). Deux ou trois grosses pierres ont été placées à l'intérieur de chacune des cages pour les maintenir au fond; elles ont également offert un abri aux holothuries. Le lendemain, les pêcheurs ont vérifié leur taux de survie et si l'incision pratiquée s'était (éventuellement) cicatrisée. Après 24 heures dans ces cages, 13 spécimens étaient encore en vie, les incisions de 9 spécimens étaient cicatrisées, celles de 3 autres l'étaient presque entièrement, et 1 spécimen était dans le même état que lors de sa transformation. Après quatre jours, quatre individus ont été incisés pour contrôler la régénération éventuelle de leurs viscères. Aucun phénomène de ce type n'a été constaté chez l'un ou l'autre d'entre eux. Malgré sa portée restreinte, cette étude fait néanmoins apparaître un taux de survie approximatif de 50 % après 24 heures dans les cages, et elle démontre que les incisions de la majorité des spécimens qui ont survécu étaient complètement



Figure 4. Réalisation d'une incision sur un spécimen de *S. horrens* pour récupérer ses viscères.

cicatrisées. Ces constatations sont conformes à une étude semblable menée sur *Holothuria leucospilota*, à l'issue de laquelle on s'était aperçu que les incisions pratiquées sur le corps de ces holothuries s'étaient cicatrisées en quelques jours (Drumm et Loneragan 2005).

Perspectives

Les auteurs sont conscients du caractère préliminaire de l'expérience; ils souhaitent attirer l'attention du lecteur sur les insuffisances de cette étude et mettre en lumière les conditions à respecter dans l'accomplissement de travaux futurs.

Cette étude pilote a démontré que les cages en maille plastique (taille : base 450 mm x longueur 450 mm x hauteur 200 mm, taille des mailles : 12–17 mm) utilisées pour stocker des animaux après transformation, risquent de ne pas être des dispositifs de conservation appropriés. La taille des mailles est trop importante et permet aux animaux de s'échapper, et la cage proprement dite a un effet sur les animaux convalescents. Dans une étude analogue sur *H. leucospilota*, les cages ont été revêtues d'un grillage en nylon doté de mailles qui ont permis d'obtenir d'excellents taux de survie d'animaux transformés (Drumm and Loneragan 2005).

De l'avis des auteurs, la survie peut être influencée par deux facteurs : la transformation et le choix de la zone de retour des spécimens capturés. Les questions de manipulation qui englobent les procédures de transport et de conservation doivent être évaluées, et la réintégration d'animaux incisés dans des sites/zones côtier(ère)s de l'habitat de *S. horrens* pourrait aussi avoir une incidence décisive sur la survie des animaux transformés. Idéalement, les études à venir pourraient porter sur les traitements qui permettent d'évaluer les délais de stockage antérieur et postérieur à la transformation ainsi que la réintégration d'animaux transformés dans les zones littorales (où les pêcheurs remettent actuellement leurs prises à l'eau) et dans l'habitat de prédilection de *S. horrens* (où les animaux sont capturés). Certains pêcheurs capturent *S. horrens* de jour, à un moment où généralement les animaux ne s'alimentent pas, ce qui leur permet de procéder immédiatement à l'ablation de viscères "propres". Les rejets de cette activité de pêche s'effectuent à proximité du site de capture. Les expériences visant à tester le choix de la zone de remise à l'eau des prises pourraient tirer parti de cette différence dans la méthode de remise à l'eau des captures.

Au nombre des autres facteurs à prendre en compte, il y a lieu de citer la prédation après transformation et les effets de l'exposition aux vagues dans les zones littorales. Des évaluations menées à plus long terme, pourraient également donner une idée du meilleur moment pour pêcher *S. horrens* ainsi que des délais pendant lesquels il conviendrait de laisser au stock transformé le temps de se reposer avant d'être à nouveau traité.

Résumé

L'étude pilote a montré que *S. horrens* pouvait survivre aux procédures de capture et de transformation nécessaires pour recueillir les viscères. Elle démontre aussi que ces holothuries sont capables de cicatriser leurs incisions, bien qu'aucune autre conclusion ne puisse être tirée de ces résultats. Les études futures devraient porter sur la probabilité de survie en fonction des procédures de manipulation et de la zone de remise à l'eau des captures. Les auteurs sont d'avis que de telles recherches permettront de mieux comprendre la régénération des organes de *S. horrens* en milieu naturel et se révéleront utiles pour la gestion future de cette ressource.

Bibliographie

- Baine M. et Forbes R. 1998. Taxonomie et exploitation des holothuries . La Bêche-de-mer, bulletin de la CPS 10:2–7.
- Baine M. et Choo P.S. 1999. La pêche des concombres de mer en Malaisie : vers une stratégie de conservation. La Bêche-de-mer, bulletin de la CPS 12:6–10.
- Drumm D.J. and Loneragan N.R. 2005. Reproductive biology of *Holothuria leucospilota* in the Cook Islands and the implications of traditional fishing of gonads on the population. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 39:141–156.
- Emson R.H. and Mladenov P.V. 1987. Studies of the fissiparous holothurian *Holothuria parvula* (Selenka) (Echinodermata: Holothuroidea). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 111(3):195–211.
- Hawa I., Zulaikah M., Jamaludin M., Zainal Abidin A.A., Kaswandi M.A. and Ridzwan B.H. 1999. The potential of the coelomic fluid in sea cucumber as an antioxidant. Malaysian Journal of Nutrition 5:55–59.
- Lambeth L. 2001. L'utilisation de *Stichopus variegatus* (aujourd'hui dénommée *S. hermanni*) à des fins alimentaires dans les îles du Pacifique. La Bêche-de-mer, bulletin de la CPS 13:18–21.
- Mashanov V.S., Dolmatov I.Y. and Heinzeller T. 2005. Transdifferentiation in holothurian gut regeneration. The Biological Bulletin 209:184–193.
- Quiñones J.L., Rosa R., Ruiz D.L., García-Arrás J.E. 2002. Extracellular matrix remodeling and metalproteinase involvement during intestine regeneration in the sea cucumber *Holothuria glaberina*. Developmental Biology 250:181–197.
- Ridzwan B.H., Leong T.C. and Idid S.Z. 2003. The anti-nociceptive effects of water extracts from sea cucumbers *Holothuria leucospilota* Brandt *Bohadschia marmorata vitiensis* Jaeger and coelomic fluid from *Stichopus hermanni*. Pakistan Journal of Biological Sciences 6(24):2068–2072.

L'application de la méthode des transects à l'aide d'un mesureur à fil perdu de ceinture pour le comptage visuel sous-marin

Grant Leeworthy¹ et Tim Skewes²

Généralement, les études benthiques à partir de comptages visuels sous-marins sont réalisées à l'aide de cordes ou de lignes déposées sur le fond de la mer. Un plongeur intervient alors et dénombre les espèces intéressantes. De tels transects sont lents à mouiller et à récupérer, ce qui limite le nombre de ceux qui peuvent être posés et, partant, la précision de l'étude. La plupart des espèces benthiques sont inféodées à un habitat dispersé, ce qui signifie que de nombreux sites doivent être étudiés.

Plusieurs méthodes de réalisation d'études à partir de comptage visuel en plongée sans utilisation de lignes de transect, ont été mises au point afin de renforcer l'efficacité du comptage. Le parcours à la nage chronométré (Hart 2006), la technique des manta-tows (plongeurs sous-marins tractés par un bateau) (Moran et De'ath 1992) et le débitmètre (Conand comm. pers. 2007) sont des méthodes extrêmement efficaces; toutefois, elles comportent toutes quelques incertitudes s'agissant des dimensions du transect, en particulier de sa longueur.

La méthode de tracés de radiales à l'aide d'un mesureur à fil perdu de ceinture, qui fait appel à un appareil de mesure, présente l'avantage de fournir une mesure précise de la longueur de la radiale tout en étant extrêmement efficace parce qu'il n'est plus alors nécessaire de mouiller et de récupérer la ligne de transect. Le plongeur pose la ligne de transect — un fil de coton biodégradable — tout en nageant, la longueur de ce fil étant mesurée à partir du point d'origine. Cette méthode présente l'avantage supplémentaire de permettre au plongeur d'accéder à des zones interdites aux bateaux en raison du manque de profondeur ou de dangers pour la navigation.

L'application d'une telle méthode permet de multiplier de manière spectaculaire le nombre de comptages qui peuvent être réalisés au cours de programmes de travail sur le terrain dont la portée est limitée et le coût souvent élevé. En fait, cette méthode de comptage accroît la précision, l'exactitude et la portée des études en milieu marin. Elle constitue une amélioration par rapport aux techniques existantes et elle permettra à l'avenir d'entreprendre des études en milieu marin d'une plus grande précision et d'une portée plus vaste.

Description de la méthode

Cette méthode est appliquée en utilisant un appareil de mesure composé d'un dévidoir de la marque "Chainman" qui a été modifié pour être employé dans l'eau de mer aux

fins de mesures de longueurs de transect. Ce mesureur à fil perdu de ceinture est composé d'un enrouleur contenant du coton biodégradable qui passe au travers d'un appareil mesurant la distance parcourue en mètres.

Avant d'utiliser le mesureur à fil perdu de ceinture en eau salée, il convient de le modifier en remplaçant le dévidoir par un axe en acier inoxydable et en perçant le corps du compteur afin de permettre l'adjonction de lubrifiant (par exemple du WD40) pour éviter toute corrosion.

Le mesureur à fil perdu de ceinture, une perche, un compteur enregistreur et un compas, sont tous assemblés à l'aide d'un fil métallique, d'attaches et/ou de colliers pour constituer un montage destiné au comptage. La moitié d'une plaquette est également ajoutée afin de tenir des fiches de données qui permettent aux plongeurs de relever des informations sur l'habitat, la profondeur, la date, l'heure et le nombre d'espèces observées. Un stylo est fixé au moyen d'un ruban torsadé à cette plaquette. Il est recommandé d'étalonner périodiquement le mesureur. Il est possible de le faire à terre et il s'agit d'un procédé assez simple. La figure 1 montre un exemple d'une version de ce type de montage qui est utilisé pour le comptage des holothuries.

Au point de départ du transect, le plongeur relie le fil de coton à un rocher ou à un morceau de corail se trouvant au fond de l'eau à l'aide d'un petit bout de fil de fer. À mesure que le plongeur nage le long de la radiale, le mesureur à fil perdu de ceinture mesure effectivement la distance parcourue. Lorsque le plongeur atteint la longueur de transect désirée, le fil de coton est alors rompu et déposé au fond de l'eau où il se dégrade. Le plongeur dénombre les espèces présentant un intérêt le long du transect en utilisant le compteur enregistreur. Pour l'évaluation de nombreuses espèces, il est possible d'utiliser des compteurs enregistreurs comportant jusqu'à six rouleaux.

Un plongeur peut délimiter la largeur de la bande du transect en tenant une perche devant lui tout en nageant au-dessus de la radiale. La largeur maximale utile d'une radiale est limitée par le champ de vision du plongeur qui est fonction de la clarté de l'eau et de la difficulté accrue de rechercher les spécimens intéressants et de gérer les effets de leurs déplacements à l'intérieur et à l'extérieur de la bande en fonction de la distance. Un transect d'une largeur de deux mètres a été utilisé avec succès dans des substrats ouverts, et un transect plus étroit de 1,25 mètre

1. Tasmanian Seafoods Pty. Ltd., 13-17 Redgum Drive, Dandenong South, VIC 3175, Australie.
Courriel: grant@tasmanianseafoods.com.au

2. CSIRO Division of Marine Research, PO Box 120, Cleveland, QLD 4163, Australie. Courriel: tim.skewes@csiro.au

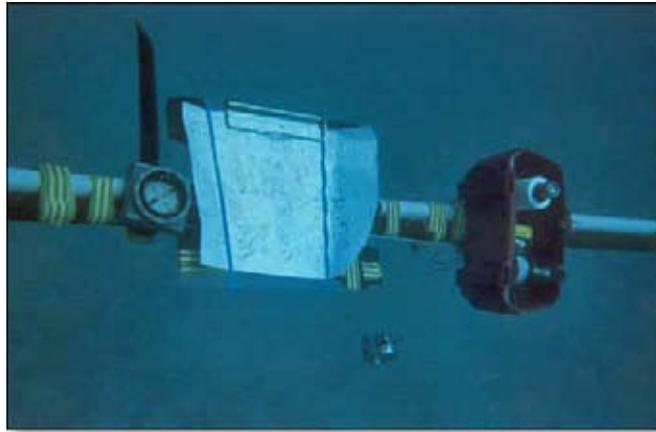


Figure 1. Détail d'un mesureur à fil perdu de ceinture entièrement monté, utilisé pour l'échantillonnage des holothuries.

a été utilisé dans des habitats plus difficiles pour étudier des espèces dont l'abondance est élevée, en raison de la difficulté à obtenir des comptages précis dans ce cas.

La ligne de transect étant déposée au moment où le plongeur nage au-dessus de la radiale, il est important que la ligne déterminée par le transect soit suivie attentivement afin de réduire les possibilités d'erreur de trajectoire dictée par la présence d'espèces ou d'objets intéressants. Il est possible de corriger de telles erreurs par une formation du plongeur et des techniques d'orientation objectives telles que le fait de nager au-dessus d'une radiale en fonction d'un cap prédéterminé. Un compas étanche peut être fixé au mesureur pour faciliter l'emploi de cette méthode. Le lecteur peut trouver une analyse des erreurs induites lors de comptages réalisés en appliquant la méthode des transects dans McGarvey 2006. Les déplacements à l'intérieur et à l'extérieur des bandes délimitées par les transects peuvent être réglés en fonction d'une pratique type (Andrew et Mapstone 1987; Thompson et Mapstone 1997). Là encore, une formation suffisante du plongeur est nécessaire afin que soit traité de manière appropriée le problème des inclusions et/ou exclusions consécutives à ces déplacements vers l'intérieur ou vers l'extérieur de la bande.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les personnes ci-après : Brian Long (CSIRO), Greg DeLuca et Richard Torelli (Tasmanian Seafoods), Rob Lowden (Queensland Sea Cucumber Association), Sam Hammond, Isaac Kniepp et Laurie Laurenson (Deakin University).

Bibliographie

- Andrew N.L. and Mapstone B.D. 1987. Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 25:39–90.
- Hart A.M. 2006. Review of paua research surveys. Unpublished report to the New Zealand Ministry of Fisheries. 20 p.
- McGarvey R. 2006. Assessing survey methods for greenlip abalone in South Australia. South Australian Research and Development Institute (Aquatic Sciences), Adelaide, RD04/0152-2. SARDI Research Report Series No. 184. 195 p.
- Moran P.J. and De'ath G. 1992. Suitability of the manta tow technique for estimating relative and absolute abundances of crown-of-thorns starfish (*Acanthaster planci* L.) and corals. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 43:357–378.
- Thompson A.A. and Mapstone B.D. 1997. Observer effects and training in underwater visual surveys of reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* 154:53–63.

Les holothuries et autres échinodermes du Banc de Geyser (Mayotte - Océan Indien)

T. Mulochau¹, C. Conand² & J.P. Quod³

Introduction

Dans le cadre d'une mission sur la biodiversité, qui s'est déroulée du 4 au 13 décembre 2006, commanditée par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt (DAF) de Mayotte, pour suivre l'évolution de la ressource halieutique, nous avons échantillonné les échinodermes du banc corallien de Geyser et plus particulièrement les Holothurides. Cet échantillonnage est le premier inventaire effectué sur ce banc et peu de données scientifiques existaient sur la biodiversité et l'exploitation des Holothurides de cette zone : pour Mayotte les travaux de Pouget 2004, 2005 et Conand et al. 2005, pour les Comores Samyn *et al.* 2005. Les données de La Réunion sur les holothuries (Conand et Mangion 2003) et les Acanthaster (Emeras et al. 2004) peuvent aussi être utiles. La biodiversité des autres échinodermes des îles situées dans la région du canal du Mozambique est mal connue; elle concerne les platiers des îles Glorieuses (Vergonzanne 1977).

Le banc corallien de Geyser est situé à 300 km à l'ouest de la pointe nord de Madagascar et à 110 km au nord-est de Mayotte. Ce banc, exploité depuis les années 90 pour

sa richesse halieutique, fait partie de la Zone Économique Exclusive de Mayotte (73 600 km²) et reste isolé des pressions anthropiques côtières.

Les pêcheries mondiales d'holothuries sont en expansion et entraînent une surexploitation dans la majorité des pays de l'Indo-Pacifique tropical (Conand 1999 et 2004). Aussi l'absence de données sur le peuplement des Holothurides du banc a motivé cette étude initiée par la collectivité Territoriale de Mayotte. L'objectif de ce travail est d'établir une première liste des holothuries rencontrées et de présenter les abondances moyennes sur les zones prospectées.

Matériels et méthodes

Site d'étude

Le banc corallien de Geyser d'une superficie de 175 km² est situé dans l'océan Indien occidental, au nord du canal du Mozambique, entre Mayotte et Les Glorieuses (figure 1). Cet édifice corallien est construit sur des hauts fonds en pleine mer et seules certaines parties du banc de Geyser affleurent à marée basse. Plusieurs habitats aux critères

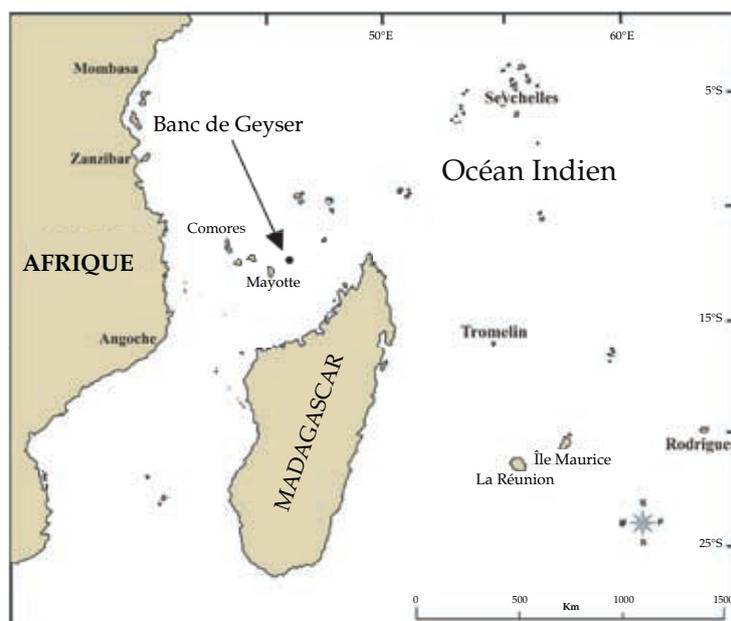


Figure 1. Banc de Geyser dans le nord du canal du Mozambique.

1 Aquarium de La Réunion (aquarium.reunion@wanadoo.fr)
 2 Laboratoire Ecomar, Université de La Réunion (conand@univ-reunion.fr)
 3 Arvam (arvam@arvam.com)

Tableau 1. Biotopes et biocénoses des 11 stations échantillonnées sur le banc de Geysier.

Stations	Profondeur	Biotope	Biocénose
Station 1 du 05.12.2006, matinée	12–18 mètres	Pente externe – Bas de la pente Substrat dur : 46% Débris : 34% Sable : 20%	50% de couverture corallienne 39% de couverture algale (dont 76% d'algues calcaires) 11% autres organismes
Station 2 du 06.12.2006, matinée	12–18 mètres	Pente externe – Bordure du tombant de la pente Substrat dur : 84% Débris : 34% Sable : 12%	67% de couverture corallienne 30% de couverture algale (dont 67% d'algues dressées) 3% autres organismes
Station 3 du 06.12.2006, après-midi	12–18 mètres	Pente externe – Bas de la pente Substrat dur : 64% Débris : 21% Sable : 15%	40% de couverture corallienne 51% de couverture algale (dont 82% d'algues calcaires) 9% autres organismes
Station 4 du 07.12.2006, matinée	12–18 mètres	Pente interne – Bas de la pente Substrat dur : 63% Débris : 26% Sable : 11%	68% de couverture corallienne 32% de couverture algale (dont 39% d'algues calcaires et 39% d'algues dressées)
Station 5 du 07.12.2006, après-midi	12–18 mètres	Pente externe – Bas de la pente Substrat dur : 70% Débris : 20% Sable : 10%	69% de couverture corallienne 28% de couverture algale (dont 62% d'algues calcaires)
Station 6 du 08.12.06, matinée	12–18 mètres	Pâtés coralliens sur fonds sableux Substrat dur : 82% Débris : 14% Sable : 4%	21% de couverture corallienne 79% de couverture algale (dont 98% de gazon algal)
Station 7 du 08.12.06, après-midi	15 mètres	Herbier à <i>Thalassodendron</i> et pâtés coralliens sur fond sablo-détritique Sable : 50%	50% de couverture d'herbier
Station 8 du 09.12.06, matinée	12 – 18 mètres	Pente externe - Bas de la pente Substrat dur : 66% Débris : 22% Sable : 12%	39% de couverture corallienne 61% de couverture algale (dont 60% d'algues calcaires)
Station 9 du 09.12.06, après-midi	12–18 mètres	Pente interne – Pied de la pente Substrat dur : 84% Débris : 13% Sable : 3%	68% de couverture corallienne 31% de couverture algale (dont 88% d'algues calcaires)
Station 10 du 10.12.06, matinée	12–18 mètres	Pente externe – Bordure du tombant de la pente Substrat dur : 76% Débris : 20% Sable : 4%	47% de couverture corallienne 53% de couverture algale (dont 72% d'algues calcaires)
Station 11 du 10.12.06, après-midi	9 mètres	Lagon Substrat dur : 88% Débris : 12%	46% de couverture corallienne 54% de couverture algale (dont 75% d'algues dressées)

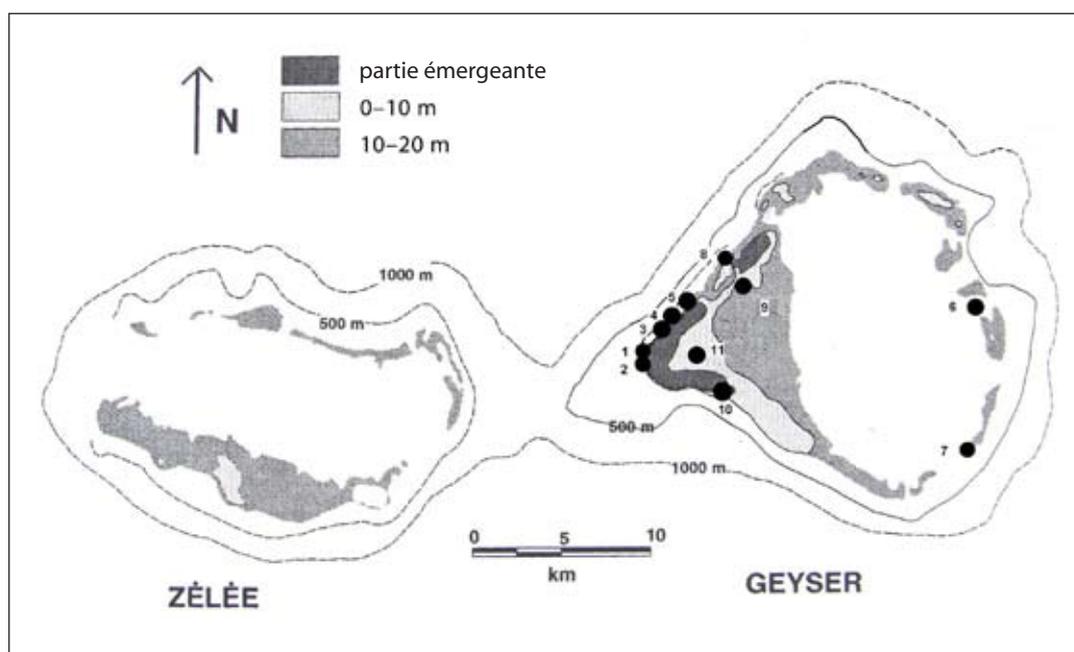


Figure 2. Localisation des 11 stations d'étude sur le banc de Geysier.

géomorphologiques différents ont été prospectés représentant 11 stations (figure 2 et tableau 1) : les pentes externes et internes de récifs périphériques sub émergents, la pente externe de récif périphérique immergé, les massifs coralliens et les fonds sédimentaires de terrasse.

Technique d'échantillonnage

L'échantillonnage a été effectué en plongée subaquatique entre 10 et 20 mètres de profondeurs. Au total, 9 plongeurs ont effectué 40 heures de plongée pour compter et photographier les différentes espèces. La surface totale prospectée estimée est de 28600 m² soit environ 0.015 % de la surface du banc. La surface de prospection estimée d'une station représente environ 2600 m² : 750 m² sur le transect "poissons" (500 m² sur le transect et 250 m² en dehors) et 1850 m² pour les points fixes "poissons". L'échantillonnage au niveau des 11 stations a consisté en une prospection

systématique de la surface du récif, des cavités, des blocs morts qui peuvent être retournés et du sédiment.

Résultats

La densité totale d'holothuries sur la surface prospectée est 18 individus 28600 m², soit environ 5 individus ha⁻¹. Nous avons observé 7 espèces d'holothuries représentées par 18 individus seulement. Le tableau 2 présente l'abondance relative et la fréquence des différentes espèces.

Thelenota ananas (fig. 3.C) avec une abondance relative de 39% et *Bohadschia subrubra* (fig. 3.E) de 28% sont les deux espèces les plus abondantes. Ces deux espèces sont également celles qui présentent les fréquences d'observation les plus élevées avec 54.5% et 36%. *Thelenota ananas* présente une densité moyenne de 2 individus ha⁻¹.

Tableau 2. Abondance relative* de chaque espèce d'holothuries sur 11 stations du banc de Geysier (surface totale prospectée 28600 m²) et fréquence d'observation** de chaque espèce.

Espèces	Abondance relative	Fréquence d'observation
<i>Thelenota ananas</i>	39,0%	54,5%
<i>Bohadschia subrubra</i>	28,0%	36,0%
<i>Actinopyga obesa</i>	11,0%	18,0%
<i>Actinopyga mauritiana</i>	5,5%	1,0%
<i>Bohadschia sp.</i>	5,5%	1,0%
<i>Holothuria nobilis</i>	5,5%	1,0%
<i>Holothuria sp.</i>	5,5%	1,0%

* nombre de spécimens d'une espèce/nombre total d'holothuries.

** nombre de stations dans lesquelles l'espèce a été observée/nombre total de stations

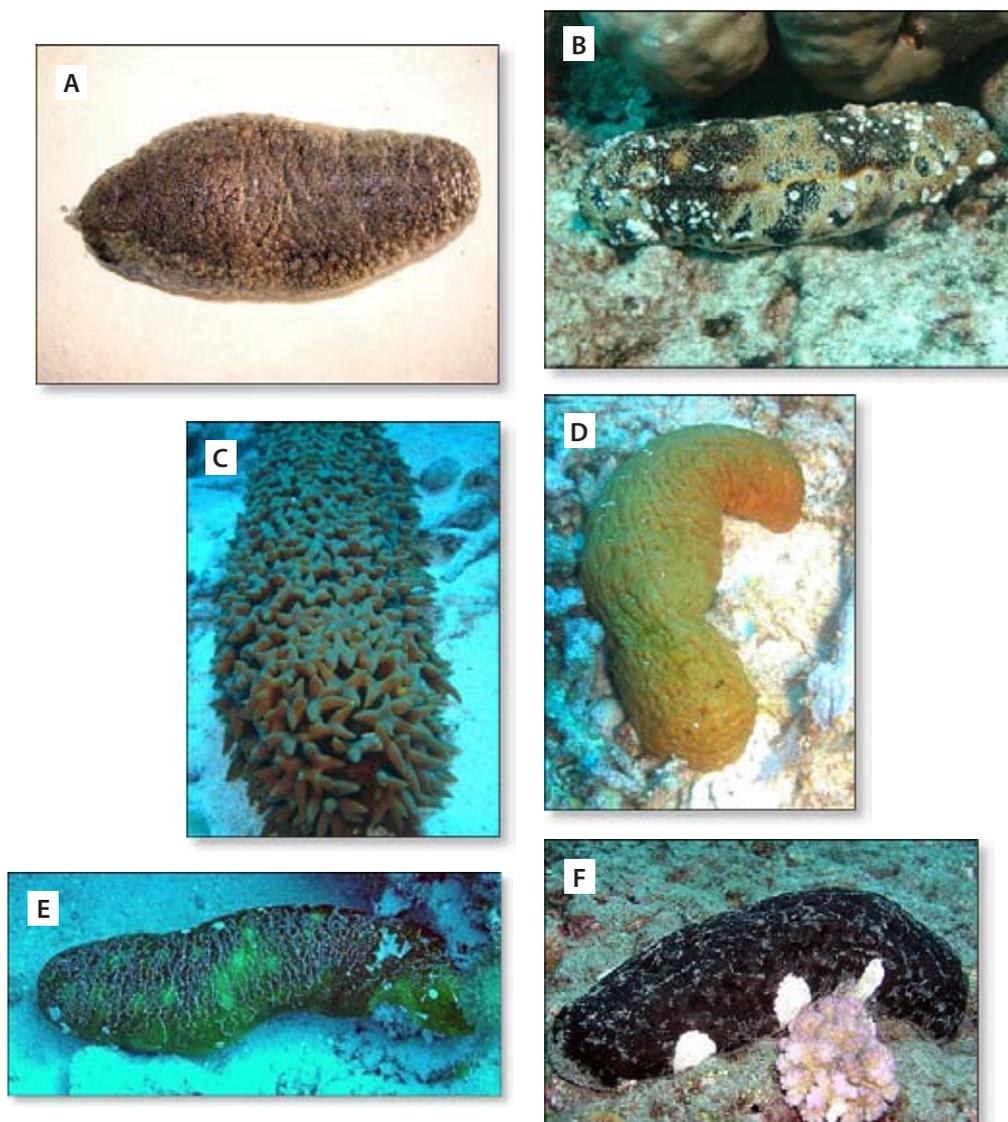


Figure 3. Quelques grandes espèces d'holothuries échantillonnées sur le banc de Geysier (Mayotte).

A: *Actinopyga mauritiana*; B: *Bohadschia subrubra*; C: *Thelenota ananas*;
D: *Actinopyga obesa*; E: *Bohadschia* sp.; F: *Holothuria nobilis*

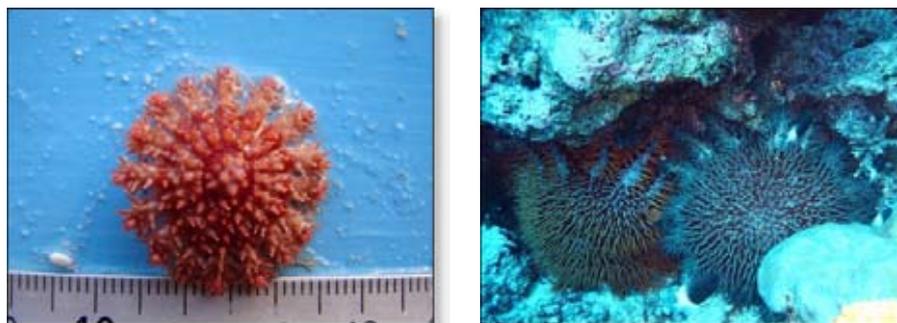


Figure 4. *Acanthaster planci* à la station 10 du banc de Geysier

Treize espèces d'Echinides ont été échantillonnées pour cette classe, représentées par 188 individus. Leur abondance relative et leur fréquence sont présentées dans le tableau 4.

Nous avons rencontré 3 espèces d'Astérides représentées par 3 *Fromia milleporella* aux stations 1, 7 et 8 ; 1 *Leiaster coriaceus* station 8 et une agrégation d'environ 20 individus 100 m² d'*Acanthaster planci* sur une surface estimée à 200 m² à la station 10 sur le plateau du récif périphérique immergé. La taille moyenne des *Acanthaster planci* est de 40 cm. Nous avons également trouvé un juvénile d'*Acanthaster* sur le même site (figure 4).

Enfin, 4 espèces d'Ophiurides et 3 espèces de Crinoïdes ont été observées.

Discussion

La diversité en holothuries, observée dans cette étude est très faible (7 espèces) comparée à celle des autres sites étudiés aux Comores (Samyn et al. 2005), à Mayotte (27 espèces; Conand et al. 2005) et à La Réunion (Conand et Mangion 2002). Aucune espèce notamment n'a été observée sur les platiers, lors d'un échantillonnage complémentaire qui s'est déroulé sur une surface d'environ 5000 m², ce qui laisserait supposer soit l'absence de biotope favorable, soit

plutôt des récoltes par des pêcheurs, car le Banc de Geysier pourrait être exploité sporadiquement ; en effet un bateau avec 5 plongeurs avait été vu en 2004.

La densité en holothuries sur la surface prospectée semble aussi très faible par rapport à certaines zones des autres îles de l'océan Indien. Les données se rapportent principalement à des platiers, comme les platiers des récifs frangeants de La Réunion où elle atteint souvent plusieurs individus par m² (Conand et Mangion 2003) et à Mayotte où les densités sont plus faibles. Cette rareté pourrait s'expliquer par l'absence de biotopes favorables, car la concentration en matière organique, nécessaire à l'alimentation des Holothurides, est faible, le banc de Geysier étant isolé des apports organiques littoraux.

Thelenota ananas, espèce d'intérêt commercial, considérée comme une espèce rare sur le platier externe du récif frangeant de Mayotte avec 4 individus ha⁻¹ (Pouget 2005), ne présente ici des densités que de 2 individus ha⁻¹.

Il est possible d'améliorer la méthode d'échantillonnage, permettant d'observer de petites espèces, mais ces espèces de grandes tailles ne passent pas inaperçues. Des plongées de nuit auraient également permis d'échantillonner d'autres espèces.

Tableau 4. Abondance relative de chaque espèce d'Echinides (nombre de spécimens d'une espèce/ nombre total d'oursins) sur 11 stations du bancs de Geysier (surface totale prospectée 28 600 m²) et fréquence d'observation de chaque espèce (nombre de stations dans lesquelles l'espèce a été observée/ nombre total de stations).

Espèces	Abondance relative	Fréquence d'observation
<i>Echinothrix calamaris</i>	1,5%	27%
<i>Echinothrix diadema</i>	1,0%	18%
<i>Diadema savignyi</i>	1,0%	1%
<i>Diadema setosum</i>	1,0%	1%
<i>Eucidaris metularia</i>	0,5%	1%
<i>Prionocidaris verticillata</i>	0,5%	1%
<i>Echinostrophus aciculatus</i>	36,0%	73%
<i>Chondrocidaris gigantea</i>	0,5%	1%
<i>Metalia</i> sp.	0,5%	1%
<i>Clypeaster</i> sp.	0,5%	1%
<i>Cassiduloida</i> ou <i>Spatangoida</i> sp 1	27,0%	1%
<i>Cassiduloida</i> ou <i>Spatangoida</i> sp 2	27,0%	1%
<i>Heterocentrus mammillatus</i>	3,0%	18%

Les peuplements des autres échinodermes observés lors de cette étude apparaissent également peu diversifiés et généralement peu abondants. L'absence d'*Acanthaster* dans la majorité des stations est intéressante, cependant une pullulation (Conand 2001) a été observée, ainsi qu'un juvénile à la station 10. À La Réunion les agrégations les plus importantes ne dépassaient pas 3-4 individus en moyenne par plongée de 30 minutes (Emeras et al. 2004). Il sera important de vérifier ultérieurement le devenir de la population d'*Acanthaster* de la station 10 et ses effets sur les coraux.

Remerciements

Nous remercions Mr R. Rolland et la DAF de Mayotte pour avoir permis la réalisation de cette mission.

Nous remercions les Prs M. Jangoux, C. De Ridder de l'Université Libre de Bruxelles et le Dr I. Eeckaut de l'Université de Mons-Hainaut pour leur aide dans la détermination des différentes classes d'échinodermes.

Bibliographie

- Conand C. 1999. Manuel de qualité des holothuries commerciales du Sud-Ouest de l'Océan Indien. Commission Océan Indien. 39 p.
- Conand C. 2001. *Acanthaster* - *Acanthaster planci*. Naturalistes, historiens et géographes de Mayotte, Bulletin 5:26-29.
- Conand C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilisation: an international overview. p. 13-23. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper n°463. 425 p.
- Conand C. et Mangion P. 2003. Les holothuries des récifs frangeants de La Réunion : diversité, distribution, abondance et structure des populations. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 17:27-33.
- Conand C., Dinhut V., Quod J.-P. et Rolland R. 2005. Éléments pour l'inventaire des holothuries de Mayotte, sud-ouest océan Indien. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 22:19-22.
- Emeras J., Falquet M-P and Conand C. 2004. *Acanthaster planci* on La Reunion Reefs (Western India Ocean). Reef Encounter 32:26-27.
- Pouget A. 2005. Abondance et distribution des holothuries présentes sur les platiers des récifs frangeants de Grande Terre à Mayotte (Océan Indien). La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 21:22-26.
- Samyn Y., VandenSpiegel D. et Massin C. 2005. Les holothuries de l'archipel des Comores. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 22:14-18.
- Vergonzanne G. 1977. Étude sur les mollusques et les échinodermes récifaux des îles Glorieuses. Thèse Océanographie Biologie, Université de Bretagne Occidentale. 159 p.

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



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

à mettre 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.

État de la ressource en holothuries à valeur marchande, capturées sur la côte septentrionale de la mer Rouge égyptienne

M.I. Ahmed¹ et A.J. Lawrence¹

Résumé

Suite à une étude préliminaire qui avait permis d'observer que les stocks d'holothuries à valeur marchande, de la mer Rouge égyptienne, avaient été fortement surexploités du fait du développement d'une pêche commerciale, la présente étude visait à réévaluer la situation de certains des sites qui avaient fait l'objet de la première étude afin de déterminer s'il existait un indice quelconque de la reconstitution des stocks après l'interdiction de la pêche décrétée en 2003 par le Gouvernorat de la Mer Rouge ainsi que d'autres autorités. Comme lors de l'étude préliminaire, la méthode des transects en bandes a été appliquée pour évaluer quatre sites choisis en fonction de leur accessibilité, des niveaux initiaux des stocks et de leur degré d'exploitation. Six autres sites ont fait l'objet d'opérations de comptage visuel afin de déterminer la présence ou l'absence d'espèces présentant un intérêt commercial. D'après les observations réalisées lors de la présente étude, quatre ans après l'application de l'interdiction de la pêche, il apparaît que certaines espèces commerciales retournent sur certains des sites, mais on n'observe aucun indice de reconstitution des stocks.

Introduction

La pêche de l'holothurie est caractérisée par des cycles en dents de scie, expansion-récession, avec une surexploitation biologique qui survient souvent avant une surexploitation économique (Preston 1993; Conand 1997). La surexploitation est un phénomène mondial (Conand 2001), et le repeuplement de populations en voie d'extinction est lent et sporadique (Kinch 2002). Dans le détroit de Torres, par exemple, la ressource en *H. scabra* ne s'est pas reconstituée suite à l'extrême appauvrissement enregistré en 1996, et ce, bien que la pêche soit fermée depuis 1998 (Skewes et al. 2000).

Après l'épuisement de la ressource dans d'autres régions du monde (Kinch 2002; Lovatelli et al. 2004), une activité de pêche artisanale d'holothuries a débuté en Égypte en 1998 dans la partie méridionale de la côte de la mer Rouge. Dès l'an 2000, la pêche de l'holothurie en Égypte s'est fortement intensifiée en raison de la forte demande de ce produit et des prix d'achat élevés (Lawrence et al. 2004).

En Égypte, deux méthodes ont été utilisées pour capturer les holothuries. Dans le sud, l'holothurie a été pêchée au chalut d'espèces benthiques. Considérée dans un premier temps comme une prise accessoire, elle a été par la suite expressément ciblée et soumise à une forte activité de chalutage. Dans la partie centrale de la mer Rouge située en territoire égyptien et dans le golfe d'Aqaba, elle a été pêchée par des plongeurs équipés de scaphandres autonomes. Certaines espèces ont aussi été ramassées à la main à marée basse sur les platiers (Lawrence et al. 2004).

En avril 2000, le Gouvernorat de la mer Rouge a interdit la pêche de l'holothurie dans la zone côtière relevant de sa juridiction. Toutefois, le Gouvernorat de Suez voisin a maintenu la pêche ouverte, ce qui a entraîné la poursuite

de l'appauvrissement des stocks de la mer Rouge dans son ensemble et a compliqué encore davantage l'application de la réglementation des zones côtières relevant du Gouvernorat de la Mer Rouge (Lawrence et al. 2004). En outre, cette interdiction a donné lieu à l'expansion d'une importante pêche illégale dans la région soumise à la juridiction du Gouvernorat de la Mer Rouge. Cette exploitation illégale s'est poursuivie sans répit du fait du faible niveau d'activités de patrouilles (et de la difficulté d'appliquer des mesures de contrôle dans une région aussi vaste) et des tensions entre le *Egyptian Environmental Affair Agency* (organisme chargé des questions environnementales – EEAA), désireux de limiter les activités de pêche, et le *Ministry of Agriculture, Department of Fisheries* (service des pêches du Ministère de l'agriculture) dont l'objectif était d'exploiter au maximum la ressource (Ahmed 2006).

Malgré les efforts déployés par l'EEAA et d'autres organismes voués à la protection de l'environnement pour maintenir l'interdiction, la pêche de l'holothurie a été ouverte à nouveau en 2002 et des licences ont été délivrées : 52 licences de bateaux et 100 licences de pêcheurs. En raison de l'appauvrissement persistant des stocks d'holothuries présentant un intérêt commercial, une réunion à laquelle ont participé des représentants de l'EEAA, du Ministère de l'agriculture et du Gouvernorat de la mer Rouge, s'est tenue en mars 2003. Cette réunion a abouti à la décision de mettre en oeuvre une deuxième interdiction qui est entrée en vigueur en décembre 2003. Dans le cas présent, toutefois, l'interdiction a été appliquée à l'ensemble du territoire égyptien et a été appuyée par tous les organismes compétents (Ahmed 2006).

Depuis l'étude préliminaire réalisée par Lawrence et al. (2004) et l'entrée en vigueur de l'interdiction de la pêche en 2003, aucune mesure de suivi des stocks d'holothuries n'a été mise en oeuvre afin de déterminer s'il y avait eu une

1. Department of Biological Sciences, University of Hull, Hull HU6 7RX, Royaume-Uni.

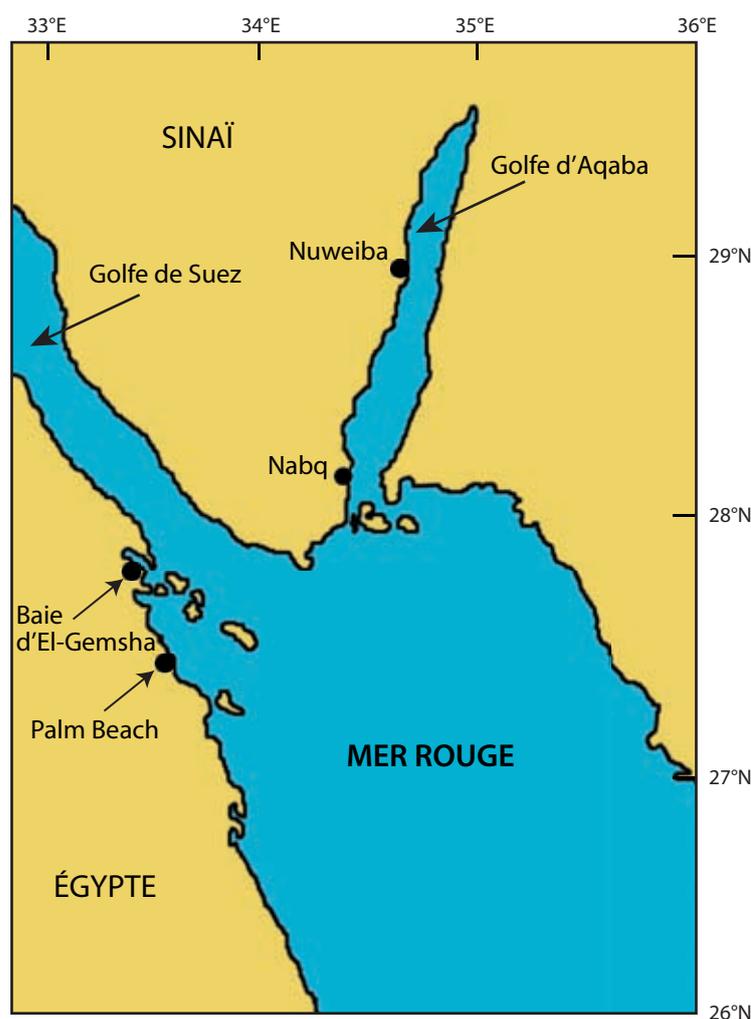


Figure 1. Les quatre sites retenus aux fins d'une ré-évaluation des stocks d'holothuries présentant un intérêt commercial, le long de la côte de la mer Rouge et du golfe d'Aqaba.

reconstitution, notamment des stocks des espèces ayant une valeur marchande. L'objectif de cette étude de portée restreinte a donc été de réévaluer l'état de certains des sites étudiés dans le cadre de l'évaluation préliminaire afin de déterminer si les stocks initiaux s'étaient reconstitués depuis l'entrée en vigueur de l'interdiction en 2003.

Matériels et méthodes

Quatre sites ont été retenus pour cette nouvelle étude axée sur la recherche d'indices de la reconstitution du stock d'holothuries. Deux d'entre eux se trouvaient dans le golfe d'Aqaba (la zone protégée de Nabq et Nuweiba) et deux autres (la baie d'El-Gemsha et Palm Beach), se situaient sur la côte de la mer Rouge (fig. 1). Ils étaient caractérisés par une densité relativement forte de certaines espèces d'holothuries à valeur marchande en 2002, et, ensuite, par une surexploitation.

Une méthode de transects à bandes — décrite dans l'étude préliminaire par Lawrence et al. 2004 — a été réutilisée dans la présente étude afin de déterminer la composition, la densité et l'abondance des holothuries sur chacun des sites. Une ligne de 50 m a été tracée parallèlement au riva-

ge à des profondeurs variant entre 5 et 10 mètres, 10 et 20 mètres, et 20 et 30 mètres. Toutes les espèces présentes à l'intérieur du transect à bandes de 50 m ont été comptées et recensées chaque fois que cela a été possible.

En outre, une nouvelle évaluation a été réalisée sur six autres sites pour y recueillir des échantillons destinés à une étude distincte. Ces six sites se trouvaient sur les îles situées au large d'Hurghada sur la côte égyptienne de la mer Rouge, au sud de Palm Beach. S'il est vrai qu'aucune donnée quantitative n'y a été recueillie, néanmoins des notes ont été prises sur les espèces d'holothuries découvertes et des comparaisons ont été établies avec celles qui avaient été observées lors de la réalisation de l'étude préliminaire.

Les données rassemblées au cours de la présente étude sont comparées avec celles qui l'ont été sur chacun des sites lors de la conduite de l'étude préliminaire.

Résultats

Les résultats de la présente étude indiquent que sur les quatre sites qui ont fait l'objet d'une étude empirique,

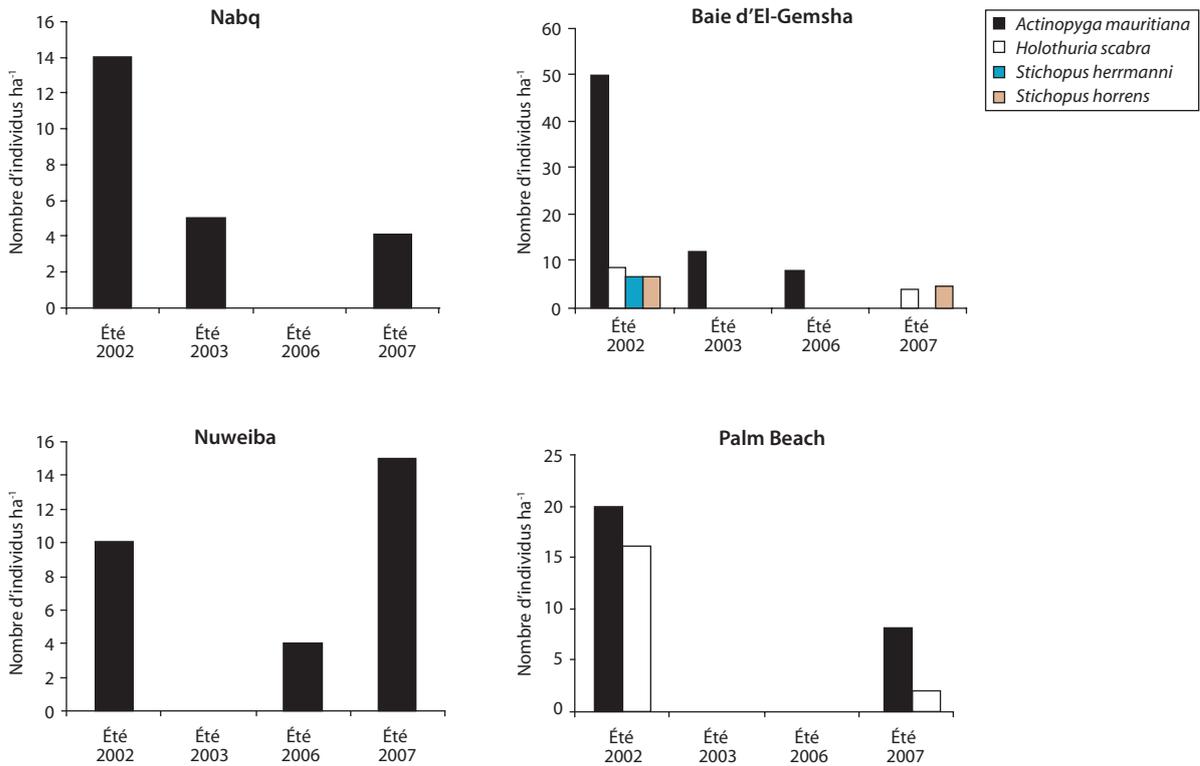


Figure 2. Densité (c'est-à-dire nombre d'individus par hectare) d'espèces d'holothuries présentant un intérêt commercial, découvertes sur quatre sites le long de la côte égyptienne de la mer Rouge.

le repeuplement des espèces à valeur marchande a été limité (Fig. 2). À Nabq, dans le golfe d'Aqaba, *A. mauritiana* est toujours la seule espèce présente. Le nombre d'individus de cette espèce est passé de 14 ha⁻¹ en 2002 à 0 en 2006. Des spécimens ont à nouveau été découverts en 2007, mais leur densité n'était que de 3 ha⁻¹. À ce stade, il n'est pas donc pas possible de confirmer que *A. mauritiana* donne véritablement des signes de repeuplement par rapport à l'état de la ressource en 2002. Cependant, à Nuweiba, il se peut qu'un repeuplement de *A. mauritiana* ait lieu. Le nombre d'individus est passé de 10 ha⁻¹ en 2002 à 0 en 2003, mais il semble que dès 2007 le nombre d'individus de cette espèce ait retrouvé les chiffres de 2002. Toutefois, aucune autre espèce à valeur marchande n'a été découverte sur le site.

Des résultats mitigés ont également été enregistrés sur les sites de la côte de la mer Rouge. À El-Gemsha Bay, il semble qu'il n'y ait pas eu de repeuplement de *A. mauritiana*. Cependant, *S. hermanni* et *S. horrens*, qui avaient apparemment disparu de la région vers 2003, semblent être retournés sur le site en 2007. Une tendance analogue s'est dessinée à Palm Beach où *A. mauritiana* et *H. scabra* ont, semble-t-il, disparu de ce site pour y avoir été surexploitées dès 2003, mais des spécimens y sont retournés en 2007 bien que leur nombre soit bien inférieur à celui de 2002.

Étant donné la portée limitée des données en provenance des quatre sites, seul celui d'El-Gemsha Bay a fait appa-

raître une différence significative du nombre d'espèces commercialement intéressantes présentes d'une année sur l'autre (chi-carré = 21.88, $P < 0.05$). Cette situation est très probablement due au déclin et au retour ultérieur de *S. hermanni* et de *S. horrens* entre 2002 et 2007. En outre, *A. mauritiana* a été la seule espèce dont le nombre de spécimens est nettement différent selon les années et selon les sites (chi-carré = 43.35, $P < 0.001$).

S'il est vrai que certaines espèces sont à nouveau présentes sur certains sites, leur densité reste faible et, dans l'ensemble, les indices d'un repeuplement sont loin d'être probants. Les densités signalées sur les quatre sites sont inférieures à celles déclarées pour l'ensemble de l'Égypte en 2002 (tableau 1).

S'agissant des six sites supplémentaires qui ont fait l'objet d'un comptage visuel, là encore, les observations ont été mitigées. Elles indiquent que *H. atra* est retournée à Fana-dier et que *H. nobilis* est retournée au Petit Magawish. Il a été également observé que *A. mauritiana* est retournée à Ben-Elgebal et à Big Giftun, mais qu'elle semble avoir disparu de Small Giftun (tableau 2).

Discussion

Lawrence et al. (2004) ont constaté que la ressource en holothuries d'Égypte a suivi une tendance analogue à celle qui s'est dessinée dans d'autres régions, à savoir, une période de prospérité de la ressource suivie d'un effondre-

ment de la plupart des stocks. En Égypte, tous les sites ont été exploités. Cependant, la comparaison entre ceux qui bénéficient d'une certaine protection tels que celui d'El-Gemsha Bay, et ceux qui ont été fortement exploités, a fait apparaître une différence substantielle, à savoir que les espèces dont la valeur commerciale était la plus intéressante, étaient complètement absentes des sites fortement exploités (Lawrence et al. 2004).

Sur la base de la présente étude, l'entrée en vigueur d'une interdiction de la pêche à la fin de 2003 semble avoir eu des effets positifs, quoique limités, sur la ressource. Toutefois, une comparaison entre les densités des espèces observées dans la présente étude et celles relevées en 2002 (et certaines de celles qui ont été publiées dans la région Indo Pa-

cifique) indique que s'il est vrai que certaines espèces sont retournées sur certains sites, leurs populations n'ont pas retrouvé les niveaux signalés antérieurement ou n'ont pas atteint les niveaux les plus élevés notifiés ailleurs (Shelley 1981; Preston 1993; Lawrence et al. 2004). Cela étant, ces densités de population restent supérieures à celles enregistrées dans le détroit de Torres, sur la Grande barrière de corail australienne ou sur le récif Warrior (Long et al. 1996; Skewes et al. 2000; Uthicke et Benzie 2001; Kinch 2002).

À la lumière des faits observés dans cette étude, il apparaît qu'il y a peut-être eu une légère reconstitution de certains stocks commerciaux sur certains sites, mais qu'il n'y a pas eu véritablement de reconstitution générale des stocks d'holothuries.

Tableau 1. Densité (nombre d'individus par hectare) des holothuries présentant un intérêt commercial, en Égypte

Espèces	Nord de la mer Rouge (Golfe d'Aqaba)		Côte égyptienne de la mer Rouge	
	Étude précédente	Présente étude	Étude précédente	Présente étude
<i>Holothuria scabra</i>	0,0	0,0	158,0	2,0
<i>Stichopus herrmanni</i>	28,0	0,0	46,0	5,0
<i>Stichopus horrens</i>	4,0	0,0	19,6	4,0
<i>Actinopyga mauritiana</i>	70,0	14,0	204,0	15,0
<i>Holothuria atra</i>	950,0	285,2	1002,4	394,3

Tableau 2 Présence d'espèces d'holothuries ayant un intérêt commercial sur six sites implantés dans les îles situées au large de la côte d'Hurghada, en 2002 et en 2007.

Sites	<i>H. atra</i>		<i>A. mauritiana</i>		<i>P. graeffei</i>		<i>H. nobilis</i>	
	2002	2007	2002	2007	2002	2007	2002	2007
Ben-Elgebal	P	P	A	P	A	A	A	A
Small Magawish	P	P	P	A	P	P	A	P
Big Magawish	P	P	A	P	A	A	A	A
Big Giftun	P	P	P	P	A	A	A	A
El-Ghona	P	P	P	P	A	A	A	A
Fanadier	A	P	P	P	A	A	A	A

P = présence, A = absence

Remerciements

Cette étude fait partie intégrante d'un vaste projet de suivi qui a bénéficié du concours de l'Initiative Darwin (consacrée à la survie des espèces – référence du projet : EIDPO8/10-027). Nous tenons à remercier M. Mohamed Yosri pour sa contribution et l'EEAA pour son soutien logistique.

Bibliographie

- Ahmed M.I. 2006. Taxonomic and fishery stock status of sea cucumber in the Egyptian Red Sea. MPhil Thesis, University of Hull.
- Conand C. 1997. Are holothurian fisheries for export sustainable? International Congress on Reefs, Panama, 2:2021–2026.
- Conand C. 2001. Éditorial. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 13:1–2.
- Kinch J. 2002. The beche-de-mer fishery in the Milne Bay Province of Papua New Guinea. A report to the National Fisheries Authority, Port Moresby, PNG & CSIRO, Queensland, Australia.
- Lawrence A.J., Ahmed M., Hanafy M., Gabr H., Ibrahim A. and Gab-Alla A. 2004. Status of the sea cucumber fishery in the Red Sea – The Egyptian experience. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 463. Rome, FAO. 2004. 457 p.
- Long B.G., Skewes T.D., Dennis D.M., Poiner I.R., Pitcher C.R., Taranto T., Manson F., Polon F., Karre B., Evans C. and Milton D. 1996. Distribution and abundance of beche-de-mer on Torres Strait reefs. CSIRO Division of Fisheries Final Report, March 1996. 99 p.
- Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). 2004. Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 463. Rome, FAO. 2004. 457p
- Preston G.L. 1993. Beche-de-mer. p. 371–407. In: Wright A. and Hill L. (eds). Nearshore marine resources of the Southern Pacific: Information for fisheries development and management. Institute of Pacific Studies, Fiji; Forum Fisheries Agency, Solomon Islands; International Centre for Ocean Development, Canada.
- Shelly C. 1981. Aspects of the distribution, reproduction, growth and 'fishery' potential of holothurians (beche-de-mer) in the Papuan coastal lagoon. Msc. University of Papua New Guinea 165 p.
- Skewes, T.D., Dennis D.M., and Burridge. 2000. Survey of *Holothuria scabra* (sandfish) on Warrior Reef, Torres Strait, January 2000, CSIRO Division of Marine Research.
- Uthicke S. and Benzie J.A.H. 2001. Allozyme electrophoresis indicates high gene flow between populations of *Holothuria (Microthele) nobilis* (Holothuroidea:Aspidochirotida) on the Great Barrier Reef. Marine Biology 137(5–6):819–825.

La pêche de l'holothurie aux Seychelles : données sur les produits transformés et sur d'autres paramètres

Riaz Aumeeruddy¹ et Chantal Conand²

Résumé

La pêche de l'holothurie aux Seychelles connaît depuis peu un développement rapide. Pour mettre en oeuvre un plan de gestion de cette pêche, il y a lieu d'obtenir davantage de données sur les produits capturés, leur transformation et les aspects socioéconomiques généraux. Dans cet article, nous présentons de nouvelles données sur les produits de l'holothurie dérivés des cinq principales espèces exploitées. Ces données seront également utiles pour décrire les caractéristiques des espèces et pour déterminer les catégories mises en vente sur le marché. Les données obtenues récemment sur les prises, l'effort et les prises par unité d'effort sont également présentées et analysées par les auteurs de cet article.

Introduction

Suite à l'expansion récente de la pêche de l'holothurie dans l'Océan indien, un projet régional de contribution des sciences de la mer à la gestion (*Marine Science for Management* - MASMA), financé par l'Association des sciences de la mer de l'océan Indien occidental (WIOMSA) a été mis sur pied en collaboration avec cinq pays (le Kenya, La Réunion, Madagascar, les Seychelles et la Tanzanie). Les principaux objectifs de la composante relative aux aspects biologiques et socioéconomiques du projet ont été présentés par Conand et al. (2006)

Il est fait état d'exportation d'holothuries des Seychelles dès la fin du dix-neuvième siècle (Aumeeruddy, dans Conand et Muthiga, en cours de publication). Toutefois, les quantités pêchées étaient assez faibles et ce n'est qu'à la fin des années 1990, que la pêche a enregistré un développement rapide. Les principales raisons de cette expansion ont été la forte demande d'holothuries sur le marché international et les prix plus élevés proposés pour ce produit (Aumeeruddy et Payet 2004). L'exploitation de cette ressource est passée du stade où les pêcheurs ramassaient des holothuries en marchant, à une pêche plus sophistiquée où des plongeurs équipés de bouteilles réalisent le plus gros des prises. Cette évolution s'explique par le fait que les stocks d'holothuries les plus intéressantes sur le plan commercial ont été surexploités dans les zones côtières peu profondes, et par le fait que les pêcheurs doivent désormais se tourner vers des lieux de pêche plus profonds (c'est-à-dire jusqu'à des profondeurs de 40 m). De nombreux pêcheurs ne prennent part à cette activité que depuis les huit dernières années. Le service des pêches des Seychelles (SFA) a mis en oeuvre quelques mesures de gestion en 1999 en réponse à l'appauvrissement local de certaines espèces. Au nombre de ces mesures, il y a lieu de citer l'adoption d'un système d'octroi de licences pour la pêche et la transformation d'holothuries, d'un contingentement du nombre de licences de pêche allouées chaque année, et d'une limitation à quatre du nombre de plongeurs pour chaque

licence de pêche. Avant l'intérêt récemment suscité par cette pêche, rares étaient les informations disponibles sur les holothuries provenant des Seychelles.

En mai 2007, dans le cadre du projet MASMA, une mission a été organisée par la SFA à Mahé (Seychelles) pour deux des scientifiques chargés du projet. Les principaux objectifs étaient de recueillir des données sur les produits transformés et d'analyser l'organisation socioéconomique de cette pêche grâce à des entretiens avec les principaux intervenants. L'information concernant les aspects socioéconomiques servira à un stade ultérieur à élaborer une approche régionale de la gestion de la pêche des holothuries dans l'océan Indien occidental. Les aspects socioéconomiques de la pêche aux Seychelles seront également abordés dans un autre article de cette publication. D'autres renseignements sur cette pêche figurent dans le présent article.

Matériel et méthodes

Des entretiens ont eu lieu et les produits ont été mesurés dans les principaux ateliers de transformation, en mai 2007.

Les principales espèces ciblées par les pêcheurs ont été recensées. L'aspect des holothuries — tout d'abord "dans du sel" (c'est-à-dire des holothuries éviscérées conservées dans du sel) lorsqu'elles sont ramenées à terre, puis transformées et séchées — a été observé et des photos ont été prises (figure 1).

La répartition par taille et par poids des holothuries transformées a été calculée sur un important échantillon. Les corrélations entre la longueur et le poids séché ont été calculées pour les principales espèces.

D'autres données qui ont été recueillies par la SFA, ont aussi été obtenues et analysées. L'effort de pêche est exprimé en nombre de plongées; les prises, en nombre

1. Seychelles Fishing Authority (l'agence des pêches des Seychelles), Seychelles. Courriel : raumeeruddy@sfa.sc
2. Université de la Réunion, France. Courriel : conand@univ-reunion.fr

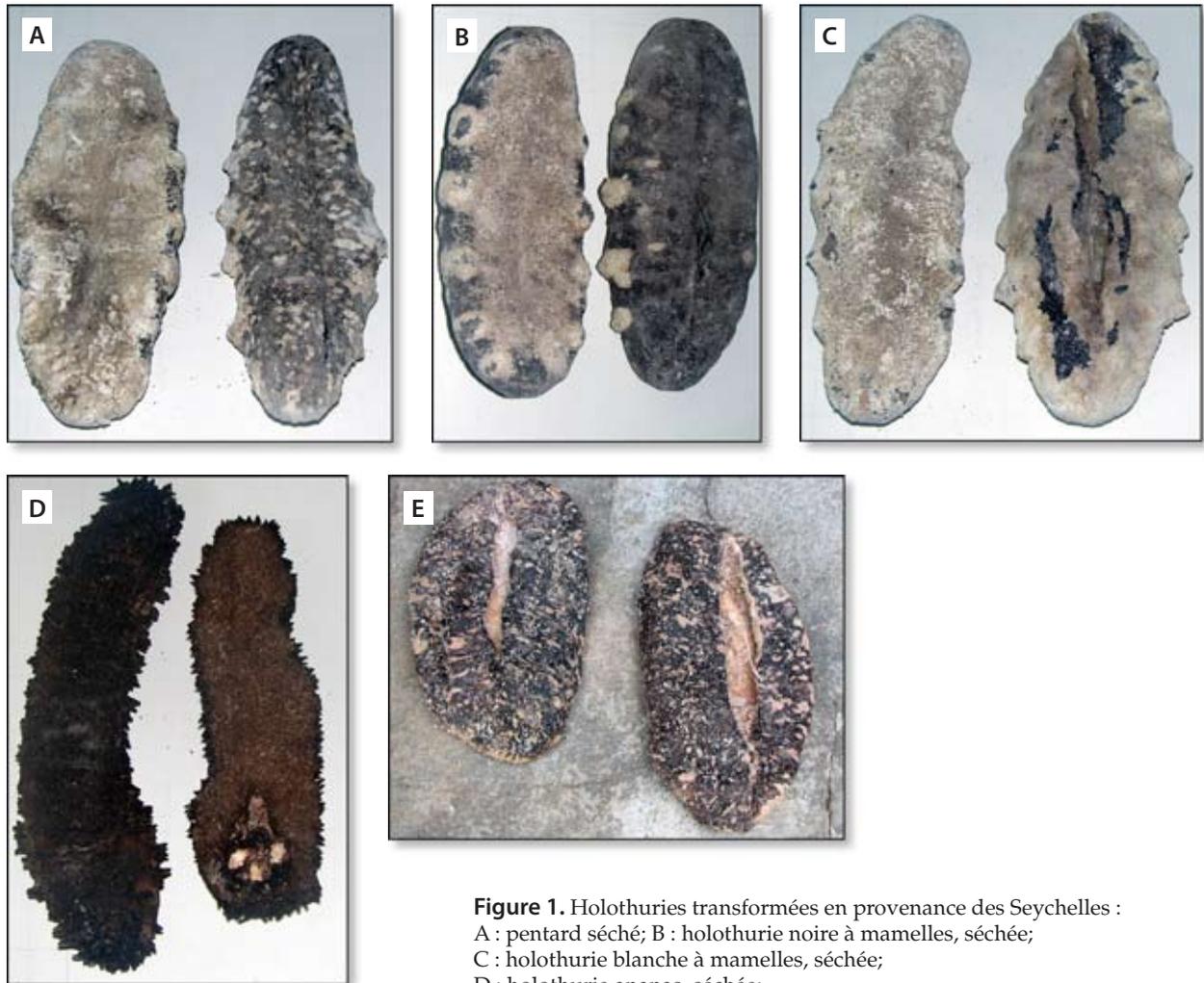


Figure 1. Holothuries transformées en provenance des Seychelles :
 A : pentard séché; B : holothurie noire à mamelles, séchée;
 C : holothurie blanche à mamelles, séchée;
 D : holothurie ananas, séchée;
 E : pentard séché

de spécimens par espèce; et les prises par unité d'effort (PUE), en nombre d'holothuries de chaque espèce, capturées par plongée.

Résultats

Paramètres des principales espèces

L'holothurie noire à mamelles *H. nobilis*, l'holothurie blanche à mamelles *H. fuscogilva*, l'holothurie ananas *T. ananas*, et l'holothurie à mamelles, qui n'a pas encore été décrite et qui est appelée localement "pentard", étaient les espèces les plus communes (figure 1). L'holothurie noire, *Actinopyga miliaris*, était aussi relativement abondante. Le lecteur trouvera des renseignements complémentaires sur les espèces capturées dans Aumeeruddy (en cours de publication), Aumeeruddy et al. (2005) et Aumeeruddy et Payet (2004).

Le tableau 1 présente la taille et le poids moyens des produits ainsi que la réduction de leur taille et de leur poids lors de la transformation.

Le "pentard" est l'espèce la plus ciblée et la plus achetée par les deux principaux ateliers de transformation. Les

tailles sont assez proches dans les deux ateliers et correspondent aux spécimens séchés de grande taille (166 g de poids moyen, soit approximativement 6 spécimens par kg). Il s'agit là de produits de la catégorie A, la plus chère du marché. Les produits vendus dans du sel sont de plus grande taille que les produits transformés; la perte de poids et la réduction de la longueur qui existe entre les produits salés et séchés sont calculés (tableau 1C). Le produit séché ne représente que 43 % de la longueur et 29 % du poids pour l'holothurie ananas; 53 % et 42 % respectivement pour l'holothurie noire à mamelles; et environ 63 % et 33 % respectivement pour l'holothurie blanche à mamelles et le pentard.

La figure 2 montre les fréquences de répartition par taille et par poids (et les paramètres statistiques) pour les différentes espèces. Ces paramètres seront utiles pour le suivi de la pêche car ils représentent les valeurs minimales et maximales ainsi que le mode de calcul. Si une baisse de ces valeurs est observée lors des années suivantes, de nouvelles mesures de gestion s'imposeront.

Enfin, les corrélations entre la longueur et le poids ont été calculées à partir de ces exemples (figure 3). Les coefficients de régression sont extrêmement significatifs pour

Tableau 1. Paramètres moyens des holothuries provenant de la pêche de la Seychelles, mai 2007

A. Produits séchés			
espèce	nom commercial	longueur moyenne (cm)	poids moyen (g)
<i>Holothuria</i> "pentard" (1)	flower teatfish	17,4	167,7
<i>Holothuria</i> "pentard" (2)	"	16,8	165,3
<i>Holothuria fuscogilva</i>	white teatfish	18,9	219,5
<i>Holothuria nobilis</i>	black teatfish	14,3	163,1
<i>Thelenota ananas</i>	prickly redfish	17,8	132,0
<i>Actinopyga miliaris</i>	blackfish	12,2	51,6

B. Produits vendus dans du sel			
espèce	nom commercial	longueur moyenne (cm)	poids moyen (g)
<i>Holothuria</i> "pentard" (1)	flower teatfish	27,5	655,2
<i>Holothuria</i> "pentard" (2)	"	28,2	482,3
<i>Holothuria fuscogilva</i>	white teatfish	29,5	610,0
<i>Holothuria nobilis</i>	black teatfish	27,0	390,0
<i>Thelenota ananas</i>	prickly redfish	41,0	458,0

C. Réduction de la longueur et du poids			
espèce	nom commercial	% longueur séché/salé	% poids séché/salé
<i>Holothuria</i> "pentard" (1)	flower teatfish	63	26
<i>Holothuria</i> "pentard" (2)	"	60	34
<i>Holothuria fuscogilva</i>	white teatfish	64	36
<i>Holothuria nobilis</i>	black teatfish	53	42
<i>Thelenota ananas</i>	prickly redfish	43	29

(1): Atelier 1; (2): Atelier 2.

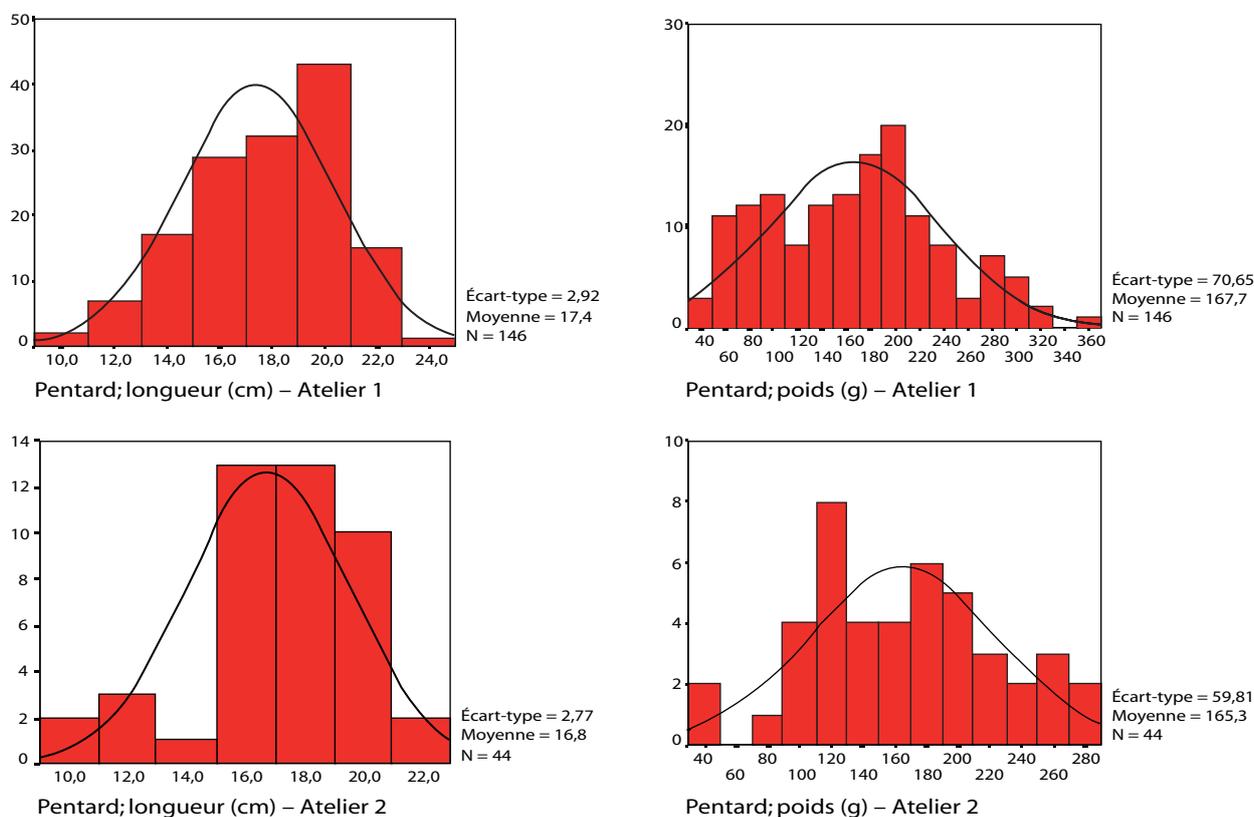


Figure 2. Fréquences de répartition (poids et longueur) de l'holothurie séchée pour les principales espèces capturées aux Seychelles.

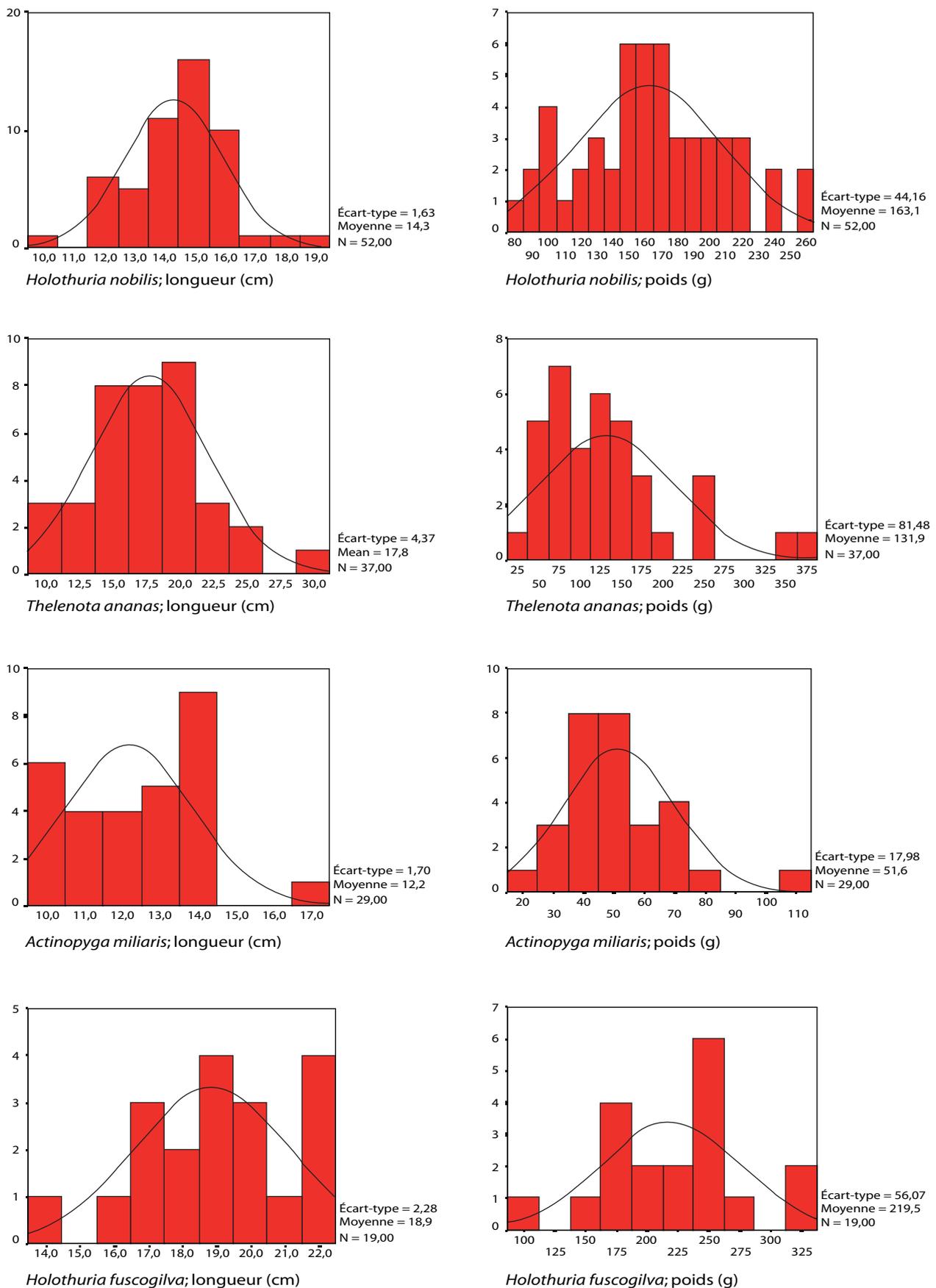


Figure 2 (suite). Fréquences de répartition (poids et longueur) de l'holothurie séchée pour les principales espèces capturées aux Seychelles.

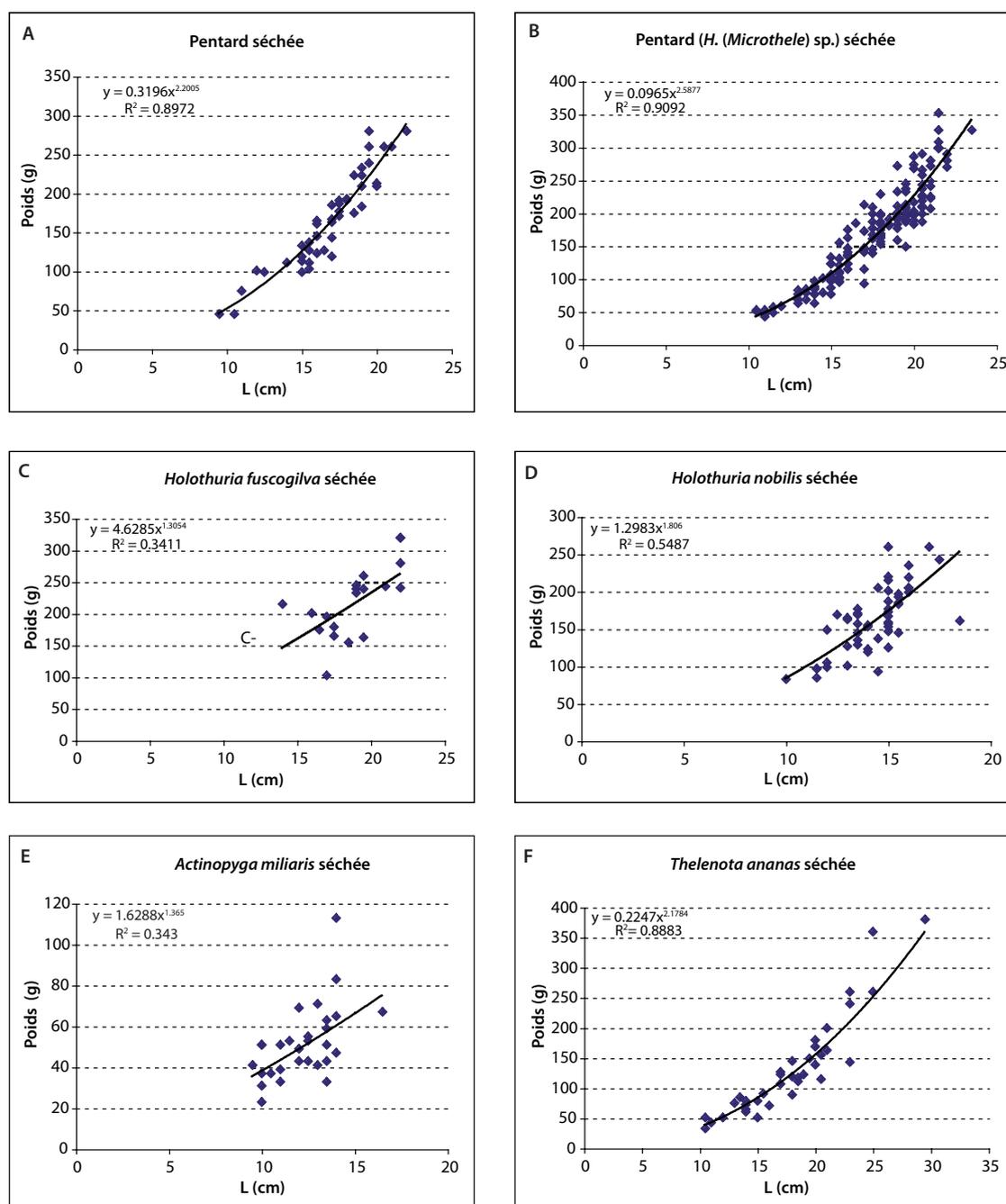


Figure 3. Relations et corrélations (longueur-poids) de l'holothurie séchée pour les principales espèces capturées aux Seychelles.

le pentard, *H. nobilis* et *T. ananas*. D'autres données sont encore nécessaires pour *Actinopyga miliaris* car l'échantillon mesuré était peu important.

Données récentes sur la pêche

L'effort total pour les années 2001–2006 correspond au nombre de plongées, et les prises de chaque espèce au nombre de spécimens (tableau 2). L'effort a considérablement augmenté au cours de cette période. Le pentard est de loin l'espèce dominante, mais la catégorie "Autres espèces" est aussi importante.

La figure 4 présente les variations mensuelles de l'effort pour les années 2004–2006. La pêche s'est développée au cours de ces années mais la saison de pêche est la même puisqu'elle intervient d'octobre à mai, en rapport avec les conditions climatiques.

La PUE a été calculée à partir des données présentées dans le tableau 2. Les résultats (tableau 3) font apparaître un déclin régulier pour toutes les espèces à l'exception du pentard. Ce résultat est très important pour la pêche, et les mesures de gestion doivent être respectées car la plupart des espèces semblent être surexploitées.

Discussion et conclusion

Les espèces d'holothuries étaient présentes sous deux formes dans les ateliers de transformation en mai 2007: "dans du sel" comme ils étaient achetés aux pêcheurs, et séchés après transformation. La transformation était réalisée très minutieusement, en suivant les méthodes ordinaires (CPS 1984).

La répartition par fréquence de taille et de poids des produits donne des indications sur les valeurs moyennes des produits séchés pour chaque espèce et, par conséquent, sur leur catégorie sur le marché international. Ce paramètre est aussi important pour le suivi futur de la ressource car il permettra d'évaluer l'état du stock et les aspects socioéconomiques liés à la pêche. La perte de longueur et de poids au cours de la transformation est calculée dans ce cas à partir du produit «dans du sel»; cette information a été antérieurement obtenue à partir du poids frais (voir Conand 1979 pour la Nouvelle-Calédonie), les animaux n'étant pas placés dans du sel parce que les pêcheurs ne sortaient que pour la journée et ramenaient à terre les animaux en vie.

Les statistiques sur l'effort de pêche et les taux de prise sont extrêmement importantes. Il est recommandé aux inspecteurs de la SFA qui recueillent ces données de suivre une formation à la taxonomie des espèces commerciales. Avec l'augmentation des prises dans la catégorie «autres espèces», il y a lieu de déceler des évolutions dans la pêcherie qui peuvent aboutir à une surexploitation. Certaines espèces importantes qui sont

actuellement classées dans la catégorie "autres espèces" devraient être répertoriées en fonction du niveau de l'espèce afin qu'il soit possible de déterminer les tendances de leur exploitation.

En conclusion, il y a lieu de contrôler l'effort de pêche et d'en assurer un suivi minutieux. Un certain nombre de recommandations ont été proposées pour préserver la viabilité à terme de la pêche, comme suit (elles sont extraites d'Aumeeruddy, en cours de publication) :

- 1) Maîtriser l'effort de pêche afin que les prises ne dépassent pas les prises totales autorisées (PTA). Des mesures de gestion devraient être mises au point afin de contenir l'effort sur les espèces à valeur marchande plus élevée et de le répartir sur des espèces à valeur marchande moins élevée.
- 2) Maîtriser l'effort de pêche dans les zones situées à proximité des îles principales du plateau de Mahé pour ce qui est des espèces à valeur commerciale élevée afin d'atténuer l'appauvrissement de ces espèces à l'échelon local.
- 3) Continuer de protéger toutes les populations d'holothuries dans les zones décrétées parcs marins.
- 4) Fixer, mettre en oeuvre des tailles minimales pour toutes les espèces capturées et en informer les pêcheurs. Ces tailles minimales devraient être conçues afin de protéger les spécimens jusqu'à ce qu'ils aient pondu une fois.
- 5) Assurer un suivi des prises et de l'effort de pêche à partir des données figurant dans les journaux de pêche et dans les rapports des ateliers de transformation, ré-

Tableau 2. Données relatives à l'effort (nombre total de plongées) et aux prises (nombre de spécimens) pour la pêcherie des Seychelles (2001–2006).

Année	Nbre de plongées	<i>Holothuria nobilis</i>	<i>Holothuria scabra</i>	<i>Holothuria fuscogilva</i>	<i>Thelenota ananas</i>	Pentard	Autres espèces	Total des prises
2001	576	4117	114	16758	2802	2784	3427	30002
2002	1349	6411	708	40555	6302	9875	40173	104024
2003	2559	8243	33	25510	15579	47810	69482	166657
2004	5154	9388	622	41141	12249	59331	52181	174912
2005	7609	11600	100	45928	17187	83798	98032	256645
2006	9340	9821	1753	36817	13375	151459	94127	307352

Tableau 3. PUE (nombre de spécimens par plongée) pour les principales holothuries capturées aux Seychelles (2001–2006).

Année	<i>Holothuria nobilis</i>	<i>Holothuria scabra</i>	<i>Holothuria fuscogilva</i>	<i>Thelenota ananas</i>	Pentard	Autres espèces
2001	7,15	0,20	29,09	4,86	4,83	5,95
2002	4,75	0,52	30,06	4,67	7,32	29,78
2003	3,22	0,01	9,97	6,09	18,68	27,15
2004	1,82	0,12	7,98	2,38	11,51	10,12
2005	1,52	0,01	6,04	2,26	11,01	12,88
2006	1,05	0,19	3,94	1,43	16,22	10,08

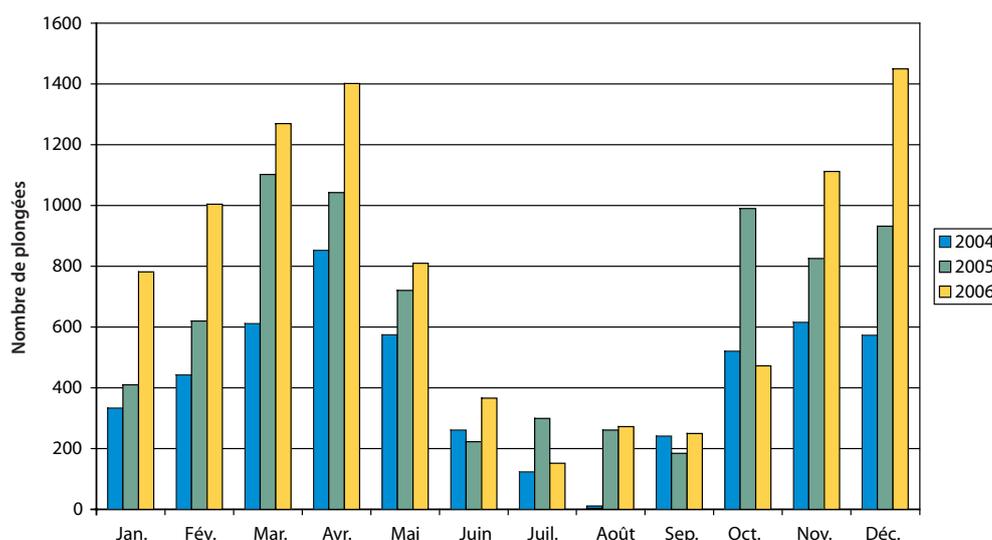


Figure 4. Variations mensuelles de l'effort (nombre de plongées) dans la pêcherie d'holothuries des Seychelles;

digés comme il convient. Les informations devraient être recueillies pour toutes les espèces capturées.

- 6) Mener des études de suivi périodiques afin d'évaluer l'efficacité des stratégies de gestion actuelles et les modifier si nécessaire.

Un plan de gestion a été proposé au vu des résultats de l'évaluation de la ressource (Aumeeruddy et al. 2005). Suite à des réunions avec les parties prenantes, le plan a été arrêté sous sa forme définitive en août 2005 et il est fondé sur un ensemble de mesures de réglementation des facteurs de production (limitation du nombre de licences de pêche et de contrôle de la production (PTA) pour chaque espèce commerciale) (Payet 2005). Il a été convenu de poursuivre l'exploitation en fixant une limite maximale de 25 licences de pêche, qui a été mise en oeuvre en tant que mesure de précaution en 2001. La PTA a été calculée à partir de la production maximale équilibrée (PME) pour chaque espèce (Aumeeruddy et al. 2005). Selon les calculs, la PTA totale pour l'ensemble des espèces a été établie à 1 707 t de poids débarqué (éviscéré) sur lequel les espèces à forte valeur commerciale représentaient 425 t, les espèces ayant un intérêt commercial intermédiaire (par exemple, les holothuries noires) 121 t (7,1 %) et les espèces ayant un faible intérêt commercial, par exemple les lolly (*Holothuria atra*), 1161 t (68 %), respectivement.

Remerciements

Nous exprimons nos sincères remerciements aux entreprises de transformation (Willy Ragegonde, Timothy Morin et Paul Morin) qui nous ont permis d'avoir accès à leurs produits et nous ont autorisés à les mesurer.

Bibliographie

Aumeeruddy R. in press. Sea cucumbers in Seychelles. In: Conand C. and Muthiga N. (eds). Status report of the sea cucumber fisheries in the WIO. Commercial sea cucumbers: A review for the Western Indian Ocean. WIOMSA Book Series.

Aumeeruddy R. and Payet R. 2004. Management of the Seychelles sea cucumber fishery: Status and prospects. p. 239-246. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper 463. Rome.

Aumeeruddy R., Skewes T., Dorizo J., Carocci F., Cœur de Lion F., Harris A., Henriette C., Cedras M. 2005. Resource assessment and management of the Seychelles sea cucumber fishery. FAO Project Number: TCP/SEY/2902(A), November 2005. 49 p.

Conand C. 1979. Beche-de-mer in New Caledonia: Weight loss and shrinkage during processing in three species of holothurians. SPC Fisheries Newsletter 19:14-17.

Conand C. and Muthiga N. (eds). in press. Commercial sea cucumbers: A review for the Western Indian Ocean. WIOMSA Book Series.

Conand C., Muthiga N., Aumeeruddy R., De La Torre Castro M., Frouin P., Mgaya Y., Mirault E., Ochiewo J. et Rasolofonirina R. 2006. Projet triennal sur les holothuries dans l'océan Indien Sud-Ouest: analyses nationales et régionales en vue d'améliorer la gestion. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 23:11-15.

CPS. 1995. Holothuries et bèches-de-mer dans le Pacifique tropical - Un manuel à l'intention des pêcheurs. Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. 52 p.

Marguerite M. 2005. Capacity building in the resource assessment and management of the Seychelles holothurian fishery - Socio-economic analysis. FAO Project Number: TCP/Seychelles/2902(A). August 2005. 55 p.

Payet R. 2005. Management plan of the Seychelles sea cucumber Fishery. Final Report of Project No. FAO/TCP/SEY/2902(A), September 2005. 46 p.

Application de l'analyse de variance locale à deux termes de quadrats (TTLQV) dans l'évaluation des populations d'invertébrés marins : premières conclusions sur l'holothurie *Actinopyga echinites*

Grant Leeworthy¹

Résumé

L'analyse de variance locale à deux termes de quadrats (TTLQVA) (Hill 1973) peut s'appliquer à la quantification des caractéristiques spatiales des populations d'invertébrés marins. Cette méthode représente un progrès crucial dans la conception précise d'études de populations et de programmes de suivi de ressources, qui mettent en évidence une répartition de faible à moyenne envergure. Les données issues de la technique d'analyse des caractéristiques spatiales peuvent être utilisées pour fonder des décisions de stratification plutôt que de se fier à "l'intuition" comme le proposent Andrews et Mapstone (1987). L'examen des caractéristiques spatiales permet de s'assurer que les programmes de suivi soient conçus de manière à pouvoir mesurer la répartition et l'abondance à une échelle adaptée à la population. Cette méthode est volontiers appliquée à l'environnement marin et ce grâce à l'utilisation de techniques classiques de comptage visuel en plongée. La méthode a été utilisée pour évaluer les populations d'holothuries brunes (*Actinopyga echinites*), une holothurie tropicale abondante dans la région Indo Pacifique sur les plates-formes calcaires érodées situées entre 0,5 et 7 m de profondeur. L'espèce a été choisie pour cette étude parce que sa population n'a pas fait l'objet d'une pression de pêche préalable.

Introduction

La conception d'un programme d'échantillonnage qui décrit comme il convient une population d'organismes marins est une tâche ambitieuse. Le recensement des populations est commandé pour plusieurs raisons, y compris le suivi de l'évolution de l'environnement et l'évaluation des ressources halieutiques. Le processus de mise au point d'une étude des stocks nécessite : 1) l'examen des ressources disponibles pour la réalisation de l'étude, 2) la biologie et la répartition potentielle de l'organisme cible, 3) le niveau souhaité de précision et d'exactitude des estimations, et 4) le type, le nombre et l'emplacement des unités d'échantillonnage afin de pondérer ces objectifs. Souvent les ressources disponibles pour mener à terme une étude sont restrictives et un équilibre doit être trouvé entre des objectifs conflictuels de précision et de réduction des coûts au strict minimum (Pitcher et al. 1992). L'une des insuffisances des méthodes traditionnelles d'évaluation des stocks a été l'incapacité de tenir compte comme il convient des caractéristiques spatiales circonscrites de la population présentant un intérêt. Une population pouvant révéler des caractéristiques de répartition aléatoire, uniforme ou irrégulière sur plusieurs échelles de mesure, il importe que les échantillonnages tiennent compte de cet élément. Une évolution récente vers l'utilisation d'échantillonnages plus systématiques, par opposition à aléatoire ou anarchique, a permis de constater l'attention accrue accordée à l'utilité de programmes d'échantillonnage afin de cartographier la répartition d'une espèce (par exemple Cochran 1977; Hender et al. 2001; Skewes et al. 2000; Mayfield et al. 2004; Chick et

al. 2006; McGarvey 2006; Leeworthy 2007a,b). Ces informations spatiales constituent un puissant outil pour le suivi des programmes d'évaluation et de gestion des incidences de la pression de pêche et des autres perturbations environnementales.

Plusieurs méthodes d'analyse des caractéristiques spatiales, destinées à évaluer l'environnement marin ont été mises à l'épreuve. La méthode qui consiste à utiliser comme référence le plus proche voisin (Byth et Ripley 1980; Byth 1982; Officer et al. 2001) s'est avérée récemment peu pratique à appliquer dans l'environnement marin (McGarvey et al. 2005; McGarvey 2006). Il a été démontré que les méthodes de variance de quadrats permettent de décrire de manière satisfaisante les caractéristiques spatiales dans les études écologiques terrestres. Ces méthodes sont fondées sur l'examen de l'évolution de la moyenne et de la variance du nombre de spécimens par unité d'échantillonnage sur un éventail de tailles différentes d'échantillons (Ludwig et Reynolds 1998). Les données sont obtenues à l'aide de transects à bandes de quadrats contigus (c'est-à-dire de séries de quadrats reliés directement les uns aux autres ou de manière linéaire à travers la population concernée). La variance du nombre des spécimens est calculée en fonction de différentes «tailles des blocs». Celles-ci sont obtenues en combinant progressivement les quadrats N (donc en augmentant la taille théorique de l'unité d'échantillon) selon une méthode prescrite (Ludwig et Reynolds 1998). Dans les populations à répartition dispersée ou en bouquets (comme c'est le cas de nombreuses espèces d'holothuries), le pic de variance (la variance maximale) peut être interprété comme équivalant au rayon du bouquet.

1. Tasmanian Seafoods, 13-17 Redgum Drive, Dandenong South, VIC 3175, Australie. Courriel : grantl@tasmanianseafoods.com.au

L'analyse de variance locale à deux termes de quadrats (TTLQV) est une modification des méthodes élémentaires de variance de blocs de différentes tailles (BQV), destinées à l'analyse des caractéristiques spatiales, qui sont limitées aux puissances 2 (Ludwig et Reynolds 1988). Le TTLQV utilise les données de variance de manière analogue à la méthode des BQV, bien que son système de blocs soit plus affiné dans ses calculs afin de contourner la limitation liée aux BQV. Cet article rend compte de l'application réussie du TTLQV pour l'évaluation des caractéristiques spatiales des populations implantées dans l'environnement marin, en utilisant l'holothurie *Actinopyga echinites*, et il traite des avantages de cette méthode relativement simple.

Méthodes

Le site de l'étude était un platier récifal érodé situé de 3 à 5 m de profondeur dans les Montebello Islands, en Australie occidentale. La population concernée était l'holothurie *Actinopyga echinites* (figure 1). Un mesureur à fil perdu de ceinture et une station d'échantillonnage ont été utilisés pour réaliser des transects de quadrats contigus en appliquant la méthode décrite par Leeworthy et Skewes (voir l'article figurant à la page 5). La principale différence était qu'un inventaire (nombre de *A. echinites*) a été réalisé (pour chaque mètre parcouru) et enregistré sur la fiche sur laquelle le plongeur note ses observations. La station d'échantillonnage ne mesurait que 1,25 m de largeur en raison de la nature cryptique de l'espèce inféodée aux herbiers. Un quadrat représentait une superficie de 1 m x 1,25 m. Trois répliques de transects de 200 quadrats contigus

chacun ont été réalisées sur une superficie où une forte abondance d'*A. echinites* avait été antérieurement repérée ou bien où la population était censée se développer.

L'analyse a été conduite selon les indications de Hill (1973) et Ludwig et Reynolds (1988). L'équation de TTLQV pour les tailles des blocs 1, 2 et 3 figurent ci-dessous.

Tailles du bloc 1

$$\text{VAR}(X)1 = [1/(N-1)]\{[1/2(x_1-x_2)^2] + [1/2(x_2-x_3)^2] + \dots + [1/2(x_{N-1}-x_N)^2]\} \quad (1)$$

Taille du bloc 2

$$\text{VAR}(X)2 = [1/(N-3)]\{[1/4(x_1+x_2-x_3-x_4)^2] + [1/4(x_2+x_3-x_4-x_5)^2] + \dots + [1/4(x_{N-3}+x_{N-2}-x_{N-1}-x_N)^2]\} \quad (2)$$

Taille du bloc 3

$$\text{VAR}(X)3 = [1/(N-5)]\{[1/6(x_1+x_2+x_3-x_4-x_5-x_6)^2] + [1/6(x_2+x_3+x_4-x_5-x_6-x_7)^2] + \dots + [1/6(x_{N-5}+x_{N-4}+x_{N-3}-x_{N-2}-x_{N-1}-x_N)^2]\} \quad (3)$$

X est la variance d'une taille de blocs donnée, N est le nombre total de quadrats dans un transect, x_1 est le nombre de spécimens présent à l'intérieur du premier quadrat du transect, x_2 est le deuxième quadrat et x_N est le dernier quadrat. Des calculs analogues à l'équation 3 sont effectués à des tailles de blocs de plus en plus importantes (Ludwig et Reynolds 1988). Les calculs de la TTLQV ont été réalisés au moyen de Microsoft Excel, bien que l'utilisation de Microsoft Visual Basic soit recommandée pour des transects plus longs de quadrats contigus.



Figure 1. *Actinopyga echinites*.

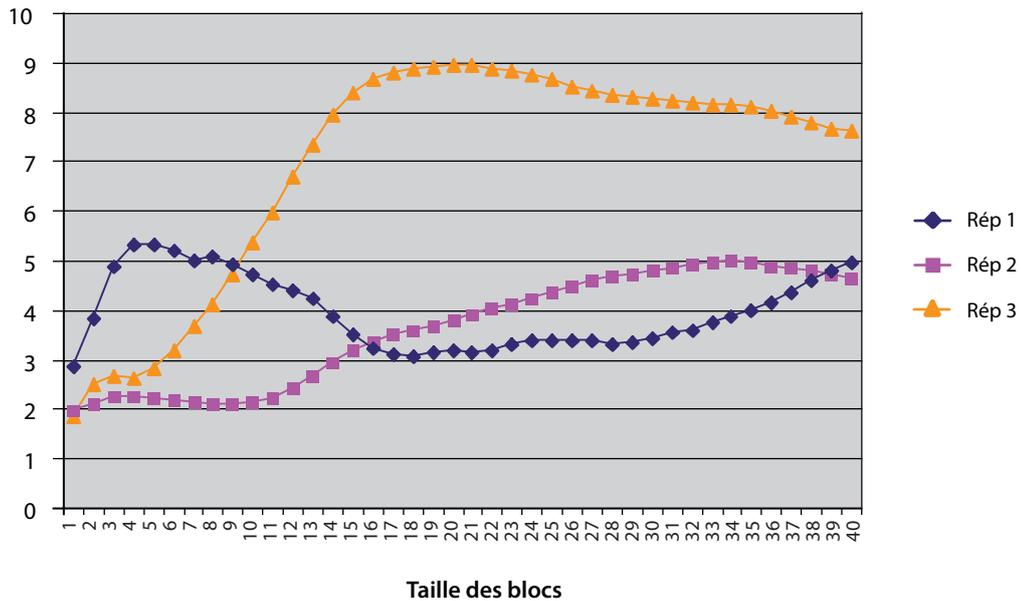


Figure 2. Variance locale à deux termes de quadrats pour *A. echinites* dans les Montebello Islands.

Résultats

Les résultats de l’analyse de la TTLQV pour *A. echinites* dans les Montebello Islands, en Australie occidentale figurent ci-dessus à la figure 2.

Tableau 1. Calcul du diamètre du bouquet à l’aide des résultats de la variance de pointe.

Variance de pointe	
Réplique 1	42
Réplique 2	34
Réplique 3	21
Variance moyenne	32
Diamètre moyen du bouquet (m)	64

Les chiffres présentés au tableau 1 donnent à penser que les unités d’échantillonnage destinées à une étude d’abondance de cette population devraient mesurer au moins 84 m de longueur (2 fois le rayon du bouquet le plus grand). Il convient de noter que s’il est vrai que le diamètre moyen du bouquet est une source d’informations pour le chercheur — il permet en effet de définir les caractéristiques spatiales de la population — lorsque ces données sont utilisées pour concevoir une étude de répartition et d’abondance, la taille maximale du bouquet devrait cependant être prise en compte pour éviter l’auto corrélation des échantillons.

Discussion

La répartition et l’abondance d’un organisme dans l’environnement marin étant souvent dispersées ou en bouquets, il importe que l’échelle spatiale de cette dispersion soit prise en compte lors de la conception d’un programme d’échantillonnage. La taille d’une unité d’échantillonnage a un effet appréciable sur la précision des estimations de l’échantillon (King 1995). Pour des espèces dont la répartition est dispersée ou concentrée, il a été suggéré que la taille de l’unité d’échantillonnage soit plus importante que la distance entre ces concentrations, de sorte que chaque unité d’échantillonnage comporte au moins une partie d’une concentration (King 1995). L’analyse de la TTLQV peut être employée pour quantifier la taille des concentrations afin que les décisions relatives à la taille et à la position de l’échantillon puissent être fondées sur une méthode quantitative plutôt que sur “l’intuition”, comme le suggèrent Andrews et Mapstone (1987). C’est pourquoi, l’analyse de la TTLQV est un instrument extrêmement utile pour prendre des décisions relatives à la mise au point appropriée d’échantillonnages.

Il importe de noter que plusieurs échelles de microrépartition peuvent être observées s’agissant des populations de la plupart des organismes marins. L’une de ces échelles est celle de l’organisme individuel et de sa concentration immédiate (par exemple cinq ormeaux dans une fissure). La deuxième échelle de micro répartition est la patate plus importante, caractérisée par une forte abondance (par exemple, un pâté corallien de 600 m²). La troisième est le gradient de l’habitat environnemental (par exemple 2 km² de récif) et la quatrième est l’échelle de la pression de pêche ou de l’effet environnemental présentant un intérêt, s’il existe. Il peut aussi exister plusieurs échelles plus ou moins grandes de microrépartition, sur-

tout lorsque l'on se penche sur la complexité et les détails de l'habitat tels que la superficie spécifique (m^2/m^3) ou la rugosité du récif. Si les quatre échelles de base de répartition ci-dessus sont prises en compte lors de la mise au point des échantillons et de leur emplacement dans l'environnement, il est possible de démontrer que les résultats d'une étude sont plus fiables. L'analyse de la TTLQV donne la possibilité de quantifier ces échelles de répartition avec fiabilité.

D'aucuns soutiennent que plusieurs répliques de transects-quadrats contigus devraient être placés en groupes sur les zones où il est prévu de réaliser l'étude. La décision sur l'emplacement des radiales pourrait être fondée sur des renseignements a priori aussi limités que la connaissance de l'emplacement de la population. D'autres connaissances a priori telles que celles qui ont trait aux lignes bathymétriques et à la cartographie de l'habitat (une fois testés au moyen de l'analyse de la TTLQV) peuvent donner suffisamment de renseignements pour prendre des décisions de stratification fiables.

L'analyse de la TTLQV donne des variances de pointe pour les emplacements étudiés. Cette variance de pointe correspondant au rayon de la concentration, le diamètre d'une concentration est égal à deux fois son rayon. Dans l'hypothèse où trois répliques de transects de quadrats contigus ont été réalisées dans un endroit, la taille de la concentration la plus importante devrait être utilisée pour fonder les décisions d'échantillonnage. Il peut être aussi utile de prendre l'échelle en considération. La longueur des transects pourrait alors être fixée à une distance équivalente à au moins deux fois le diamètre le plus large de la concentration. Ces transects pourraient être tracés de manière à prendre correctement en compte les échelles plus larges de variance pour chaque zone présentant un intérêt telles que les gradients des habitats et les caractéristiques de la pression de pêche. Il importe de noter que la précision diminue au-delà d'une taille de bloc de $N/10$ pour la TTLQV. C'est pourquoi, il est recommandé que des radiales relativement longues soient tracées afin de tenir compte des échelles potentielles des caractéristiques spatiales. Trois répliques de transects de TTLQV, de 500 m de longueur, ont été réalisées pour une population semblable, sur la Grande barrière de corail, bien qu'il s'agisse de la longueur maximale possible en raison de la profondeur de l'eau (~18 m) et des contraintes imposées par la décompression qui lui était associées (Leeworthy, données non publiées).

Plusieurs extensions de l'analyse de la TTLQV ont été réalisées (Malatesta et al. 1992; Dale et Blundon 1990; Campbell et al. 1998) et il est probable qu'elles seront intégrées à d'autres méthodes pour mener des études d'invertébrés benthiques.

En ce qui concerne la gestion de la ressource, Walters et Martell (2006) ont récemment affirmé que des études directes de l'abondance sont moins utiles que des estimations de la mortalité imputable à la pêche (F). Cependant, de l'avis de l'auteur, si les différentes échelles spatiales de fonctionnement d'une pêcherie ne sont pas prises en compte directement, il est tout à fait possible qu'une estimation de F ne permettrait pas de déceler des évolutions importantes dans la biomasse. Prince (2005) traite la né-

cessité de comprendre les échelles spatiales pertinentes qui ont une incidence sur une ressource en invertébrés. Le recours à l'analyse de la TTLQV est un pas en avant dans la voie de l'acquisition d'une compréhension pleine et entière de la dynamique de telles ressources.

Remerciements

Je tiens à remercier Harry Gorfine, Tim Skewes (Centre australien pour la recherche scientifique et industrielle - CSIRO), Nick Shaw, Chantal Conand, Allen Hansen et Rick Torelli (*Queensland Sea Cucumber Association/Tasmanian Seafoods*), Rob Lowden (*Queensland Sea Cucumber Association/Seafresh*), Rick Officer (Département du secteur primaire et des pêches - DPI&F), Lou Beneti, Richard McGarvey (*South Australia research and Development Institute - SARDI*) et Adam Schapendonk.

Bibliographie

- Andrew N.L. and Mapstone B.D. 1987. Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 25:39-90.
- Byth K. 1982. On robust distance-based intensity estimators. *Biometrics* 38:127-135.
- Byth K. and Ripley B.D. 1980. On sampling spatial patterns by distance methods. *Biometrics* 36:279-284.
- Campbell J.E., Franklin S.B., Gibson D.J. and Newman J.A. 1998. Permutation of two-term local quadrat variance analysis: General concepts for interpretation of peaks. *Opulus Press Uppsala: Sweden. Journal of Vegetation Science* 9:41-44.
- Chick R.C., Mayfield S., Turich N. and Foureur B. 2006. Western Zone abalone (*Haliotis laevis* & *H. rubra*) Fishery 1. Region A. Fisheries assessment report to PIRSA Fisheries. South Australia Research and Development Institute (Aquatic Sciences), Adelaide. SARDI Publication No. RD05/0017-3. 124 p.
- Cochran W.G. 1977. Sampling techniques. John Wiley and Sons: New York. 428 p.
- Dale M.R.T and Blundon D.J. 1990. Quadrat variance analysis and pattern development during primary succession. *Opulus Press Uppsala: Sweden. Journal of Vegetation Science* 1:153-164.
- Hender J., McDonald C.A., and Gilligan J.J. 2001. Baseline survey of marine environments and stock size estimates of marine resources of the South Cocos (Keeling) atoll (0-15 m), Eastern Indian Ocean. Final report. Fisheries Resources Research Fund.
- Hill M. O. 1973. The intensity of spatial pattern in plant communities. *Journal of Ecology* 61:225-235.
- King M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd, Oxford 341 p.
- Leeworthy G.R. 2007a. Survey of burrowing blackfish stocks on the Great Barrier Reef, Queensland. Gould Reef, September 2004. Research Report for the Queensland Sea Cucumber Association.

- Leeworthy G.R. 2007b. Survey of burrowing blackfish stocks on the Great Barrier Reef, Queensland. Lizard Island/Waining Reef, January 2005. Research Report for the Queensland Sea Cucumber Association.
- Leeworthy G.R. et Skewes T. 2007. L'application de la méthode des transects à l'aide d'un mesureur à fil perdu de ceinture pour le comptage visuel sous-marin. La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 26:5-7.
- Ludwig J.A. and Reynolds J.F. 1988. Statistical ecology – A primer on computing and methods. John Wiley and Sons: New York. 337 p.
- Malatesta R.J., Auster P.J. and Carlin B.P. 1992. Analysis of transect data for microhabitat correlations and faunal patchiness. Marine Ecology Progress Series 87:189-195.
- Mayfield S., Saunders T.M., Dixon C.D. and Ward T.M. 2004. Southern Zone abalone (*Haliotis laevis* & *H. rubra*) fishery. Fishery assessment report to PIRSA Fisheries. South Australian Fisheries Assessment Series. Publication No. RD04/0091. 102 p.
- McGarvey R., Byth K., Dixon C.D., Day R.W., and Feenstra J.E. 2005. Field trials and simulations of point-nearest-neighbor distance methods for estimating abalone density. Journal of Shellfish Research 24:393-399.
- McGarvey R. 2006. Assessing survey methods for greenlip abalone in South Australia. South Australian Research and Development Institute (Aquatic Sciences), Adelaide, RD04/0152-2. SARDI Research Report Series No. 184. 195 p.
- Officer R.A., Haddon M. and Gorfine H.K. 2001. Distance-based estimation for abalone. Journal of Shellfish Research 20:781-786.
- Pitcher C.R., Skewes T.D., Dennis D.M. and Prescott J.H. 1992. Estimation of the abundance of the tropical lobster *Panulirus ornatus* in Torres Strait, using visual transect survey methods. Marine Biology 113:57-64.
- Prince J. 2005. Combating the tyranny of scale for halibut: Micro-management for microstocks. Bulletin of Marine Science 76(2):557-577.
- Skewes T., Dennis D. and Burrige C. 2000. Survey of *H. scabra* (Sandfish) on Warrior Reef, Torres Strait, January 2000. CSIRO Division of Marine Research.
- Walters C. and Martell S.J.D. 2006. Stock assessment needs for sustainable fisheries management. Bulletin of Marine Science 70(2):629-638.

Des levures probiotiques présentant une activité des phytases, découvertes dans l'appareil digestif d'holothuries

Nalini Yasoda Hirimuthugoda^{1,*}, Zhenming Chi¹ et Longfei Wu¹

Résumé

Les levures sont des micro-organismes couramment présents dans l'appareil digestif des animaux, et plusieurs souches de levure produisent des phytases. La présente étude a tout particulièrement porté sur l'isolement d'espèces de levures d'holothuries et sur la capacité des levures de produire des phytases. Deux souches de phytases ont été isolées et répertoriées : *Yarrowia lipolitica* et *Candida tropicalis*. Ces souches ont produit de grandes quantités de phytases extracellulaires et de phytases liées aux cellules. Ces phytases pourraient être utilisées comme levures probiotiques par la filière de l'holothuriculture.

Introduction

Les intestins des animaux contiennent de grandes quantités de micro-organismes qui ont des fonctions précises telles que la décomposition catabolique des fibres et de nutriments complexes ainsi que la production de vitamines. Raibaud (1992) a signalé que les micro-organismes intestinaux jouaient un rôle contre les microbes pathogènes, et que le déséquilibre des micro-organismes de l'intestin pouvait conduire à une croissance rapide des pathogènes opportunistes susceptibles d'être dangereux pour l'animal hôte. Hirimuthugoda et al. (2006) ont signalé la possibilité d'utiliser les microbiotes peuplant l'intestin comme probiotiques. Cette étude visait à mieux comprendre les micro-organismes présents dans l'intestin des holothuries et à mettre au point des micro-organismes probiotiques destinés à l'holothuriculture.

En tant que composante principale de l'ADN, le phosphore est un élément essentiel. Les céréales, les légumes, les plantes fourragères et les cultures racines emmagasinent les phosphores comme les phytates et les phytines, qui ne peuvent être digérées que par les ruminants. Chez les autres animaux, les phosphores non digérés sont réintroduits dans l'environnement. L'accumulation de phosphores non digérés dans les sols et les os est toxique.

Les phytases peuvent jouer un rôle non négligeable dans la lutte contre la pollution par les phosphates en raison de leur capacité de catalyser l'émission de phosphates provenant des phytates et des phytines. Récemment, des phytases provenant de végétaux microbiens et d'animaux ont été mis à disposition comme compléments alimentaires. Ils sont devenus les enzymes les plus prisés et les plus répandus dans les systèmes d'élevage d'animaux. Cependant, les scientifiques n'ayant pas encore étudié les phytases microbiennes marines, nous avons essayé d'isoler des espèces microbiennes peuplant l'intestin des holothuries afin d'étudier leur capacité de sécréter des phytases.

Matériels et méthodes

L'échantillonnage et l'isolement des levures

Les holothuries provenant des zones côtières du Sri Lanka et de la Chine ont été ramassées de manière aléatoire et disséquées dans des conditions aseptiques. Les intestins ont été mis de côté et homogénéisés, et 2 mL d'échantillons homogénéisés ont été placés dans 20 mL de bouillon YPD contenant 2 % de glucose, 2 % de polypeptone, 1 % d'extrait de levure et de l'eau de mer, bouillon de culture qui a été traité aux antibiotiques et maintenu à 28°C pendant cinq jours. Au bout de cinq jours, les cultures cellulaires ont été disposées sur des lamelles de gellose YPD et des colonies de levures ont été placées dans des préparations colorées.

Détermination de l'activité des phytases

Des souches de levure ont été introduites dans des flacons de 250 mL remplis d'une solution contenant 0,5 % de phytate de sodium, 1 % de sulfate d'ammonium, des vitamines, des sels minéraux et elles ont poussé pendant cinq jours à une température de 28°C. Celles qui ont surnagé ont été titrées en mesurant la quantité de sulfate émis (Fiske et Subbarow 1925) à l'aide de phytases de sodium comme substrat (Vohara et Satyanarayana 2001). Une unité de phytases est définie comme la quantité d'enzymes qui libère 1 mU de phosphates inorganiques par minute, à température ambiante. L'effet de la température et le pH sur l'activité des phytases a été étudié en incubant l'enzyme à 4–9 pH (les solutions tampon utilisées ont été de 0,2 M d'acétate pour 4–6 et 0,2% M de Na₂B₄O₇·10 H₂O·HBr₃ pour 7–9) et à des températures de 37°C, 45°C, 50°C, 55°C, 60°C, 65°C et 70°C.

L'extraction d'ADN, la PCR et l'analyse phylogénétique

Toute l'ADN du génome des souches de levure a été isolée et purifiée en suivant la méthode décrite par Sambrook et

1. UNESCO Chinese Center of Marine Biotechnology, Ocean University of China, No. 5, Yushan Road, Qingdao, Chine
2. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Mapalana, Kamburupitiya, Sri Lanka

* Auteur correspondant : nyhirimuthugoda@yahoo.com

al. (1989). Le fragment d'ADNr 18S et le fragment ITS, insérés sur le vecteur, ont été séquencés par la Shanghai Sangon Company. Les séquences obtenues ci-dessus ont été alignées au moyen de l'analyse BLAST (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>). L'identification systématique des levures a été réalisée grâce à la méthode décrite par Kurtzman et Fell (1998).

Résultats et discussion

Deux souches de levure ont été isolées et les deux souches ont été prélevées sur l'intestin d'*Holothuria scabra*. De manière générale, les animaux ont un grand nombre de micro-organismes qui colonisent l'intestin dans leur appareil digestif. Nos résultats montrent que les micro-organismes ont été isolés du contenu de l'intestin et, par conséquent, à notre connaissance, ces souches ne peuvent pas être classées comme des levures colonisant l'intestin. Des travaux de recherche supplémentaires s'imposent sur cet aspect. Les souches ont été étiquetées comme suit : W2B (pour celles qui proviennent de Chine) et YF12C (pour celles qui proviennent du Sri Lanka). À partir des caractéristiques biochimiques et d'informations analogues concernant le type de souches énumérées par Kurtzman et Fell (1998), nous avons constaté que la souche W2B et la souche YF12C étaient semblables à *Yarrowia lipolitica* et à *Candida tropicalis*. L'analyse des séquences ADN de phylogénie confrontées à celles qui figurent dans la base de données du *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), a en outre confirmé que les souches de levure obtenues dans cette étude étaient étroitement liées à *Yarrowia lipolitica* (W2B) et *Candida tropicalis* (YF12C). Les séquences d'ADNr 18S des souches de levure ont été déposées auprès du NCBI sous les numéros d'entrée suivants : DQ 438177 –W2B et DQ 515959- YF12C.

Tableau 1. Activité des phytases de deux souches de levure

Souche	activité des phytases (mU min ⁻¹)	température optimale (°C)	pH optimal
W2B	61 ± 0,011 ^a	60	8
YF12C	49 ± 0,008 ^a	55	8
	28 ± 0,045 ^b	65	6

^a phytases extra cellulaires

^b phytases liées à la cellule

Il est intéressant d'indiquer que les levures marines sécrétant des phytases sont présentes dans les intestins de l'holothurie. Un petit nombre de souches de levure qui mettent en évidence des sécrétions de phytases ont été observées (Pandy et al. 2001), mais c'est la première fois que des phytases de levures provenant d'holothuries sont signalées. La souche W2B n'a pu produire que des phytases extra cellulaires tandis que la souche YF12C a pu produire des phytases extra cellulaires et des phytases liées à la cellule. Vohara et Satyanarayana (2004) ont

étudié les phytases liées aux cellules à partir de levures du type *Pichia anomala*, qui peuvent être utilisées dans la filière de l'alimentation du bétail afin de réduire la pollution par les phosphates.

Dans tous les travaux, il a été relevé que la température et le pH sont les facteurs qui influent le plus sur la production d'enzymes. Dans la présente étude, une forte activité de phytases a été observée entre 55°C et 60°C. S'agissant de la souche W2B, la température optimale a été 60°C. Quant à la souche YF12C, la température optimale a été de 55°C pour la production d'enzymes extra cellulaires et de 65°C pour la production d'enzymes liées à la cellule. Un pH de 8 a été optimal pour la production d'enzymes extra cellulaires pour les deux souches, tandis qu'un pH de 6 l'a été pour la synthèse des enzymes liées à la cellule de YF12C. En général, le pH et la température optima sont de l'ordre 4,5–6 et de 45–60°C, respectivement (Pandy et al. 2001). Cela étant, nous avons observé dans cette étude des valeurs de pH plus importantes, probablement parce que ces souches provenaient de l'environnement marin.

Yarrowia lipolitica a plusieurs propriétés physiologiques présentant un intérêt industriel. L'espèce est abondante dans l'environnement marin et elle est bien connue pour la production de protéases, de lipases et pour l'utilisation de paraffine *n*- (Kurtzman et Fell 1998). Bien que *Yarrowia lipolitica* ait fait l'objet de nombreuses recherches, cet article rend compte de ses phytases. Cette espèce peut être utilisée commercialement pour la production de phytases marines. *Candida tropicalis* est une espèce de levure bien connue, présente partout dans le monde, et c'est une souche pathogène courante chez les humains. En conséquence, l'application industrielle de cette espèce est limitée, bien que les phytases extraites puissent être utilisées comme produit industriel. Au vu des tendances actuelles du marché, il apparaît clairement qu'il existe une forte demande de phytases en tant que complément alimentaire, divers produits étant disponibles sous des noms commerciaux différents. Par exemple, Cenzyne, Natu-phos, et Gist-Brocades sont les produits les plus vendus sur le marché (Pandy et al. 2001).

Le rôle ou l'effet des levures dans l'appareil digestif des holothuries n'est pas clairement établi mais, à l'évidence, la synthèse importante des phytases est favorable à la digestion des phosphores de phytases et c'est aussi une forme probiotique. Au cours des dernières décennies, l'holothuriculture a progressé de manière remarquable et des composés riches en phytases ont été utilisés. Cette levure de synthèse des phytases joue un rôle majeur dans la digestion des aliments ingérés par les holothuries. L'excrétion du phosphore non digéré conduit à l'eutrophisation et provoque une baisse de la qualité de l'eau dans les fermes holothuricoles. Cette situation est favorable à l'apparition de micro-organismes pathogènes et les phytases de levure observées chez les holothuries présentent donc un grand intérêt dans la filière holothuricole, toutes les phytases découvertes jusqu'à présent ne provenant pas de sources marines. Les auteurs de cet article mènent de nouvelles recherches sur l'application de ces deux souches de levure dans l'holothuriculture et sur la purification des enzymes dans un milieu optimisé.

Remerciements

Ces travaux de recherche ont pu être menés grâce au concours du *Chinese Scholarship Council*.

Bibliographie

Fiske C.H and Subbarow Y. 1925. The colorimetric determination of phosphorous. *Journal of Biological Chemistry* 66:376–400.

Hirimuthugoda N.Y., Chi Z.M. Zhu K.L. 2006. Les probiotiques et l'élevage d'holothuries. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 24:45–48.

Kurtzman C.P. and Fell J.W. 1998. *The yeasts, a taxonomic study*, fourth edition. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier. p. 915–947.

Pandy A., Szakas G., Soccol R.C., Rodriguez-Leon J.A. and Soccol, T.V. 2001. Production, purification and properties of microbial phytases. *Bioresource Technology* 77:203–204.

Raibaud P. 1992. Metabolic interactions in the gut. p. 29–53. In: Fuller R. (ed). *Probiotics, the scientific basis*. London: Chapman and Hall.

Sambrook J., Fritsch, E.F. and Maniatis, T. 1989. *Molecular cloning, a laboratory manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Vohara A. and Satyanarana T. 2001. Phytase production by the yeast *Pichia anomala*. *Biotechnology Letters* 23:551–554.

Vohara A. and Satyanarayana T. 2004. A cost effective molasses medium for enhanced cell bound phytase production by *Pichia anomala*. *Journal of Applied Microbiology* 97:471–476.

Observation de l'effet des conditions environnementales sur la scission induite de l'holothurie des sables méditerranéenne, *Holothuria arenicola* (Semper, 1868) en Égypte

F.A. Abdel Razek¹, S.H. Abdel Rahman¹, M.H. Mona, M.M. El-Gamal² et R.M. Moussa^{1*}

Introduction

Holothuria arenicola est l'espèce d'holothurie la plus importante et la plus abondante en mer Méditerranée, sur la côte égyptienne (figure 1A). Sa présence a été signalée pour la première fois sur la côte méditerranéenne de l'Égypte en 1984 (Shoukr et al. 1984). Son habitat s'étend de la région indo pacifique à l'Atlantique occidental tropical. Elle atteint une taille avoisinant les 26 cm. Actuellement, *H. arenicola* est surexploitée dans les eaux égyptiennes en raison de la forte demande en provenance des marchés asiatiques. Le déclin des stocks d'holothuries risque d'avoir un effet négatif important sur l'écosystème et sur l'environnement marin adjacent, dans son ensemble. Il est donc nécessaire et urgent d'entreprendre des études approfondies sur la biologie, l'élevage et la gestion de la pêche d'*Holothuria arenicola*.

Certaines holothuries sont connues pour leur capacité de se reproduire de manière asexuée par scission. La plupart des espèces se reproduisant de la sorte le font suivant le mode de torsion et d'étirement (Uthicke 2002). Le premier essai d'induction de la reproduction asexuée de *H. arenicola* a été réalisé par Kilada et al. (2000), qui a étudié l'induction de la reproduction asexuée en utilisant un ruban de caoutchouc. Les présents travaux visent à décrire les stades de reproduction asexuée par scission et l'effet des facteurs environnementaux sur les taux de division et de survie.

Méthode

La reproduction asexuée de *H. arenicola* a été induite par l'application d'un ruban de caoutchouc juste à l'avant (les 45% correspondant à la partie supérieure) du milieu du corps (figure 1B). Les spécimens ont été entreposés dans un réservoir tapissé d'une fine couche de sable fin. La salinité de l'eau était de 36 ppt. L'eau du réservoir a été changée quotidiennement, et le nombre d'animaux divisés, non divisés et morts a été signalé chaque jour.

Discussion et conclusion

Les observations ont montré que le corps était plus étranglé au point de constriction. La partie postérieure était enflée et allongée. Les parties postérieure et antérieure effectuent une rotation dans des directions opposées ce qui a conduit à une constriction encore plus forte jusqu'à l'allongement des deux parties (figure 1C) et leur séparation finale, bien que ces parties aient été encore reliées l'une à l'autre par l'intestin. Au bout d'une journée, les parties antérieure et postérieure se sont complètement désolidarisées l'une de l'autre (figures 1D et 1E). Le taux de survie de la partie postérieure a été plus élevé que celui de la partie antérieure. L'ensemble du processus de scission a duré de un à cinq jours.

En raison de problèmes électriques qui ont compromis l'aération de l'eau, de faibles taux de survie ont été ob-

1. National Institute of Oceanography and Fisheries (NIOF), Alexandrie, Égypte.

2. Tanta University, Zoology Department, Tanta, Égypte

* Auteur correspondant : ragiamoussa@yahoo.com.au

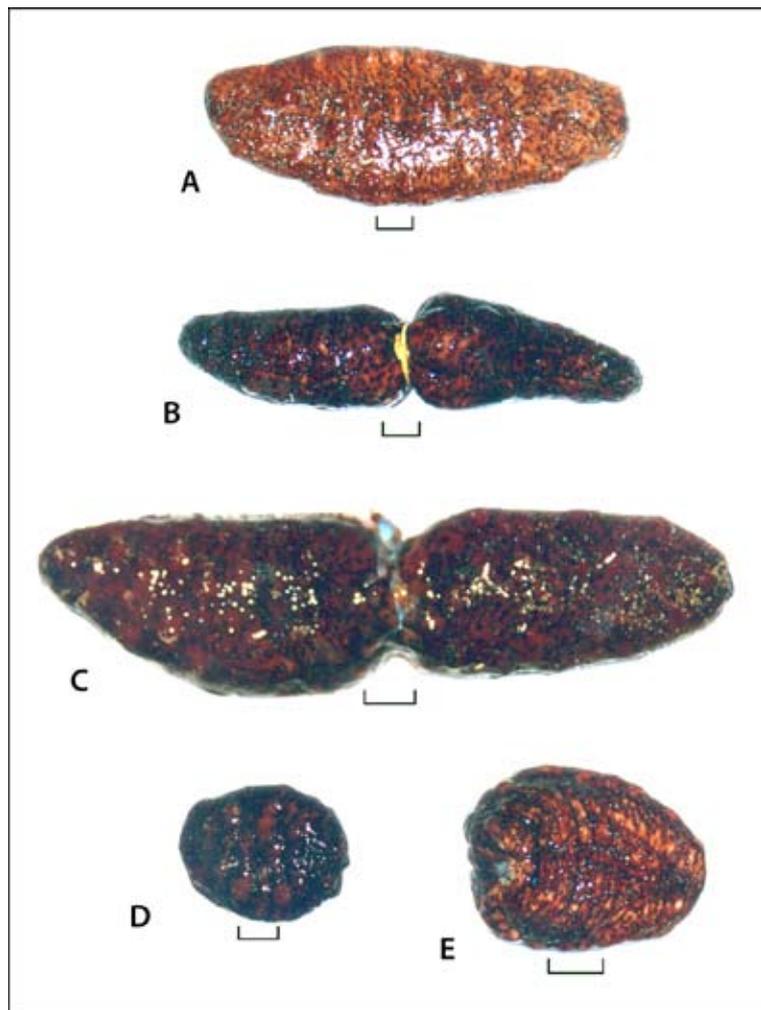


Figure 1. Scission induite d'*Holothuria arenicola*.

- A. Un animal vivant avant l'application du ruban en caoutchouc;
- B. le ruban en caoutchouc est en place;
- C. les parties antérieure et postérieure se sont allongées avant de se séparer l'une de l'autre;
- D. la partie antérieure après la scission; et
- E. la partie postérieure après la scission.

(Les échelles graphiques sont toutes de 1 cm.)

tenus. Cependant, il a été noté que les spécimens qui ont perdu leurs viscères au point de constriction, avaient un taux de mortalité supérieur à celui de ceux qui avaient conservé leurs viscères. En outre, il est apparu que la température avait un effet considérable sur le procédé de scission. Le taux de division était plus important à des températures élevées (30°C) qu'à des températures basses (25°C). À l'opposé, le taux de survie des parties divisées a augmenté avec la baisse de la température de l'eau.

La période de cicatrisation a duré plus longtemps à des températures élevées qu'à des températures basses. Nous avons conclu que le taux de division augmentait avec la hausse de la température de l'eau tandis que le taux de survie des parties divisées et la période de cicatrisation augmentaient avec la baisse de la température.

Bibliographie

- Kilada R.W., Abdel Razek F.A. and Yassin M.H. 2000. Population growth and sexual reproduction of the sea cucumber *Holothuria arenicola* from the Eastern Mediterranean Egypt. *Journal of Aquatic Bulletin & Fisheries* 4(4):119–135.
- Shoukr F.A., Mona M.H. and Abdel-Hamid M.E. 1984. *Holothurians (Echinodermata: Holothuroidea)* from some Egyptian shores. *Bulletin of the Faculty of Sciences of the Zagazig University* 6:662–682.
- Uthicke S. 2002. La reproduction asexuée par scission transversale chez *Stichopus chloronotus*. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 14:23–25.

Répartition spatiale et évolutions temporelles dans la biologie de l'holothurie commerciale *Holothuria whitmaei* [Echinodermata: Holothuroidea], Ningaloo Reef, Australie occidentale

Glenn R Shiell¹

Source : Extrait de thèse de doctorat (doctorat obtenu en septembre 2006, sous la direction de M. Brenton Knott).

Une étude a été menée sur trois composantes de la biologie de l'holothurie aspidochirote *Holothuria whitmaei* à Coral Bay, Ningaloo Reef, en Australie occidentale : 1) la répartition spatiale, 2) l'évolution temporelle du comportement, et 3) la biologie de la reproduction. La répartition spatiale des spécimens était caractéristique de celle qui est signalée dans les ouvrages spécialisés. Les individus étaient diversement attirés par les habitats du récif externe, en particulier le platier récifal externe et la pente récifale, avec des densités moyennes de 19,3–27,1 individus ha⁻¹. La répartition des spécimens dans ces habitats était hétérogène, puisque près de 40 % de la population étaient concentrés de manière significative, en particulier sur le bord antérieur du platier récifal perpendiculaire au courant dominant. Les densités à l'intérieur de ces concentrations dépassaient en général 100 ind ha⁻¹. Des hypothèses ont été émises sur deux avantages biologiques des regroupements d'espèces : 1) les concentrations d'espèces accroissent la probabilité de fécondation, processus qui peut être entravé en présence de densités usuelles, et 2) d'importants dépôts de matières détritiques, source d'aliments importante pour les holothuries, peuvent s'accumuler à l'intérieur de ces zones.

D'aucuns laissaient entendre que l'évolution temporelle du comportement de *H. whitmaei* était importante en matière d'alimentation et de reproduction. L'activité de *H. whitmaei* était négligeable le matin (max. moyen 3,7 cm h⁻¹) mais elle augmentait tout au long de l'après-midi (max. moyen 31,6 cm h⁻¹). Lors de périodes de forte activité, entre 16,7 % et 47,7 % des spécimens ont été observés à découvert sur des fonds sablonneux, à une distance d'au moins une longueur corporelle du corail le plus proche. Des résultats contrastés ont été obtenus lors des périodes d'inactivité relative, lorsque près de 23,3 % des spécimens étaient positionnés sous des abris (et donc invisibles). Des changements saisonniers d'activité ont aussi été observés, avec des taux d'activité en fin d'après-midi substantiellement plus élevés en avril (31,6 cm h⁻¹) qu'en janvier et en août (17,3 et 15,71 cm h⁻¹, respectivement).

Une analyse de régression portant sur les effets de la température de l'eau, l'intensité lumineuse et l'éjection de sédiments sur les taux d'activité, a permis de constater que l'effet de ces variables n'expliquait qu'une partie

de la variation de l'activité (dans une fourchette de 9 à 56 %). L'intensification de l'activité en avril correspond, en toute hypothèse, à une fonction de l'activité de reproduction; concrètement, la forte corrélation existant entre l'index somatique des gonades et les taux d'activité observés en fin d'après-midi ($r = 0,9$) reflète une concentration saisonnière avant la reproduction. Bien que nécessitant beaucoup d'énergie, il y a lieu de penser qu'un tel comportement peut accroître la fréquence de la fécondation des gamètes, processus qui peut être entravé dans des conditions de densité usuelle de populations et dans des habitats caractérisés par un mouvement rapide (et unidirectionnel) de l'eau.

Comme pour la plupart des holothuries aspidochirotes tropicales, la reproduction de *H. whitmaei* est obtenue par émission de gamètes. Toutefois, contrairement à la plupart des aspidochirotes, les populations de *H. whitmaei* du Pacifique occidental et de l'Océan indien oriental se reproduisaient pendant une période prolongée au cours des mois plus frais d'avril à octobre — caractéristiques conformes aux observations réalisées en Nouvelle-Calédonie. La maturation des gonades chez les spécimens du Ningaloo Reef (Océan indien oriental) correspondait au modèle de recrutement des tubules, processus d'échantillonnage par lequel des cohortes de tubules de maturité gamétogénique variable, sont recrutées progressivement à la base de la gonade. La biologie de la reproduction de cette espèce est aussi caractérisée par le potentiel de maturation asynchrone qui est fonction de chaque individu; en d'autres termes, bien que la majorité des spécimens échantillonnés à un moment donné, ait des stades à peu près semblables d'évolution des gonades, un petit nombre d'entre eux a été échantillonné alors que leurs gonades se trouvaient à des stades non concordants de développement. De telles constatations peuvent résulter de spécimens isolés de l'échantillonnage, qui étaient trop éloignés de leurs congénères pour recevoir des signaux de phéromone, phénomène connu pour déclencher un développement synchrone des gonades chez certaines holothuries.

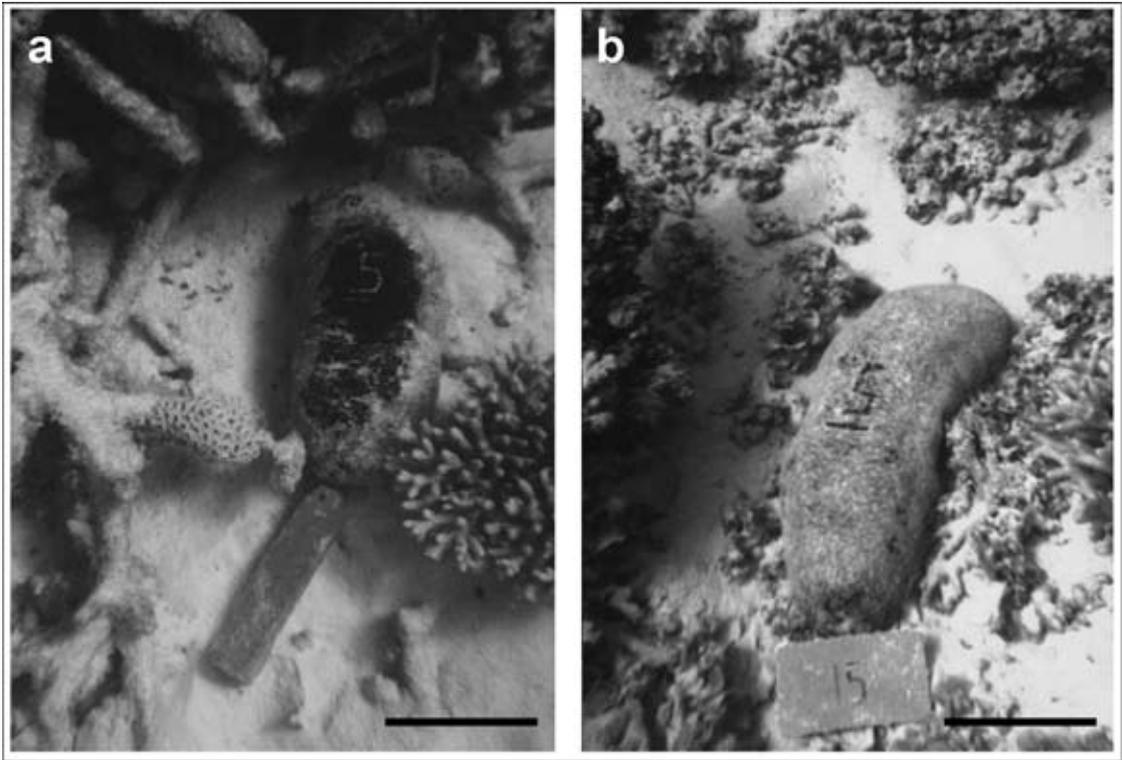
La contribution de *H. whitmaei* à la bioturbation, bien que très variable dans le temps, a été faible d'après les observations, par comparaison aux holothuries que l'on trouve plus en abondance sur les récifs coralliens

1. School of Animal Biology, The University of Western Australia, 35 Stirling Hwy, Crawley, WA 6009, Australie.
Courriel: glenn.shiell@oceanica.com.au

telles qu'*Holothuria atra* et *Stichopus chloronotus*. Cela étant, *H. whitmaei* est en contact avec des pourcentages élevés de sédiments simplement en rampant, et elle peut donc contribuer à la productivité des récifs coralliens en transférant directement aux benthos des éléments nutritifs inorganiques dissous. Le fait que *H. whitmaei* conserve des caractéristiques de répartition hautement spécifiques peut avoir une importance pour les cascades de niveau trophique dans la zone du récif externe, en particulier là où cette espèce est présente en fortes densités (>100 ind ha^{-1}).

Outre qu'elle met en lumière les propriétés biologiques spatiales et temporelles qui ont peut-être facilité

l'alimentation et le succès en matière de reproduction (en particulier dans des habitats du récif externe), les conclusions de cette étude ont également mis en exergue l'importance de la connaissance biologique pour la gestion des pêcheries d'holothuries. Cette étude a souligné la nécessité de poursuivre les recherches pour établir à la fois l'importance des concentrations d'espèces pour le recrutement de populations, et des densités effectivement requises pour parvenir à des taux élevés de fécondation au moyen des gamètes. De telles connaissances pourront au bout du compte contribuer à recenser les habitats appropriés à l'hébergement de ces espèces dans des aires marines protégées.



Les photos (a) et (b) montrent le même spécimen d'*Holothuria whitmaei* marqué aux fins d'identification au cours de la partie de l'étude relative au comportement. Des numéros ont été inscrits en grattant le tégument du dos de chaque spécimen jusqu'à une profondeur d'environ 1–2 mm, au point que la chair sous-cutanée blanche (photo a) était clairement visible sous la peau sombre dont elle se distingue. Les marques se sont rapidement cicatrisées pour former une cicatrice qui était alors visible pendant une période de trois semaines, environ (photo b). L'échelle graphique correspond à des longueurs de 18 cm et 15 cm, sur les photos (a) et (b), respectivement.

Résumés & nouvelles publications...

Sustainability assessment of the Torres Strait sea cucumber fishery

Timothy Skewes, Sascha Taylor, Darren Dennis, Michael Haywood, Anthea Donovan

Source: CSIRO Marine and Atmospheric Research Report, 2006.
[http://www.cmar.csiro.au/e-print/open/skewestd_2007.pdf]

L'exploitation contemporaine de la ressource en holothuries dans le détroit de Torres a débuté en 1990, environ. L'holothurie des sables (*Holothuria scabra*) inféodée au récif Warrior représentait la plus grande partie des premières prises réalisées dans cette pêcherie. Une étude des stocks menée en 1998 a permis de constater que la population s'était sérieusement appauvrie, entraînant la fermeture de la pêcherie. Les études entreprises ultérieurement en janvier 2000 et en octobre 2002 ont permis d'observer une modeste reconstitution de la population — en particulier de la cohorte de reproducteurs —, mais celle-ci a été considérée comme fortement appauvrie.

Après 1998, les pêcheurs ont surtout ciblé l'holothurie noire à mamelles (*H. whitmaei*), l'holothurie blanche à mamelles (*H. fuscogilva*) et l'holothurie brune des brisants (*Acyinopyga mauritiana*) dans l'est du détroit de Torres. Cependant, une étude conduite en mars 2002 ayant permis de constater que l'holothurie noire à mamelles et l'holothurie brune des brisants étaient aussi surexploitées, une interdiction de capture de ces espèces est entrée en vigueur en janvier 2003. D'autres espèces ciblées, telles que l'holothurie blanche à mamelles et l'holothurie ananas n'étaient pas considérées comme surexploitées à l'époque, mais il a été recommandé que leur capture fasse l'objet de restrictions et que leurs populations soient soumises à une étroite surveillance. Plusieurs autres espèces, essentiellement celles qui ne présentaient que peu d'intérêt commercial mais dont le stock permanent était souvent important, étaient considérées comme proches des niveaux de biomasse vierge.

Le présent projet de recherche était fondé sur deux études de population, l'une réalisée en janvier 2004 sur les holothuries des sables endémiques au récif Warrior, et l'autre en janvier 2005 sur toutes les espèces présentes dans le détroit de Torres. Ces travaux visaient à obtenir des informations sur l'état des stocks des espèces capturées et sur la reconstitution des espèces en voie d'extinction. Pour ce qui est de la population d'holothuries des sables, cette étude constituera la dernière d'une série de cinq menées depuis 1995.

Les résultats de ces travaux ont montré que les trois espèces dont la pêche est fermée, à savoir l'holothurie des sables, l'holothurie noire à mamelles et l'holothurie brune des brisants, n'ont pas vu leurs populations se reconstituer par rapport aux faibles densités observées lors d'études précédentes. En fait, la densité de l'holothurie des sables a régressé au point d'atteindre des niveaux semblables à ceux de 1998, année au cours de laquelle leur pêche a été fermée. S'il est vrai qu'une grande partie du déclin de la population est survenue chez les juvéniles d'holothurie des sables, la population adulte de cette espèce est aussi en régression depuis la dernière étude entreprise en 2002. Ce résultat était tout à fait inattendu étant donné la cohorte de reproducteurs relativement solides mise en évidence en 2002.

Les informations issues du projet ont complété les connaissances de plus en plus fines accumulées sur la dynamique des populations d'holothuries; en particulier, elles ont montré que des populations en voie d'extinction ne se reconstituaient pas rapidement. Bien que les raisons de cet état de fait soient encore méconnues, il est probable qu'il existe des mécanismes dépensatoires qui agissent sur le recrutement tels que la dilution ou l'effet d'Allée qui a une incidence négative sur la fécondation des gamètes dans la colonne d'eau. En outre, il se peut que les schémas de recrutement des populations d'holothuries soient caractérisés par d'importants recrutements sporadiques. Il y a lieu d'intensifier les recherches sur cet aspect de la biologie des populations d'holothuries afin d'élaborer des stratégies d'exploitation durable.

Conversion ratios for commercial beche-de-mer species in Torres Strait

Timothy Skewes, Louise Smith, Darren Dennis, Nick Rawlinson, Anthea Donovan, Nicholas Ellis

Source: CSIRO Marine and Atmospheric Research Report, 2004.
[http://www.afma.gov.au/research/reports/2005/r02_1195.pdf]

Les données relatives au stock étudié qui ont été obtenues à partir des estimations de poids et des prises réalisées par les pêcheurs peuvent être enregistrées dans plusieurs états de transformation, qui vont du produit vivant au produit entièrement transformé (séché). Souvent, ces différents types de données relatives au poids doivent être conjugués et/ou comparés aux fins d'études de stocks afin de déterminer les prises totales autorisées (PTA) en fonction des renseignements qui ressortent des études, et d'assurer un suivi des prises. Des coefficients de conversion précis sont nécessaires pour mener à bien cette tâche en toute confiance.

Nous avons recueilli des données appropriées sur le poids pour différentes holothuries dans les états suivants : entier et vivant, éviscéré, salé et entièrement transformé (séché), afin de décrire les relations existant entre ces états de transformation et d'obtenir des coefficients de conversion. Des renseignements sur sept espèces présentant un intérêt commercial important ont été recueillis, notamment sur l'holothurie des sables (*Holothuria scabra*), l'holothurie ananas (*Thekenota ananas*), l'holothurie noire (*Actinopyga miliaris*), l'holothurie brune des brisants (*A. mauritiana*), l'holothurie noire à mamelles (*H. whitmaei*), l'holothurie blanche à mamelles (*H. fuscogilva*) et l'holothurie trompe d'éléphant (*H. fuscopunctata*).

Des mesures de poids appariées pour chaque espèce ont été analysées afin d'obtenir : 1) des rapports de régression des données appariées aux divers stades de transformation pour visualiser et décrire les relations existant entre le poids des spécimens à différents stades de transformation; 2) des taux moyens de reconstitution (RR) qui sont une indication du taux de reconstitution globale au cours de la transformation; et 3) des coefficients de conversion (CR), conçus en particulier pour convertir des données de prises totalisées d'un état à un autre.

S'il est vrai que le poids frais s'est révélé être une mesure de poids relativement variable pour les différentes holothuries, le RR moyen entre le poids frais et le poids éviscéré a été relativement cohérent entre les espèces, allant de 52,7 % à 63,8 % tandis que le RR moyen entre le poids éviscéré et le poids sec a été assez variable selon les espèces, allant de 8,4 % à 25,0 %. Ceci montre que le facteur déterminant le plus important dans le RR global (frais à séché) pour une espèce correspond à la quantité de poids perdu lors de l'ébullition et du séchage du tégument, et non pas à la perte de poids causée par l'éviscération de l'animal vivant.

Cette étude constitue un pas en avant important dans notre compréhension des facteurs de conversion intéressant la pêche de l'holothurie. En outre, les données relatives au poids issues de l'étude du stock menée dans le détroit de Torres (et en Australie) et les résultats de ces travaux contribueront à obtenir des évaluations de stocks plus fiables et à assurer une gestion de la pêcherie et un respect de la réglementation plus rigoureux. Cette étude fournit les premières données connues sur plusieurs espèces, en particulier, s'agissant des stades de transformation tels qu'"éviscéré et salé" et aussi du calcul des coefficients de conversion objectifs de données de prises totalisées. En outre elle constituera, à l'avenir, le point de départ d'une couverture complète de l'espèce exploitée et d'une étude de l'évolution des techniques de transformation dans le temps.

Long-term study of gamete release in a broadcast-spawning holothurian: Predictable lunar and diel periodicities

A. Mercier, R.H. Ycaza et J.-F. Hamel

Source: Marine Ecology Progress Series 329:179–189. (2007)

Les cycles annuels et mensuels d'émission de gamètes par l'holothurie *Isostichopus fuscus*, sur la côte de l'Équateur, ont été étudiés afin de déterminer le facteur déclenchant la ponte et les variations d'émission tout au long de l'année. Plusieurs centaines d'individus récemment recueillis ont été observés tous les mois pendant quatre ans. Chez *I. fuscus*, la périodicité de la ponte suivait le cycle lunaire : 0,7 à 34,9 % des individus pondaient régulièrement, d'un à quatre jours après la nouvelle lune. La plupart des épisodes de ponte se produisaient le même soir; cependant, certaines émissions de gamètes ont souvent été observées pendant deux à quatre soirs consécutifs. Les individus maintenus en captivité pendant plusieurs mois conservaient leur périodicité de ponte coïncidant avec le cycle lunaire. À l'inverse, des spécimens capturés récemment qui ont été placés à l'abri de la lumière de la lune, ne pondaient pas, ce qui montre l'absence apparente de rythmes endogènes et la prévalence de la lumière lunaire sur d'autres facteurs (par exemple, le cycle des marées, les fluctuations de pression barométrique). Une nuit de ponte, les mâles commençaient généralement à libérer des gamètes au crépuscule; les femelles pondaient juste après le pic d'émission par les mâles. Le pourcentage d'individus en train de pondre était supérieur et un plus grand chevauchement de l'activité maximale de ponte par les mâles et les femelles était observé par temps clair plutôt que par temps couvert. Les gonades des individus qui ne pondaient pas pendant un mois donnés présentaient des niveaux de maturité, y compris des stades de post-ponte, de croissance et de maturité gametogénétiques. Le cycle de reproduction individuelle est donc apparemment plus long que la périodicité de ponte mensuelle observée au niveau de la population toute entière, ce qui permet aux populations d'*I. fuscus* de se reproduire tout au long de l'année.

Additions to the aspidochirotid, molpadid and apodid holothuroids (Echinodermata: Holothuroidea) from the east coast of southern Africa, with descriptions of new species

Thandar, A.S.

Source : Zootaxa (sous presse)

Pas de résumé.

Taxonomie des holothuries des Comores

Y. Samyn, D. VandenSpiegel, C. Massin

Source : *AbcTaxa* Vol 1, i-iii, 130 p. (2006)

Pas de résumé.

On a new species of *Actinopyga* Bronn, 1860 (Echinodermata, Holothuroidea) from the Indo-West Pacific

F.W.E. Rowe et C. Massin

Source : *Zoosystema* 28 (4): 955–961. (2006)

Actinopyga capillata n. sp., dont les habitudes sont nocturnes, a été pour la première fois observée dans les Îles Mascarene, mais sa répartition dans l'Indo-Pacifique occidental est vaste. Cette nouvelle espèce se distingue nettement de ses congénères par sa coloration et par la présence de tubes embulacraires dorsaux très longs et très fins. Une comparaison est établie entre *A. capillata* n. sp. et *Bohadschia mitsioensis* Cherbonnier, 1988, qui, comme elle, a les mêmes formes d'ossicule.

Population dynamics of *Holothuria (holothuria) tubulosa* and *Holothuria (lessonothuria) polii* of an Algerian *Posidonia oceanica* meadow

Mezali K., Zupo V. et Francour P.

Biologica Marina Mediterranea 13(4):158-161. (2006)

Les holothuries détritivores constituent une composante essentielle des écosystèmes de *Posidonia oceanica* (L.). Elles contribuent activement au renouvellement de la matière organique en ingérant des matières contenues dans la couche de détritus. L'évolution du coefficient biomasse/densité de deux espèces d'aspidochirotes, *Holothuria* (H.) *tubulosa* (Gmelin, 1978) et *Holothuria* (L.) *polii* (Rowe, 1969), a été étudiée. Des échantillons quantitatifs ont été recueillis de manière saisonnière de mars 2001 à février 2002 par trois mètres de profondeur dans deux stations algériennes contiguës en eau peu profonde. Les données rassemblées au cours de chaque saison ont permis d'établir des comparaisons statistiques entre les stations, les espèces et les saisons. Une différence non négligeable entre les espèces a été mise en évidence dans les deux stations. Toutefois, pour les deux espèces, les rapports entre la biomasse et la densité, ont permis d'observer un maximum en été et un minimum à l'automne. La valeur minimale du rapport entre la biomasse et la densité peut être interprétée comme une indication de recrutement. L'abondance moyenne d'*Holothuria* (L.) *polii* dans la station polluée a été significativement inférieure à celle de la station non polluée. Les données recueillies confirment l'importance d'*Holothuria* (L.) *polii* en tant qu'indicateur de pollution.

Small-scale fisheries for sandfish (*Holothuria scabra*)

Bell J.D., Purcell S.W. et Nash W.

Source : *Naga* (sous presse)

De fortes baisses de la productivité de pêcheries artisanales de l'holothurie tropicale à valeur marchande, l'holothurie des sables (*Holothuria scabra*), et la perte de moyens de subsistance traditionnels associés constituent une source de vives préoccupations. Dans cet article, nous donnons un aperçu du rôle que le regroupement d'holothuries des sables dans des zones de pêche fermées, peut jouer dans la reconstitution des stocks locaux et nous décrivons à grands traits la gestion élémentaire et les contextes sociaux qui doivent permettre que les pêcheries soient axées autour des activités déployées dans les zones de fermeture de la pêche. En outre, nous encourageons l'élevage d'holothuries des sables capturées en milieu naturel dans des enclos rudimentaires, jusqu'à une taille de 500 g (>20 cm de longueur du corps), comme moyen simple de créer des concentrations de reproducteurs protégées. Le grossissement de juvéniles d'holothuries des sables dans des enclos en milieu naturel offre des avantages plus grands aux pêcheurs et contrecarrent les effets de la pêche dans des systèmes de libre accès aux zones de pêche, puisque la reconstitution des stocks se trouve favorisée au lieu d'être retardée. En particulier, il permet d'obtenir des groupes multiples de reproducteurs et d'éviter le déclenchement de l'effet d'Allée (succès moindre en matière de reproduction) qui peut conduire à une extinction de la pêche locale de l'holothurie des sables.

Spatio-temporal and size-dependent variation in the success of releasing cultured sea cucumbers in the wild

Purcell S.W. et Simutoga M.

Source : Reviews in Fisheries Science (sous presse)

Les lâchers à grande échelle d'holothuries des sables *Holothuria scabra* "d'élevage", ont servi à étudier les effets liés à la taille et à la densité sur la survie dans différents sites. Des juvéniles appartenant à trois classes de taille ont été marqués à l'aide de fluorochromes et relâchés dans des enclos marins ouverts de 500 m². Un essai préliminaire a porté sur le lâcher de 4 000 juvéniles dans deux sites. Dans le cadre d'une expérience menée à grande échelle ultérieurement, nous avons relâché 9 000 juvéniles à raison de 0,5, 1 ou 3 individus m⁻² dans quatre sites. Une croissance et un taux de survie allant jusqu'à deux ans après le lâcher, ont été estimés à la lumière des études successives menées sur les spécimens re-capturés et à partir de la vérification des marqueurs. La plupart des animaux qui ont survécu ont atteint la taille du premier stade de maturité (180 g) dans les 12 mois, lors du premier essai, mais ils se sont développés plus lentement lors de la deuxième expérience. La croissance était fonction de la densité, avec une capacité d'accueil sur un site d'holothuries des sables de 200–250 g m⁻². La survie a fortement varié en fonction des sites, en partie en raison des caractéristiques des micro habitats, mais l'adéquation du site a été éphémère; les succès antérieurement enregistrés dans certains sites n'ont pas été une garantie de succès postérieur. La taille des juvéniles au moment du lâcher a eu une incidence non négligeable sur la survie à long terme, mais la survie n'a pas été fonction de la densité à l'intérieur de l'enclos où l'expérience a été réalisée. Les juvéniles devraient être relâchés à une taille minimum de 3 g et sur des sites et en des occasions multiples afin d'atténuer les variations spatio-temporelles de la survie. Nous prévoyons que 7–20 % des holothuries des sables relâchées à une taille de 3–6 g dans un habitat optimal pourraient survivre jusqu'à atteindre une taille commercialisable, ce qui constitue un soutien prudent à la reconstitution du stock. Nos résultats peuvent aussi contribuer à évaluer la viabilité de l'élevage en mer, qui dépendra du prix de vente, de l'efficacité de la pêche et du coût réduit de production de juvéniles.

Information relative au groupe de travail sur l'Aspidochirote

(<http://www.uog.edu/marinelab/peetcukes/index.html>)

Le Groupe de travail sur l'Aspidochirote est une équipe de taxonomistes qui révisent la taxonomie des holothuries aspidochirotes. Ce travail est généreusement financé par la National Science Foundation des États-Unis d'Amérique (NSF) dans le cadre du programme de Partnerships for Enhancing Expertise in Taxonomy (PEET). Ce programme a pour vocation de "soutenir des projets de recherche évalués de manière concurrentielle qui ciblent des organismes mal connus". Il vise à "encourager la formation de nouvelles générations de taxonomistes et à traduire les connaissances actuelles en bases de données électroniques et en autres modes de présentation de données largement accessibles aux milieux scientifiques". Un complément de financement a été accordé dans le cadre de Synthesys and the Global Taxonomy Initiative aux membres de l'Union européenne qui participent au groupe de travail sur l'Aspidochirote (<http://www.synthesys.info/>).

La diversité de notre groupe taxonomiste, l'Ordre Aspidochirotida (Holothuroidea : Echinodermata), est la plus importante sur les récifs coralliens tropicaux. Dans ces régions, de nombreuses "espèces" sont en fait des complexes mal définis. La diversité des espèces est donc fortement sous-estimée. Les guides pratiques sur le récif présentent fréquemment des holothuroïdes communes de grande taille qui ne correspondent à aucune espèce connue. Les études sur la biodiversité récifale rendent compte de manière systématique de la présence d'espèces non décrites, partout. Nous estimons que moins de la moitié des espèces endémiques au récif ont déjà été décrites ou correctement désignées. Les holothuries aspidochirotes tropicales sont, pour ce qui est de leur taille, parmi les moins connues des invertébrés marins. L'objectif de ce projet PEET est de faciliter grandement notre compréhension de la taxonomie des aspidochirotes, grâce à des actions de coopération menées sur une grande échelle en faveur de la philogénétique, des révisions des monographies et de la formation.

© Copyright Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, 2007

Tous droits réservés de reproduction ou de traduction à des fins commerciales/lucratives, sous quelque forme que ce soit. Le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique autorise la reproduction ou la traduction partielle de ce document à des fins scientifiques ou éducatives ou pour les besoins de la recherche, à condition qu'il soit fait mention de la CPS et de la source. L'autorisation de la reproduction et/ou de la traduction intégrale ou partielle de ce document, sous quelque forme que ce soit, à des fins commerciales/lucratives ou à titre gratuit, doit être sollicitée au préalable par écrit. Il est interdit de modifier ou de publier séparément des graphismes originaux de la CPS sans autorisation préalable.

Texte original : anglais et français

Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, division Ressources marines, Section Information
B.P. D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie
Téléphone : +687 262000; Télécopieur : +687 263818; Courriel : cfpinfo@spc.int
Site Internet : <http://www.spc.int/coastfish/Indexf/index.html>